FAO
RAPPORTS
SUR L'EAU

29

L'irrigation en Afrique en chiffres

Enquête AQUASTAT – 2005

L'irrigation en Afrique en chiffres

Enquête AQUASTAT – 2005

FAO
RAPPORTS
SUR L'EAU

29

Dirigé par

Karen Frenken
FAO Division de la mise en valeur des terres et des eaux

ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE
Rome, 2005

Les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l' Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture aucune prise de position quant au statut juridique ou au stade de développement des pays, territoires, villes ou zones ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

ISBN 92-5-205414-6

Tous droits réservés. Les informations ci-après peuvent être reproduites ou diffusées à des fins éducatives et non commerciales sans autorisation préalable du détenteur des droits d'auteur à condition que la source des informations soit clairement indiquée. Ces informations ne peuvent toutefois pas être reproduites pour la revente ou d'autres fins commerciales sans l'autorisation écrite du détenteur des droits d'auteur. Les demandes d'autorisation devront être adressées au:
Chef du Service de la gestion des publications
Division de l'information
FAO
Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italie
ou, par courrier électronique, à:
copyright@fao.org

© FAO 2005

Table des matières

Avant-propos ix
Remerciements x
Liste des abréviations xi

Présentation de l'étude 1
Monographies par pays 2
Collecte, traitement et fiabilité des données 2
Contenu du document et du CD-ROM 4
Glossaire des termes utilisés dans cette étude 4

Synthèse 15
Géographie, climat et population 15
Région Nord 16
Région Soudano-sahélienne 17
Région Golfe de Guinée 17
Région Centre 18
Région Est 18
Région Sud 19
Région Îles de l'océan Indien 19
Économie, agriculture et sécurité alimentaire 20
Ressources en eau 21
Ressources en eau renouvelables 21
Eaux internationales 23
Barrages 25
Ressources en eau non conventionnelles 26
Prélèvements en eau 26
Potentiel d'irrigation 28
Irrigation et contrôle de l'eau 29
Typologie de l'irrigation et du contrôle de l'eau 29
Techniques d'irrigation en maîtrise totale/partielle 31
Origine de l'eau en maîtrise totale/partielle 31
Taille des périmètres 32
Cultures irriguées en maîtrise totale/partielle 33
Taux d'utilisation des superficies équipées 35
Évolution sur les dix dernières années 36
Prélèvements en eau 36
Irrigation et contrôle de l'eau 37
Techniques d'irrigation 39
Cultures irriguées 39
Taux d'utilisation des superficies équipées 39
Gestion de l'eau 40
Environnement et santé 41
Perspectives pour la gestion de l'eau en Afrique 42

Principales sources d'information générales 47

Tableaux récapitulatifs 49

Notes explicatives 51

Figures continentales 65

Notes explicatives 67

Liste des tableaux

2. Distribution régionale de la superficie et de la population 16
1. Distribution régionale des superficies cultivables et cultivées 16
3. Distribution régionale des ressources en eau 21
4. Pays ayant des ressources en eau inférieures à 500 m³/habitant par an 22
5. Les neuf grands bassins internationaux 23
6. Distribution régionale des barrages 25
7. Les cinq plus grands barrages africains 26
8. Distribution régionale des ressources en eau non conventionnelles et leurs utilisations 26
9. Distribution régionale des prélèvements en eau 27
10. Distribution par bassin du potentiel d'irrigation 28
11. Distribution régionale des superficies en contrôle de l'eau 29
12. Distribution régionale des superficies en irrigation 30
13. Distribution régionale des techniques d'irrigation des superficies en maîtrise totale/partielle 31
14. Distribution régionale de l'origine de l'eau utilisée pour l'irrigation sur les superficies en maîtrise totale/partielle 32
15. Distribution régionale des cultures irriguées sur les superficies sous irrigation en maîtrise totale/partielle 34
16. Distribution régionale des superficies effectivement irriguées 35
17. Intensité culturale dans quelques pays 36
18. Évolution des prélèvements en eau 37
19. Distribution régionale de l'évolution des superficies en irrigation et en contrôle de l'eau 37
20. Taux d'accroissement annuel des superficies en irrigation et en contrôle de l'eau sur la période 1992-2000 38
21 Salinisation dans quelques pays 42
22. Utilisation des terres et potentiel d'irrigation 53
23. Caractéristiques de la population 54
24. Ressources en eau renouvelables 55
25. Les grands barrages par basins principaux en Afrique 56
26. Prélèvements en eau 57
27. Superficies sous irrigation 58
28. Superficies en contrôle de l'eau 59
29. Techniques d'irrigation en maîtrise totale/partielle 60
30. Origine de l'eau d'irrigation utilisée sur les superficies en maîtrise totale/partielle 61
31. Cultures irriguées récoltées en maîtrise totale/partielle 62
32. L'Afrique comparée au monde 63

Liste des figures

1. Distribution régionale de la superficie et de la population 16
2. Distribution régionale de la superficie et des ressources en eau 22
3. Évolution des prélèvements en eau 36
4. Évolution des superficies en contrôle de l'eau 38
5. Division régionale de l'Afrique 68
6. Précipitations moyennes annuelles 69
7. Densité de population 70
8. Ressources en eau renouvelables internes 71
9. Bassins versant internationaux 72
10. Prélèvement annuel d'eau 73
11. Prélèvements annuels d'eau en pourcentage des ressources en eau renouvelables internes 74
12. Potentiel d'irrigation par bassin versant 75
13. Superficies en contrôle de l'eau 76
14. Irrigation 77
15. Irrigation en pourcentage des superficies cultivées 78

Monographies par pays[1] (disponibles sur le CD-ROM joint à ce rapport)

Les monographies par pays ont été préparées dans la langue officielle de communication de la FAO dans le pays, anglais (A) ou français (F) (à l'exception de celle pour la Guinée équatoriale pour laquelle la langue officielle de la FAO est l'espagnol, mais qui a été préparée en français), et sont présentées dans cette langue, de même que les tableaux et les cartes.

Afrique du Sud (A)
Algérie (F)
Angola (F)
Bénin (F)
Botswana (A)
Burkina Faso (F)
Burundi (F)
Cameroun (F)
Cap-Vert (F)
Comores (F)
Congo (F)
Côte d'Ivoire (F)
Djibouti (F)
Égypte (A)
Érythrée (A)
Éthiopie (A)
Gabon (F)
Gambie (A)
Ghana (A)
Guinée (F)
Guinée-Bissau (F)
Guinée équatoriale (F)
Jamahiriya arabe libyenne (A)
Kenya (A)
Lesotho (A)
Liberia (A)
Madagascar (F)
Malawi (A)
Mali (F)
Maroc (F)
Maurice (A)
Mauritanie (F)
Mozambique (A)
Namibie (A)
Niger (F)
Nigeria (A)
Ouganda (A)
République centrafricaine (F)
République démocratique du Congo (F)
République-Unie de Tanzanie (A)
Rwanda (F)
Sao Tome and Principe (F)
Sénégal (F)
Seychelles (A)
Sierra Leone (A)
Somalie (A)
Soudan (A)
Swaziland (A)
Tchad (F)
Togo (F)
Tunisie (F)
Zambie (A)
Zimbabwe (A)

Configuration minimale pour l'utilisation du CD-ROM:

- PC avec Intel Pentium® processeur et Microsoft® Windows 95/98/2000/Me/NT/XP
- 64 MB de RAM
- 50 MB d'espace disponible sur le disque dur
- Adobe Acrobat® Reader (inclus dans le CD-ROM)

[1] 2009 – Les monographies du CD-ROM ont été insérées dans cette version Web de la publication.

Unités

Longueur

1 km = 1 000 m = 1 x 10^3 m
1 mile = 1.56 km = 1 560 m

Surface

1 acre = 4 047 m^2 = 0.4047 ha = 4.047 x 10^{-4} x 1 000 ha
1 are = 100 m^2 = 0.01 ha = 1 x 10^{-5} x 1 000 ha
1 feddan = 4 200 m^2 = 0.42 ha = 4.2 x 10^{-4} x 1 000 ha
1 ha = 10 000 m^2
1 km^2 = 1 000 000 m^2 = 100 ha = 1 x 10^{-1} x 1 000 ha
1 m^2 = 0.0001 ha = 1 x 10^{-7} x 1 000 ha

Volume

1 dm^3 = 1 litre = 0.001 m^3 = 1 x 10^{-12} km^3
1 hm^3 = 1 million m^3 = 1 000 000 m^3 = 1 x 10^{-3} km^3
1 km^3 = 1 millard m^3 = 10^9 m^3
1 m^3 = 10^{-9} km^3
1 UK gallon = 4.546 dm^3 = 0.004546 m^3 = 4.546 x 10^{-12} km^3
1 US gallon = 3.785 dm^3 = 0.003785 m^3 = 3.785 x 10^{-12} km^3

Puissance-énergie

1 GW = 1 x 10^3 MW = 1 x 10^6 kW = 1 x 10^9 W
1 GWh = 1 x 10^3 MWh = 1 x 10^6 kMh
1 dollar EU = 1 dollar des États-Unis
1 °C = 1 degré centigrade

L'information présentée dans cette publication provient d'une grande variété de références. Elle reflète les meilleures estimations de la FAO, basées sur l'information la plus précise et actualisée disponible jusqu'à la date de publication.

Avant-propos

Le développement social et économique durable en Afrique est étroitement lié au développement de son secteur agricole dont dépendent plus de 60 pour cent de sa population et 80 pour cent de ses pauvres. Cependant, l'Afrique continue à manifester un faible niveau d'investissements en infrastructures de base, y compris l'irrigation. L'investissement public dans la mise en valeur de l'eau agricole a même diminué en Afrique subsaharienne au cours des deux dernières décennies. Même si plusieurs raisons expliquent ce déclin, il serait dû apparemment en premier lieu aux conséquences de la performance décevante des investissements passés en termes de rendement et de durabilité.

Ces dernières années, des changements marqués ont caractérisé la région et un regain d'attention pour l'agriculture et le secteur rural s'impose. D'après le Nouveau partenariat pour le développement de l'Afrique (NEPAD), le développement et la gestion des ressources en eau est le premier pilier du développement dans le cadre du Programme détaillé pour le développement de l'agriculture africaine (PDDAA). Des initiatives récentes, y compris la Commission pour l'Afrique, et les Facilités pour l'eau de la Banque africaine de développement et l'Union européenne, exigent un investissement accru dans la gestion de l'eau rurale. La stratégie de développement rural de la Banque mondiale impose également un engagement renouvelé dans la gestion de l'eau en zone rurale, y compris dans l'irrigation et le drainage.

Toutes ces initiatives exigent une bonne compréhension de l'état, des tendances et des défis auxquels fait face la gestion de l'eau pour l'agriculture dans les pays africains. En 1993, la FAO a lancé le programme d'AQUASTAT, son système mondial d'information sur l'eau et l'agriculture. Il collecte, analyse et diffuse des données et informations par pays dans le but de fournir aux lecteurs les informations les plus précises, fiables, cohérentes et à jour disponibles sur les ressources en eau et sur la gestion de l'eau agricole.

Ce rapport présente les informations les plus récentes sur la disponibilité de l'eau et son utilisation sur le continent africain, notamment sur l'utilisation et la gestion de l'eau en agriculture. Il analyse les changements survenus pendant les dix années écoulées depuis la première enquête en 1995. Le CD-ROM joint à ce rapport contient des monographies détaillées sur la situation qui règne dans chacun des 53 pays du continent africain.

Nous espérons que cette publication contribuera à une meilleure compréhension des conditions de l'irrigation en Afrique et à la prise de décision informée dans le domaine de l'eau pour l'agriculture.

Louise O. Fresco
Sous-Directeur général
Département de l'agriculture

Remerciements

Ce rapport a été préparé par Karen Frenken, coordinatrice du Programme d'AQUASTAT, avec l'aide de Virginie Gillet, consultante, appartenant toutes deux au Service des eaux - ressources, mise en valeur et aménagement de la Division de la mise en valeur des terres et des eaux de la FAO.

Plusieurs personnes ont contribué à la préparation des monographies par pays compris dans le CD-ROM joint à ce rapport: Pieter van Heerden (Afrique du Sud), Albert Tonouhewa (Bénin), Stanislas Bonkoungo (Burkina Faso), Dismas Nimubona (Burundi), Olivier Mbanga Mbanga (Cameroun), Michel Osseté (Congo), Mohamed El Nahal (Égypte), Yibeltal Tiruneh (Éthiopie), Winston Andah et Jacob Tumbulto (Ghana), Kadiatou Barry (Guinée), Rui Néné Djata (Guinée-Bissau), Humphrey Mwathe (Kenya), Yacoubi Soussane (Maroc), Benjamin Ravalomanga (Madagascar), Aliou Bamba (Mali), Nitiraj Toolsee (Maurice), Eugenio Nhone (Mozambique) , James Ogwang (Ouganda), Marc Van Naiken (Seychelles), Absalom Manyatsi (Swaziland), Kadjonga Tchouadang (Tchad), Kokouvi Afande (Togo), Abdelkader Hamdane (Tunisie), Angel Daka (Zambie), Kennedy Mudima (Zimbabwe). Audrey Nepveu de Villemarceau, Åse Eliasson et Jippe Hoogeveen ont fourni des contributions additionnelles pour un certain nombre de pays, tandis que Gerald Dörflinger a participé à la révision des monographies par pays pour l'Afrique anglophone.

Les auteurs remercient Jean-Marc Faurès qui a révisé le rapport et Jean Margat qui a passé en revue l'information relative aux ressources en eau, et aimeraient éqalement exprimer leur reconnaissance à Pasquale Steduto, Chef du Service des eaux - ressources, mise en valeur et aménagement, pour son soutien continu à cette initiative.

À la traduction et à l'editing ont collaboré Frédérique Banoun, Jennifer Parkinson, Julian Plummer et Michael Reyburn. Les cartes des pays et les cartes continentales ont été dressées avec l'aide d'Emelie Healy. La publication a été préparée pour l'impression par Lynette Chalk, et Simone Morini a participé à la réalisation du CD-ROM.

Liste des abréviations

ABN	Autorité du bassin du Niger
AUE	Association des usagers de l'eau
BAD	Banque africaine de développement
CBLT	Commission du bassin du Lac Tchad
CEPGL	Communauté économique des pays des grands lacs
CES	Conservation des eaux et des sols
CIGB	Commission internationale des grands barrages
CILSS	Comité permanent inter états de lutte contre la sécheresse dans le Sahel
CTBV	Comité technique du bassin de la Volta
DSRP	Documents de stratégie pour la réduction de la pauvreté
ETP	Évapotranspiration
FAO	Organisation pour l'alimentation et l'agriculture des Nations Unies
FIDA	Fonds international pour le développement agricole
GIRE	Gestion intégrée des ressources en eau
GPI	Grands périmètres irrigués
GWP	Global Water Partnership
IDH	Indice de développement humain
JMP	Joint Monitoring Programme
KBO	Organisation pour l'aménagement et le développement du bassin de la rivière Kagera (Kagera Basin Organization)
LHWP	Lesotho Highlands Water Project
LIMCOM	Commission du Basin du Limpopo
LPDA	Lettre de politique de développement agricole
NBI	Initiative pour le basin du Nil
NEPAD	Nouveau partenariat pour le développement de l'Afrique
Nile COM	Council of Ministers of Water Affairs of the Nile Basin States
NU	Nations Unies
OKACOM	Okavango River Basin Water Commission
OMVG	Organisation pour la mise en valeur du fleuve Gambie
OMVS	Organisation pour la mise en valeur du fleuve Sénégal
OMS	Organisation mondiale de la santé
ONG	Organisation non gouvernementale
ORASECOM	La Commission du fleuve Orange-Senqu
PAGEV	Projet d'amélioration de la gouvernance de l'eau dans le bassin de la Volta
PAM	Programme alimentaire mondial
PIB	Produit interne brut
PMA	Pays les moins avancés

PME	Petites et moyennes entreprises
PMH	Petite et moyenne hydraulique
PNB	Produit national brut
PNUD	Programme des Nations Unies pour le développement
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'environnement
PSSA	Programme spécial pour la sécurité alimentaire de la FAO
RERE	Ressources en eau renouvelables externes
RERI	Ressources en eau renouvelables internes
RERR	Ressources en eau renouvelables réelles
RERT	Ressources en eau renouvelables totales
SADC	Southern African Development Community
SIDA	Syndrome d'immunodéficience acquise
SOGREAH	Société grenobloise d'études et d'applications hydrauliques
TTC	Toutes taxes comprises
UICN	Union mondiale pour la conservation de la nature
UNICEF	Fonds des Nations Unies pour l'enfance
VIH	Virus de l'immunodéficience humaine
WDI	Indicateur de développement mondial
ZAMCOM	Zambezi Watercourse Commission
ZRA	Zambezi River Authority

Présentation de l'étude

En 1993, la FAO avait lancé un programme connu sous le nom d'AQUASTAT, son système mondial d'information sur l'eau et l'agriculture (http://www.fao.org/ag/aquastat). AQUASTAT encourage l'utilisation durable de l'eau en agriculture et pour le développement rural, et ce en: i) présentant des descriptions systématiques des ressources en eau et de la gestion de l'eau agricole par pays et région; ii) fournissant les données les plus à jour et fiables disponibles par pays; iii) prévoyant l'utilisation future de l'eau agricole et l'évolution de l'irrigation; iv) fournissant des analyses approfondies de questions particulières par des études thématiques; v) mettant au point des méthodologies pour le calcul et la définition des ressources en eau et de leur utilisation en agriculture au niveau national; vi) collaborant avec d'autres organisations et instituts s'occupant du développement; vii) répondant aux demandes des gouvernements, institutions de recherches, universités, particuliers, etc.

Une des principales missions d'AQUASTAT est de collecter les informations sur l'eau et l'agriculture à l'échelle nationale et provinciale pour les diffuser sous un format standardisé aux lecteurs intéressés à acquérir une perspective globale, régionale ou nationale des ressources en eau et de l'agriculture. Au moment du lancement de ce programme, la priorité avait été donnée à l'Afrique qui avait initié la série de publications d'AQUASTAT (FAO, 1995); l'enquête s'est poursuivie avec le Proche-Orient (FAO, 1997a), les pays de l'ex-URSS (FAO, 1997b), l'Asie du sud et de l'est (FAO, 1999) et enfin l'Amérique latine et les Caraïbes (FAO, 2000).

Dix ans après la première publication d'AQUASTAT sur l'Afrique, il parut nécessaire d'actualiser les données et d'identifier les principaux changements intervenus dans l'utilisation de l'eau et l'irrigation sur le continent africain. Les précédentes publications s'étaient fixés deux objectifs; un troisième vient s'ajouter à cette nouvelle enquête sur les 53 pays d'Afrique:

- Fournir pour chaque pays une image aussi exacte que possible de la situation de l'hydraulique agricole et de l'hydraulique rurale en général, avec une attention spéciale pour l'irrigation, en mettant en évidence les caractéristiques du pays, les tendances, les contraintes et les perspectives de l'irrigation et des ressources en eau;
- Offrir une base pour les analyses au niveau régional et continental en fournissant une information systématique et fiable sur la situation des ressources en eau et de l'hydraulique agricole pouvant contribuer à la planification et aux projections régionales;
- Préparer une série de données chronologiques visant à refléter les grands changements intervenus au cours de la dernière décennie à l'échelle nationale, régionale et continentale.

Afin d'obtenir les informations les plus fiables possibles, l'enquête a été organisée comme suit:

1. Examen de la bibliographie et de l'information existante au niveau du pays.
2. Collecte de l'information par pays à l'aide d'un questionnaire détaillé rédigé par des consultants nationaux, des consultants internationaux, ou l'équipe d'AQUASTAT de la FAO.
3. Traitement et analyse critique de l'information recueillie avec l'assistance d'un logiciel de traitement des données conçu pour les besoins de l'enquête et sélection des informations les plus fiables.

4. Préparation de monographies par pays et soumission aux autorités nationales chargées des ressources en eau ou de l'hydraulique agricole pour vérification, correction et approbation.
5. Préparation de la monographie finale, des tableaux et des figures présentant les informations par pays.
6. Actualisation de la base de données en ligne.
7. Préparation de l'analyse régionale générale, des figures et des tableaux régionaux.

AQUASTAT a tiré parti, dans toute la mesure possible, des capacités et compétences nationales. Lors de la collecte des informations par pays, la préférence a, en effet, été donnée aux consultants nationaux qui ont une meilleure connaissance de leur propre pays et certainement plus facilement accès aux documents nationaux. Le choix des pays pour lesquels un consultant national a été recruté dépendait de plusieurs facteurs, à savoir l'importance de l'irrigation dans le pays, la présence d'un expert, la pénurie de données observée lors de l'enquête précédente et les fonds disponibles. Pour la moitié environ des pays considérés, un consultant national a assisté l'équipe d'AQUASTAT.

MONOGRAPHIES PAR PAYS

Les monographies par pays ont été préparées dans la langue officielle de communication de la FAO dans le pays (à l'exception de celle pour la Guinée équatoriale préparée en français), et sont présentées dans cette langue, de même que les tableaux et les figures. Seule la synthèse régionale et ses illustrations (figures, tableaux récapitulatifs) sont présentées en français et en anglais.

Les monographies par pays disponibles dans le CD-ROM annexé à ce rapport décrivent la situation des ressources en eau et de leur utilisation dans le pays, ainsi que celle du sous-secteur de l'hydraulique agricole. Elles mettent en évidence les particularités de chaque pays et les problèmes rencontrés dans la mise en valeur des ressources en eau, et plus particulièrement en irrigation. Elles résument les tendances de l'irrigation dans le pays et les perspectives pour la gestion de l'eau en agriculture telles que décrites dans la littérature. Les monographies sont présentées suivant un canevas standardisé, organisé en sections selon le modèle suivant:

- Géographie, climat et population
- Économie, agriculture et sécurité alimentaire
- Ressources en eau et utilisation de l'eau
- Développement de l'irrigation et du drainage
- Gestion de l'eau, politique et dispositions législatives régissant l'utilisation de l'eau en agriculture
- Environnement et santé
- Perspectives pour la gestion de l'eau en agriculture
- Principales sources d'information

Des tableaux standardisés ont été utilisés pour chaque pays. Lorsqu'une information n'est pas disponible, elle est remplacée par un tiret (-). Étant donné que la plupart des informations ne sont disponibles que pour un nombre limité d'années, l'information fiable la plus récente est présentée dans les tableaux et l'année à laquelle elle se réfère est indiquée.

COLLECTE, TRAITEMENT ET FIABILITÉ DES DONNÉES

Les principales sources d'information étaient:

- les politiques et schémas directeurs nationaux de développement des ressources en eau et d'irrigation;
- les annuaires, les statistiques et les rapports nationaux;
- les rapports de projets de la FAO ou autres;
- les enquêtes internationales;

- les résultats et les publications de centres de recherche nationaux et internationaux;
- Internet.

De plus, certaines données sont systématiquement fournies par les sources suivantes:

- FAOSTAT (http://faostat.external.fao.org/) est l'unique source utilisée pour les variables des superficies (totales, arables et en cultures permanentes) et de la population (totale, rurale, urbaine, féminine, masculine, active). Les données de FAOSTAT sont fournies chaque année par les pays eux-mêmes par l'intermédiaire de la représentation de la FAO.
- Les indicateurs du développement mondial (http://www.worldbank.org/data/) constituent la première compilation annuelle faite par la Banque mondiale des données sur le développement; le produit intérieur brut (PIB) et le PIB par habitant utilisés ici en sont tirés.
- L'Organisation mondiale pour la santé (OMS) et le Fonds des Nations Unies pour l'enfance (UNICEF) (http://www.unicef.org/statis/index.html) fournissent les données sur l'accès à des sources d'eau améliorées grâce à leur Programme de suivi conjoint (Joint Monotoring Programme, JMP).
- Le Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD) (http://hdr.undp.org/statistics/data/) fournit l'Indice de développement humain (IDH).

Au total, plus d'une cinquantaine de variables ont été sélectionnées et sont présentées dans les tableaux nationaux joints aux monographies par pays. Elles sont regroupées en catégories correspondant aux différentes sections des monographies: caractéristiques du pays et population; eau: ressources et prélèvement; et irrigation et drainage. Une description détaillée de chaque variable est donnée ci-après. Des tableaux additionnels ont été ajoutés aux monographies lorsque l'information disponible le permettait, notamment pour préciser des données régionales ou par bassin hydrographique.

Dans la plupart des cas, une analyse critique de l'information était requise pour assurer la cohérence générale des informations recueillies pour un pays donné. Lorsque plusieurs sources fournissaient des informations divergentes ou contradictoires, la préférence a été systématiquement donnée aux informations collectées au niveau du pays ou de la province plutôt qu'au niveau régional ou mondial et, sauf dans le cas d'erreurs évidentes, les sources officielles ont été privilégiées. En ce qui concerne les ressources en eau partagées, la comparaison des informations entre les pays a permis de vérifier et de compléter celles concernant les débits des fleuves transfrontières et d'assurer la cohérence au niveau des bassins.

Malgré ces précautions, il reste que la précision, la fiabilité et la fréquence avec lesquelles l'information est recueillie varient considérablement en fonction de la région, du pays et de la catégorie d'information. Ces considérations sont discutées systématiquement dans les monographies par pays.

À l'échelle du continent, les données pour certains variables (superficies cultivables, techniques d'irrigation, origine de l'eau pour l'irrigation, cultures irriguées) étaient trop incomplètes pour permettre l'analyse régionale. En effet, pour plusieurs pays, il était difficile, voire impossible, d'obtenir de nouvelles données. À la fin des années 1980 et au début des années 1990, de nombreux pays africains avaient préparé des schémas directeurs sur l'eau et l'irrigation, facilitant ainsi la collecte d'informations de l'enquête précédente. Mais, entre-temps, peu de ces pays ont actualisé leurs données. Des estimations basées sur les connaissances de terrain de l'équipe d'AQUASTAT et de la Division de la mise en valeur des terres et des eaux de la FAO ont alors été utilisées pour compléter l'analyse régionale concernant les superficies cultivables, les techniques d'irrigation et l'origine de l'eau notamment. Il n'est donc pas toujours possible d'interpréter les différences entre les deux enquêtes d'AQUASTAT.

Les données concernant les superficies en contrôle de l'eau peuvent avoir fait l'objet d'une importante évolution au cours des dix dernières années, du fait du réajustement des superficies équipées ou non équipées qui ne sont plus cultivées. En effet, les informations disponibles sur les superficies irriguées et en contrôle de l'eau est bien plus fiable ici que dans l'enquête précédente, notamment grâce à la présence de la première référence qui permet de comparer les nouvelles données. Les conclusions tirées de l'évolution des méthodes d'irrigation peuvent donc refléter à la fois les tendances actuelles sur le terrain et/ou une meilleure connaissance des variables en question.

La période 1994-2004 est indiquée dans les tableaux de l'analyse régionale comme la période entre les deux enquêtes. L'équipe d'AQUASTAT justifie ce choix en vertu de la lente évolution qui caractérise les données relatives à différentes années pour chacun des pays. Cependant, quand davantage de précision s'avère nécessaire, les tableaux récapitulatifs indiquent l'année exacte à laquelle se réfère chacune des données nationales, ainsi que la base de données en ligne.

CONTENU DU DOCUMENT ET DU CD-ROM

Les informations fournies par les monographies de pays sont beaucoup plus détaillées que lors de la première enquête d'AQUASTAT. Elles abordent des thèmes liés à l'eau et à l'irrigation non évoqués précédemment afin d'établir une image plus complète de ce secteur dans chacun des pays. Certains thèmes ont notamment été ajoutés à la demande des utilisateurs. Du fait de cette multitude d'informations maintenant disponibles, le présent document imprimé ne fournit que la présentation de l'étude et de l'analyse régionale à l'échelle de l'ensemble de l'Afrique, illustrées par des tableaux récapitulatifs et des figures continentales. Le CD-ROM, quant à lui, reproduit le document dans son intégralité et le complète par les monographies des 53 pays africains, assortis de tableaux synthétiques. Enfin, le document est disponible sur le site Internet de la Division de la mise en valeur des terres et des eaux de la FAO (http://www.fao.org/landandwater), ainsi que sur le site Internet d'AQUASTAT (http://www.fao.org/ag/aquastat). La base de données d'AQUASTAT est également accessible sur ce dernier site.

GLOSSAIRE DES TERMES UTILISÉS DANS CETTE ÉTUDE

Les définitions suivantes ont été utilisées pour les variables présentées dans les profils, les tableaux des profils et la base de données.

Accès aux sources améliorées d'eau potable (%)

Sont utilisés les chiffres fournis par le JMP de l'OMS et de l'UNICEF. Selon leur définition, l'accès à une source d'eau améliorée se réfère au pourcentage de la population ayant un accès raisonnable à une quantité adéquate d'eau provenant d'une source améliorée, telle que des canalisations au niveau du ménage, des canalisations publiques, un puits profond, une source ou un puits protégés, et la collecte des eaux de pluie. L'accès raisonnable est défini comme la disponibilité d'au moins 20 litres par personne par jour à partir d'une source qui se trouve à moins d'un kilomètre de distance de l'habitation.

Arable (ha)

Voir: Superficie des terres arables (ha)

Augmentation moyenne annuelle des superficies équipées pour l'irrigation (%)

Augmentation calculée à l'aide de la formule suivante: nouvelle superficie = $(1+i)^n$ x ancienne superficie, où «n» est le nombre d'année inclus dans la période considérée entre les deux enquêtes d'AQUASTAT, et «i» l'augmentation moyenne annuelle. Le pourcentage est égal à (100 x i).

Capacité des barrages (km³)
Capacité totale cumulée des grands barrages, exprimée en km³ (10^9 m³). La capacité des barrages indiquée est leur capacité théorique initiale. Un barrage est une barrière construite en travers d'une vallée pour retenir l'eau ou créer un réservoir. Les barrages se caractérisent par leur utilité et par les matériaux de construction utilisés. La commission internationale des grands barrages classifie les barrages selon leur hauteur (plus de 15 m) et le volume d'eau stocké. Pourtant, chaque pays a sa propre définition des grands barrages.

Collecte des eaux pluviales de ruissellement - superficie (ha)
Superficies où les précipitations sont collectées et sont directement appliquées sur les terres cultivées (culture à partir des eaux de ruissellement) ou stockées dans un réservoir en vue d'un futur usage productif (par exemple utilisées pour l'irrigation d'appoint). Seuls les trois types de collecte des eaux de ruissellement suivants sont considérés:

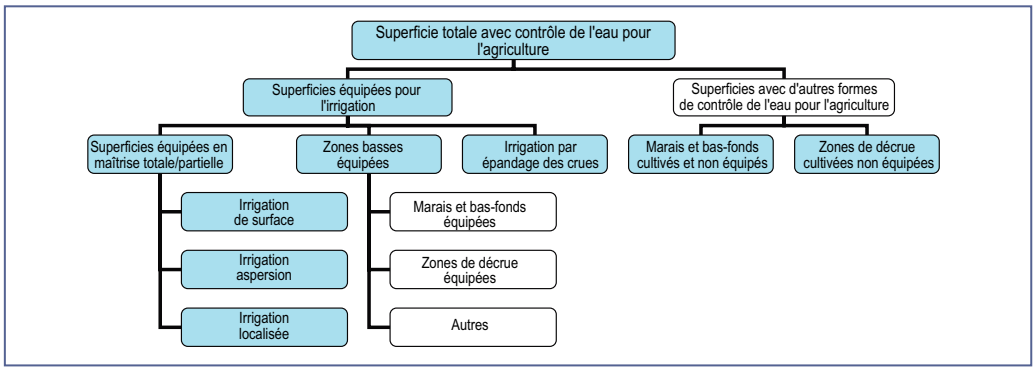
- La collecte des eaux de ruissellement du toit: elles servent principalement à des fins domestiques et parfois comme source d'eau pour les petits potagers. Les superficies seront fournies dans le cas où l'exploitation de cette source d'eau est significative.
- La collecte des eaux de ruissellement du micro-bassin ou de l'impluvium: elles se caractérisent par la limitation relative de l'aire de collecte (< 1000 m²) et un ratio «aire de collecte: aire cultivée» de 1:1 à 10:1. Le paysan a normalement le contrôle sur l'aire de collecte et l'aire cultivée. Ces systèmes sont utilisés pour l'irrigation d'un seul arbre, des arbrisseaux fourragers ou des cultures annuelles. Ils sont normalement construits à la main et comprennent les dépressions naturelles, bourrelets en courbe de niveau, diguettes semi-circulaires et triangulaires, cuvettes de plantation, terrasses en demi-lune, negarim, vallerani, meskat, etc.
- La collecte des eaux de ruissellement du macro-bassin: il s'agit des eaux provenant d'un grand bassin versant, situé en-dehors de la zone cultivable, avec un ratio «aire de collecte: aire cultivée» de 10:1 à 100:1. Ces systèmes sont réalisés principalement pour la production des cultures annuelles. Ils sont construits à la main ou au moyen de machines et comprennent les grandes diguettes et les systèmes de collecteur collinaire.

Conservation des eaux et des sols (CES) - superficie (ha)
Par pratiques de conservation des eaux et des sols on entend toutes les mesures visant à contrôler ou empêcher l'érosion du sol ou à maintenir sa fertilité. Les expressions «collecte des eaux de ruissellement» et «conservation des eaux in situ» sont souvent employées indifféremment, surtout dans les documents français.

Contrôle de l'eau pour l'agriculture - superficie totale avec contrôle de l'eau (ha)
Ensemble des superficies équipées pour l'irrigation, et des superficies et d'autres formes d'aménagement de l'eau pour l'agriculture non équipées. Le terme ne comprend ni les superficies ayant été équipées pour la conservation des eaux et des sols (CES) ni les superficies de collecte des eaux pluviales de ruissellement. Le diagramme à la page suivante résume la classification adoptée par AQUASTAT.

Cultivable (ha)
Voir: Superficie des terres cultivables (ha)

Cultures de décrue: superficie des zones de décrue non équipée (ha)
Superficies le long des cours d'eau où la décrue est utilisée pour l'agriculture et où rien ou pratiquement rien n'est fait pour retenir l'eau qui recède. Le cas spécifique du riz flottant est inclus dans cette catégorie.



Cultures annuelles
Cultures qui occupent la terre pour une période de quelques mois à un an environ, et doivent être replantées après chaque récolte, telles que les céréales, le maraîchage, et les tubercules.

Cultures permanentes
Cultures qui occupent la terre pour de longues périodes et ne nécessitent pas d'être replantées après chaque récolte, telles que le cacao, le café et l'hévéa; sont compris dans cette catégorie les terres portant des arbustes à fleurs, des arbres fruitiers et à noix diverses, et des vignes, mais en sont exclues les plantations d'arbres pour la production de bois ou le bois d'oeuvre.

Cultures irriguées récoltées (ha)
Superficie totale récoltée sur une année donnée. Il s'agit des cultures produites sur les superficies en maîtrise totale ou partielle. Les superficies cultivées deux fois sont comptées deux fois. Le total n'est indiqué que si toutes les cultures irriguées ont été comptabilisées.

Débit de sécurité (millions de m³)
Quantité d'eau (en général, la quantité moyenne à long terme) qui peut être prélevée durablement à partir d'un bassin d'eau souterraine ou d'un système d'eau superficielle sans produire de conséquences indésirables.

Drainage des terres irriguées: part de la superficie équipée pour l'irrigation qui est drainée (ha)
Partie de la superficie équipée pour l'irrigation où le drainage est un instrument permettant de contrôler la salinité, la rétention d'eau et l'engorgement. Cela concerne surtout la superficie équipée pour l'irrigation de surface et les marais et bas-fonds équipés.

Drainage des terres non irriguées: part de la superficie cultivée non irriguée qui est drainée (ha)
Superficie cultivée et non irriguée où le drainage sert à évacuer l'excès d'eau de la surface des terrains et/ou de la couche de terre supérieure, pour rendre plus productives certaines terres humides qui ont tendance à s'engorger.

Drainage total: superficie totale drainée (ha)
Somme des superficies drainées équipées pour l'irrigation et celles non irriguées.

Eau de drainage pour l'agriculture (km³/an)
L'eau prélevée pour l'agriculture mais qui n'est ni consommée, ni recyclée. Elle ne subit pas de traitement particulier et se distingue ainsi des eaux usées réutilisées.

Eau dessalée: volume produit (km³/an)
Production annuelle d'eau douce par dessalement des eaux saumâtres ou salées (estimée à partir de la capacité totale des installations de dessalement).

Eaux usées: volume produit (km³/an)
Quantité d'eaux usées produites annuellement dans le pays. Ces eaux peuvent provenir des usages domestiques (eaux usées des salles de bains, des toilettes, de la cuisine, etc.) ou industriels, à l'exclusion des eaux usées de l'agriculture (appelées eaux de drainage pour l'agriculture).

Eaux usées: volume traité (km³/an)
Quantité d'eaux usées produites qui sont traitées sur une année donnée et sortent des usines de traitement (effluent). Le traitement des eaux usées est le processus qui rend les eaux usées acceptables conformément aux normes écologiques applicables ou à d'autres normes de recyclage ou de réutilisation. On peut généralement distinguer trois types de traitement: primaire, secondaire et tertiaire. Le traitement des eaux usées ne comprend pas la collecte des eaux d'égout ou d'orage, même si aucun traitement n'est possible sans collecte.

Eaux usées: volume traité et réutilisé (km³/an)
Quantité annuelle d'eaux usées traitées réutilisées au cours d'une année donnée. Ces eaux peuvent être réutilisées pour la consommation domestique ou pour l'irrigation.

Écoulement restitué (km³/an)
Part de l'eau utilisée à des fins agricoles, domestiques ou industrielles, qui est restituée aux rivières ou aquifères après utilisation.

Engorgement: superficie engorgée par l'irrigation (ha)
Part de la superficie engorgée à cause de l'irrigation. L'irrigation faisant remonter le niveau des aquifères, la partie non saturée des sols diminue excessivement et les sols sont sursaturés. Si l'apport d'eau aux eaux souterraines excède le drainage naturel, il faudra mettre en place un système de drainage supplémentaire pour éviter l'engorgement.

Engorgement: superficie engorgée sur des terres non irriguées (ha)
Part de la superficie engorgée dans les zones non irriguées.

Épandage de crues
Voir: Irrigation par épandage de crues - superficie équipée (ha)

Fossile: eau fossile prélevée (km³/an pour une période donnée)
Quantité annuelle d'eau prélevée des aquifères profonds avec un très faible taux de renouvellement (moins d'un pour cent par an), considérée alors comme non renouvelable ou «fossile». Les ressources non renouvelables sont généralement exprimées en volume d'eau (km³) puisqu'elles sont considérées comme un gisement minéral primaire; mais elles peuvent aussi être exceptionnellement exprimées en écoulement moyen sur une période fixe, en fonction du programme d'exploitation plutôt que des conditions naturelles.

Indice de dépendance (%)
Proportion des ressources en eau renouvelables provenant de l'extérieur du pays. Cet indice est égal à 100x(RERE/RERT).

Indice de développement humain (IDH)
Les données concernant l'Indice de développement humain sont fournies par le PNUD (http://hdr.undp.org/statistics/data/). L'IDH combine les indicateurs de trois dimensions du développement humain: (i) une vie longue et saine mesurée par l'espérance de vie à la naissance; (ii) les connaissances mesurées par le taux d'alphabétisation des adultes et un taux net combiné d'inscription à l'école primaire, secondaire et supérieure et de fréquentation de ces établissements; et (iii) un niveau de vie décent mesuré par le PIB par habitant.

Inondations: superficie protégée contre les inondations (ha)
Superficies protégées par des structures de contrôle des inondations.

Intensité culturale (%)
Correspond au nombre de fois qu'une même terre est cultivée en un an (se réfère aux superficies équipées en maîtrise totale/partielle). Le calcul de l'intensité culturale est réalisé sur les superficies effectivement irriguées lorsque cette donnée est disponible, afin d'en fournir une image plus réaliste. En l'absence de données sur les superficies effectivement irriguées, le calcul est réalisé sur les superficies équipées. Ce calcul se réfère uniquement aux cultures irriguées. C'est-à-dire que, dans les pays ayant une ou deux saisons humides, le calcul de l'intensité culturale ne tient compte que des cultures produites sous irrigation. Celles cultivées pendant la saison humide sur les parcelles équipées en maîtrise partielle ou totale, qui ne bénéficient pas de l'irrigation mais utilisent l'humidité résiduelle du sol, ne sont pas incluses dans les superficies de cultures irriguées utilisées pour le calcul de l'intensité culturale.

Irrigation de surface en maîtrise totale/partielle - superficie (ha)
Les systèmes d'irrigation de surface sont basés sur le principe du ruissellement de l'eau à l'air libre sur le sol, par simple gravité, avant de s'infiltrer. Ils peuvent être divisés en rigoles d'infiltration, irrigation à la planche ou en bassin (y compris l'irrigation par submersion du riz). L'irrigation de surface ne se réfère pas à la méthode de transport de l'eau de la source jusqu'au champ, qui peut se faire par gravité ou par pompage. L'irrigation manuelle, utilisant les seaux ou les arrosoirs, est incluse dans cette variable.

Irrigation par aspersion en maîtrise totale/partielle - superficie (ha)
L'irrigation par aspersion (arrosage en pluie) est une méthode d'irrigation par application de l'eau sous pression. L'eau y est répandue sous la forme de pluie artificielle au moyen de rampes portant des organes de distribution: asperseurs rotatifs, diffuseurs à jets fixes, tuyaux perforés.

Irrigation localisée en maîtrise totale/partielle - superficie (ha)
L'irrigation localisée s'inscrit dans le cadre des systèmes à basse pression où n'est humidifiée qu'une partie du sol dans le champ, mais le terme se rapporte en particulier aux systèmes où seule la partie du sol située à la base de la plante (rhizosphère) est arrosée. Les expressions suivantes s'appliquent toutes aux méthodes d'irrigation localisée: irrigation par tuyaux perforés, irrigation au goutte à goutte, irrigation par écoulement journalier, irrigation par gouttes, irrigation par petites quantités, irrigation diurne, micro-irrigation.

Irrigation en maîtrise totale/partielle - superficie totale équipée (ha)
Il s'agit de la somme de l'irrigation de surface, de l'irrigation par aspersion et de l'irrigation localisée. Dans le texte ces superficies sont appelées indifféremment superficies «en maîtrise totale» ou «en maîtrise totale/partielle».

Irrigation des zones basses - superficie équipée (ha)
Cette variable inclut:

- la part des marais et bas-fonds cultivés équipés pour l'irrigation avec des infrastructures hydrauliques (prises, canaux, etc.);
- les superficies le long des cours d'eau où la décrue est utilisée pour l'agriculture et où des infrastructures ont été construites afin de retenir l'eau qui recède;
- les mangroves aménagées pour l'agriculture.

Irrigation par épandage de crues - superficie équipée (ha)
Elle est parfois aussi appelée collecte des eaux de crue. L'irrigation par épandage des eaux de crue est une méthode d'irrigation aléatoire qui utilise les eaux de crue d'un cours d'eau normalement sec (oued). Ces systèmes sont caractérisés par un large bassin versant à l'amont (200 ha - 50 km^2) et un ratio «aire de collecte:aire cultivée» important, de 100:1 à 10 000:1. Les eaux de crue peuvent être recueillies et répandues dans le lit du cours d'eau à l'amont des structures de dérivation, qui sont élevées en travers d'un cours d'eau à sec dans lequel des cultures seront plantées. Ces barrages en travers de l'oued sont construits en pierres, en terre, ou les deux, et souvent renforcés par des gabions. L'eau peut aussi être dérivée vers les champs endigués, où elle est retenue jusqu'à son infiltration complète; une structure en pierre ou en béton fait augmenter le niveau d'eau dans l'oued et l'achemine vers les champs voisins.

Irrigation totale - superficie totale équipée pour l'irrigation (ha)
Les données sur l'irrigation se réfèrent aux surfaces aménagées dans le but de fournir un apport d'eau aux cultures. Elles comprennent les superficies équipées pour l'irrigation en maîtrise totale ou partielle, les zones basses équipées et les superficies équipées pour l'irrigation par épandage de crues. Les marais et bas-fonds cultivés non équipés et les superficies en cultures de décrue non équipées ne sont pas inclus dans cette catégorie. Dans ce document on utilise parfois aussi l'expression «superficie équipée pour l'irrigation» ou encore «superficie irriguée» pour caractériser cette catégorie.

Irrigation: part de la superficie équipée pour l'irrigation effectivement irriguée (%)
Part de la superficie équipée pour l'irrigation qui est réellement irriguée sur une année donnée. Il arrive souvent qu'une partie des superficies équipées ne soit pas irriguée pour diverses raisons telles que le manque d'eau, l'absence des exploitants, la dégradation des terres, la dégradation des infrastructures, des dommages, des problèmes d'organisation, etc. Il ne s'agit que de superficies physiques. Les superficies irriguées qui sont cultivées deux fois par an ne sont comptées qu'une seule fois.

Irrigation à partir des eaux souterraines - superficie irriguée en maîtrise totale/ partielle à partir des eaux souterraines (ha)
Part de la superficie en maîtrise totale/partielle qui est irriguée à partir des eaux souterraines (depuis les puits de surface jusqu'aux forages profonds) ou à partir des sources.

Irrigation à partir des eaux de surface - superficie irriguée en maîtrise totale/partielle à partir des eaux de surface (ha)
Part de la superficie en maîtrise totale/partielle qui est irriguée à partir des lacs et des rivières (réservoirs, pompages ou prises au fil de l'eau).

Irrigation à partir d'un mélange ou d'autres sources d'eau - superficie irriguée en maîtrise totale/partielle à partir d'un mélange ou d'autres sources d'eau (ha)
Part de la superficie équipée pour une maîtrise totale/partielle de l'eau qui est irriguée à partir i) d'un mélange d'eaux de surface et souterraines ou ii) d'eaux non

conventionnelles comme les eaux usées traitées ou l'eau dessalée (très rare toutefois en agriculture). L'eau fossile est également incluse dans cette dernière catégorie.

Irrigation par pompage - superficie équipée pour l'irrigation irriguée par pompage (ha)
Part de la superficie équipée pour l'irrigation dans laquelle des pompes sont utilisées pour l'approvisionnement en eau de la source jusqu'au périmètre. Les superficies irriguées par l'eau puisée au moyen de dispositifs d'élévation à traction animale et humaine y sont incluses.

Marais et bas-fonds cultivés non équipés (ha)
Marais et bas-fonds, qui n'ont pas été équipés avec des infrastructures de contrôle de l'eau mais qui sont cultivés, quand ils sont recouverts d'eau. Ce sont des systèmes répandus en Afrique, dont les techniques de contrôle de l'eau et de drainage sont limitées et traditionnelles.

Ménages: nombre de ménages impliqués dans l'irrigation
Nombre total de ménages vivant directement des gains dégagés de l'irrigation en maîtrise partielle ou totale.

Périmètres d'irrigation: classification (ha)
Superficies des périmètres d'irrigation, habituellement classées en petits, moyens et grands périmètres. Les critères de classification utilisés dans chacun des pays sont précisés dans les tableaux dans les monographies.

Population totale, urbaine et rurale (habitants)
Selon la définition officielle de la FAO, la population totale inclut toutes les personnes qui sont physiquement présentes à l'intérieur des frontières du pays. Habituellement, sont définies la zone urbaine et, dès lors, la population urbaine, le restant de la population totale étant considéré comme population rurale. En pratique, les critères adoptés pour distinguer les zones urbaines des zones rurales varient selon les pays. Cependant, ces critères peuvent être grossièrement regroupés en trois catégories principales: classification «urbaine» des localités d'une certaine taille, classification «urbaine» de centres administratifs de divisions civiles mineures, et classification de centres de divisions civiles mineures selon un critère choisi qui peut inclure le type de gouvernement local, le nombre d'habitants ou le pourcentage de la population engagée dans l'agriculture. Ainsi, les estimations de la population urbaine et rurale dans ce domaine sont basées sur des définitions nationales variables des zones urbaines.

Population active (habitants)
Selon la définition officielle de la FAO, il s'agit du nombre de personnes employées ou au chômage (y compris celles à la recherche d'emploi pour la première fois). En font partie les employeurs, les chefs d'entreprise, les employés salariés, les travailleurs indépendants, les travailleurs au foyer non payés, les agriculteurs, les membres de coopératives de producteurs et les membres des forces armées. La population active est aussi appelée force de travail.

Population active du secteur agricole (habitants)
Selon la définition officielle de la FAO, la population active du secteur agricole est la part de la population active engagée ou à la recherche d'emploi dans les secteurs de l'agriculture, la chasse, la pêche ou la sylviculture.

Population touchée par les maladies hydriques liées à l'eau (habitants)
Part de la population qui souffre de maladies hydriques, aquatiques et liées à l'eau. Les maladies hydriques sont celles qui sont transmises par des eaux infectées utilisées pour la boisson ou la cuisson (le choléra et la typhoïde, par exemple). Les maladies d'origine aquatique sont celles où l'eau est l'habitat d'organismes hôtes des parasites ingérés (la schistosomiase, par exemple); les maladies liées à l'eau sont celles où l'eau sert d'habitat aux insectes vecteurs mais dont la transmission ne se fait pas par contact direct avec l'eau (le paludisme ou l'onchocercose, par exemple).

Potentiel d'irrigation (ha)
Superficie physique potentiellement irrigable, c'est-à-dire disponible pour un développement de l'irrigation. Les études nationales/régionales utilisent différentes méthodes pour estimer cette valeur. Elles peuvent, par exemple, tenir compte uniquement des ressources en sol ou des ressources en sol plus l'eau disponible, ou comprendre ou non les aspects techniques, économiques, écologiques, etc. Le calcul par pays ne prend pas toujours en compte le problème des ressources en eau partagées au sein des bassins couvrant plusieurs pays. Les mangroves sont fréquemment, mais pas systématiquement, incluses dans le potentiel d'irrigation. Quel que soit le cas, la superficie déjà sous contrôle de l'eau est comprise dans le potentiel d'irrigation.

Précipitations moyennes (mm/an et km³/an)
Moyenne dans l'espace et dans le temps des précipitations du pays en un an (en hauteur et en volume).

Prélèvement d'eau pour l'agriculture (km³/an)
Quantité d'eau prélevée annuellement pour des activités agricoles (irrigation et élevage). Les méthodes employées pour calculer la quantité d'eau prélevée pour l'agriculture varient d'un pays à l'autre. Tout comme pour les prélèvements des collectivités ou des industries, elles tiennent compte des pertes dues au transport, de l'utilisation consommatrice et du débit recyclé.

Prélèvement d'eau pour les animaux (km³/an)
Certains pays incluent ce terme dans le prélèvement pour les collectivités, mais la plupart l'incluent dans les prélèvements pour l'agriculture.

Prélèvement d'eau pour les collectivités (km³/an)
Quantité d'eau prélevée annuellement pour l'utilisation par les collectivités. Cette valeur est habituellement assimilée aux prélèvements totaux des systèmes de distribution publique et peut inclure les industries connectées au réseau.

Prélèvement d'eau pour les usages industriels (km³/an)
Quantité d'eau prélevée annuellement pour l'industrie non connectée aux réseaux.

Prélèvement d'eau: total (km³/an)
Quantité d'eau prélevée annuellement pour l'agriculture, les usages domestiques et les industries. Cette valeur n'inclut pas les autres catégories d'utilisation: refroidissement des centrales électriques, exploitation minière, loisirs, navigation, pisciculture, etc. Ces secteurs se caractérisent par un très faible taux de consommation nette.

Production totale de céréales irriguées (tonne)
La quantité totale de céréales récoltées en un an sur les superficies irriguées en maîtrise totale/partielle. Plusieurs récoltes pendant une année sur une même superficie sont comptées plusieurs fois.

Produit intérieur brut (PIB)
Chiffres fourni par les indicateurs du développement mondial de la Banque mondiale (http://www.worldbank.org/data/). Selon sa définition, le PIB est la somme des valeurs brutes ajoutées par tous les résidents producteurs dans l'économie, plus les produits des taxes et moins les aides non incluses dans la valeur des produits. Il est calculé sans faire les déductions dues aux dévalorisations des actifs fabriqués ou à la dégradation des ressources naturelles. Les données sont en dollars des États-Unis de 1995.

Ressources en eau renouvelables internes (km³/an)
Les ressources en eau renouvelables internes (RERI) correspondent au débit moyen annuel des rivières et des eaux souterraines généré à partir des précipitations endogènes (ressources produites sur le territoire). C'est la somme des ressources en eau de surface et eau souterraine moins la partie commune entre eau de surface et eau souterraine («overlap»). Une analyse critique des données est nécessaire afin d'éviter le double compte des écoulements de base considérés à la fois comme des ressources en eau de surface et souterraine. La méthodologie utilisée a été expliqué dans le *FAO Water Reports nº 23*.

Ressources en eau renouvelables externes (km³/an)
Les ressources en eau renouvelables externes (RERE) est la part des ressources en eau renouvelables d'un pays qui ne sont pas générées à l'intérieur du pays. Elles comprennent les écoulements provenant des pays en amont (eaux superficielle et souterraine) et la part des lacs et rivières partagés avec les pays limitrophes.

Ressources en eau renouvelables totales (km³/an)
Les ressources en eau renouvelables totales (RERT) correspondent à la somme des ressources en eau renouvelables internes et externes (RERI+RERE).

Ressources en eau renouvelables totales réelles (km³/an)
Les ressources en eau renouvelables totales réelles (RERR) sont la somme des ressources en eau renouvelables internes et externes, en tenant compte des quantités réservées aux pays situés à l'amont ou à l'aval dans le cadre d'accords formels ou informels, ou de traités, et de la réduction du débit causée par la consommation à l'amont. Leur estimation se réfère à une période donnée et non à une moyenne interannuelle.

Ressources en eau renouvelables exploitables régulières souterraines ou superficielles (km³/an)
Les ressources régulières ou ressources permanentes se réfèrent aux ressources en eau de surface ou souterraine qui sont disponibles avec une occurrence de 90 pour cent du temps. En pratique, c'est l'écoulement superficiel d'étiage moyen des cours d'eau et l'écoulement des nappes souterraines, en grande partie confondus. Cela comprend l'écoulement des nappes souterraines non collectées par les cours d'eau: écoulement affluant à la mer, à des lacs fermés ou à des aires d'évaporation. C'est la ressource offerte aux prises d'eau, dérivation au «fil de l'eau» et captages d'eau souterraine avec un débit régulier.

Ressources en eau renouvelables exploitables irrégulières superficielles (km³/an)
Ressources irrégulières équivalants à la composante variable et discontinue des écoulements superficiels (crues notamment) et exceptionnellement souterrains (crues d'aquifères karstiques), suivant la variabilité saisonnière et interannuelle, c'est-à-dire écoulements des saisons et/ou des années humides. C'est la ressource que les aménagements régulateurs (réservoirs d'accumulation) ont pour objet de maîtriser.

Ressources en eau renouvelables exploitables totales (km³/an)
C'est la part des ressources en eau considérée disponible pour le développement dans certaines conditions techniques, économiques et écologiques. Ce chiffre tient compte de facteurs tels que la fiabilité de l'écoulement, les eaux souterraines qui peuvent être captées, l'écoulement minimal requis pour les utilisations écologiques, sociales et respectueuses de l'avenir, etc. Ces ressources sont également appelées ressources en eau gérables ou potentiel de développement hydrique.

Salinisation: Superficie salinisée par l'irrigation (ha)
Superficie totale des terres salinisées suite à la pratique de l'irrigation. Ne comprend pas les zones naturellement salées.

Superficie totale du pays (ha)
Superficie du pays, comprenant les plans d'eau. Ce chiffre peut ainsi être supérieur ou égal au total de la superficie terrestre du pays.

Superficie des terres arables (ha)
La définition officielle de la FAO pour les terres arables est la suivante: terres affectées aux cultures temporaires (les superficies récoltées deux fois n'étant comptées qu'une seule fois), les prairies temporaires à faucher ou à pâturer, les jardins maraîchers ou potagers, et les terres en jachères temporaires (moins de cinq ans). Les terres abandonnées suite à un transfert des cultures ne sont pas comptabilisées dans cette catégorie. La superficie des terres arables ne correspond donc pas ici à la superficie des terres potentiellement cultivables.

Superficie cultivée (ha)
La somme des terres arables et des superficies en cultures permanentes.

Superficie cultivable (ha)
Superficie des terres potentiellement adaptées à la mise en culture. Ce terme peut inclure ou non la superficie partielle ou complète des forêts et des pâturages. Les méthodes employées pour l'estimation de ces superficies peuvent varier selon les pays. Dans cette enquête, les valeurs nationales ont cependant été utilisées, lorsqu'elles étaient disponibles.

Superficie en cultures permanentes (ha)
La définition officielle de la FAO pour les superficies en cultures permanentes est la suivante: terres cultivées en cultures qui occupent la terre pour de longues périodes et ne nécessitent pas d'être replantées après chaque récolte, telles que le cacao, le café et l'hévéa; cette catégorie inclut les terres portant des arbustes à fleurs, des arbres fruitiers et à noix diverses, et des vignes, mais exclut les plantations d'arbres pour le bois ou le bois d'oeuvre.

Surexploitation des ressources en eau souterraines renouvelables: taux (km³/an)
Quantité totale d'eau prélevée en excès dans les aquifères renouvelables et qui n'est pas reconstituée (tarissement moyen des aquifères). Si ces prélèvements sont permanents, ils constituent une forme de surexploitation des aquifères renouvelables et risquent, à longue échéance, de provoquer le tarissement de l'aquifère.

Zones basses
Voir: Irrigation des zones basses - superficie équipée (ha).

Synthèse

Les 53 pays d'Afrique ont été regroupés en sept régions présentant une cohérence climatique et géographique qui influe fortement sur la problématique de l'irrigation. Ces régions (figure 5) et les pays inclus dans chaque région sont:

- Nord: Algérie, Égypte, Jamahiriya arabe libyenne, Maroc, Tunisie;
- Région Soudano-sahélienne: Burkina Faso, Cap-Vert, Djibouti, Érythrée, Gambie, Mali, Mauritanie, Niger, Sénégal, Somalie, Soudan, Tchad;
- Golfe de Guinée: Bénin, Côte d'Ivoire, Ghana, Guinée, Guinée-Bissau, Libéria, Nigéria, Sierra Leone, Togo;
- Centre: Angola, Cameroun, Congo, Gabon, Guinée équatoriale, République centrafricaine, République démocratique du Congo, Sao Tomé-et-Principe;
- Est: Burundi, Éthiopie, Kenya, Ouganda, République-Unie de Tanzanie, Rwanda;
- Sud: Afrique du Sud, Botswana, Lesotho, Malawi, Mozambique, Namibie, Swaziland, Zambie, Zimbabwe;
- Îles de l'océan Indien: Comores, Madagascar, Maurice, Seychelles.

Elles sont identiques à celles du précédent rapport «L'irrigation en Afrique en chiffres» (FAO, afin de permettre la comparaison avec les anciennes données. Cette synthèse présente les caractéristiques marquantes émanant des nouvelles données recueillies à l'échelle nationale pour les thèmes abordés dans les monographies par pays. L'intérêt de cette nouvelle enquête est l'actualisation des données, mais aussi l'évolution des tendances sur les dix dernières années.

GÉOGRAPHIE, CLIMAT ET POPULATION

La superficie totale de l'Afrique est de 30 millions de km², soit 22 pour cent des terres émergées. Les cinq pays les plus grands (Soudan, Algérie, République démocratique du Congo, Jamahiriya arabe libyenne et Tchad par ordre décroissant) représentent 34 pour cent de ce territoire, alors que les cinq plus petits (tous des îles: Cap-Vert, Comores, Maurice, Sao Tomé-et-Principe, Seychelles) en constituent à peine plus de 3 pour cent (tableaux 1 et 22). Les superficies cultivées totalisent environ 211 millions d'hectares, soit 27 pour cent des superficies cultivables du continent. La région Soudano-sahélienne est celle qui possède le potentiel de terres cultivables le plus important, mais en exploite seulement 19 pour cent contre plus de 40 pour cent dans le Nord, le golfe de Guinée et les îles (tableau 1).

Le climat de l'Afrique est influencé par l'équateur et les deux tropiques qui la traversent, et par ses deux grands déserts (le Sahara dans l'hémisphère nord, et le Kalahari dans l'hémisphère sud). Des climats très divers se juxtaposent donc, allant de l'aride très sec à l'équatorial humide en passant par des climats plus tempérés (figure 6).

La population africaine s'élevait à 868 millions d'habitants en 2004, représentant environ 14 pour cent de la population mondiale (tableaux 2 et 32). Le Nigéria, situé dans le golfe de Guinée, est le pays le plus peuplé, hébergeant à lui seul 15 pour cent de la population africaine (tableau 23 et figure 1). La part de la population vivant en milieu rural (61 pour cent) est supérieure à la moyenne mondiale (51 pour cent). Ce taux connaît cependant des extrêmes très distincts entre le Nord où le pourcentage est inférieur à la valeur mondiale (48 pour cent) et l'Est qui détient le plus fort taux du continent (76 pour cent). La densité moyenne de 29 habitants/km² est elle aussi très hétérogène selon les pays et les régions (figure 7). Les cinq pays les plus densément

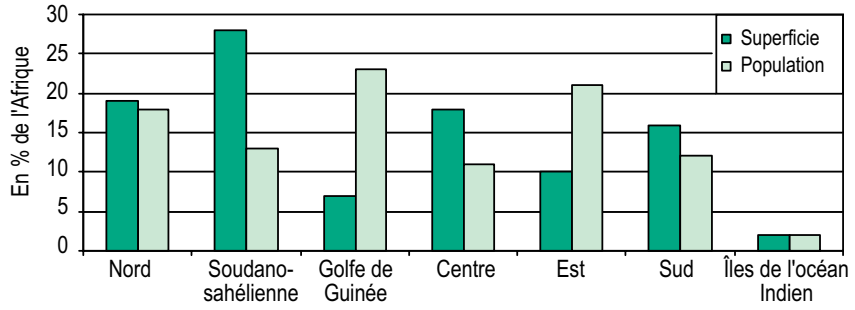
TABLEAU 1
Distribution régionale des superficies cultivables et cultivées

Région	Superficies cultivables	Superficies cultivées 2002	
		Superficie	en % des superficies cultivables
	(ha)	(ha)	(%)
Nord	65 320 000	28 028 178	43
Soudano-sahélienne	208 256 000	38 764 012	19
Golfe de Guinée	119 860 000	54 964 000	46
Centre	173 060 000	21 303 000	12
Est	82 853 400	30 869 000	37
Sud	113 678 650	32 950 000	29
Îles de l'océan Indien	8 307 000	3 795 000	46
AFRIQUE	**771 335 050**	**210 673 190**	**27**

TABLEAU 2
Distribution régionale de la superficie et de la population

Région	Superficie		Population 2004				
	km²	% de l'Afrique	Habitants (millions)	% de l'Afrique	% vivant en milieu rural	densité (hab/km²)	% des actifs engagés dans le secteur agricole
Nord	5 752 890	19	152.4	18	48	26	28
Soudano-sahélienne	8 587 030	28	113.0	13	66	13	72
Golfe de Guinée	2 119 270	7	196.1	23	54	93	40
Centre	5 328 660	18	94.5	11	62	18	62
Est	2 924 970	10	184.8	21	76	63	79
Sud	4 736 260	16	107.3	12	57	23	46
Îles de l'océan Indien	591 760	2	20.0	2	72	34	69
AFRIQUE	**30 040 840**	**100**	**868.1**	**100**	**61**	**29**	**55**

FIGURE 1
Distribution régionale de la superficie et de la population



peuplés sont Maurice, les Comores, le Rwanda, le Burundi et les Seychelles, avec respectivement des densités nationales de 604, 354, 322, 254 et 182 habitants/km² (tableau 23). À l'échelle du continent, une forte concentration est à noter dans le golfe de Guinée (93 habitants/km²), alors que la région Soudano-sahélienne n'est guère peuplée dans l'ensemble (13 habitants/km²). En 2000, 300 millions d'Africains n'avaient pas accès à l'eau potable, soit plus d'un quart de la population totale. La même année l'espérance de vie moyenne y était de 41 ans.

Région Nord

La région du Nord, constituée de l'Algérie, de l'Égypte, de la Jamahiriya arabe libyenne, du Maroc et de la Tunisie, s'étend sur près de 6 millions de km², soit 19 pour cent du

continent (tableau 1). L'Algérie représente à elle seule 40 pour cent de la superficie de cette région (tableau 22). Chacun des pays de la région dispose d'un accès à la mer Méditerranée. Sur les 65 millions d'hectares cultivables, seuls 28 millions sont cultivés, soit 43 pour cent du potentiel.

Cette région est délimitée au nord par la mer Méditerranée et au sud par le désert du Sahara, les deux ayant une forte influence sur le climat: beaucoup plus tempéré au nord, il devient très aride au sud. Les précipitations moyennes annuelles sur la région n'atteignent que 96 mm (Sahara occidental non inclus), variant de 750 mm à l'extrême nord-ouest du Maroc à près de 0 mm dans le sud de l'Égypte.

Le Nord avait, en 2004, 153 millions d'habitants, à 48 pour cent ruraux (tableau 2). L'Égypte héberge la moitié d'entre eux (tableau 23). La densité moyenne de 26 habitants/km² pour la région est égale à la densité moyenne du continent, mais la population se concentre principalement sur les côtes de la Méditerranée et dans le delta et la vallée du Nil. La densité peut y atteindre 1 165 habitants/km², alors que le désert est pratiquement inhabité. La croissance démographique annuelle, 1.9 pour cent sur la période 1994-2004, est faible dans l'ensemble: elle varie entre 1.2 pour cent en Tunisie et 2.2 pour cent en Jamahiriya arabe libyenne; et est réduite par rapport à la décennie précédente (2.5 pour cent en 1984-1994).

Région Soudano-sahélienne

Elle est constituée de douze pays: Burkina Faso, Cap-Vert, Djibouti, Érythrée, Gambie, Mali, Mauritanie, Niger, Sénégal, Somalie, Soudan et Tchad. Elle s'étend sur une superficie de 8.6 millions de km², soit 28 pour cent du continent (tableau 1). Le Soudan, le plus grand pays du continent, représente à lui seul 29 pour cent de ce territoire (tableau 22). Quatre de ces pays sont totalement enclavés: le Burkina Faso, le Mali, le Niger et le Tchad. En 2000, les superficies cultivables couvraient 208 millions d'hectares (dont 50 pour cent au Soudan) et les cultures près de 39 millions d'hectares, soit près de 19 pour cent des superficies cultivables.

Cette région s'étend du nord du désert du Sahara jusqu'à la région du golfe de Guinée plus arrosée au sud. Le climat est donc aride dans l'ensemble, de type sahélien ou soudano-sahélien et caractérisé par deux saisons. Les précipitations moyennes annuelles de la région s'élèvent à 311 mm, avec cependant des variations allant de 25 mm dans le nord du Soudan à plus de 1 600 mm au sud de ce même pays. L'évapotranspiration moyenne est d'environ 2 000 mm/an, mais elle peut atteindre 8 000 mm/an dans le bassin du Gash Barkar en Érythrée.

Près de 113 millions de personnes vivaient dans la région en 2004, soit une densité de 13 habitants/km², la plus faible du continent (tableau 2). Les densités moyennes nationales varient cependant entre 3 habitants/km² en Mauritanie et 129 habitants/km² en Gambie (tableau 23). Cette population est rurale à 66 pour cent, pourtant 84 pour cent des habitants de Djibouti se concentrent en milieu urbain, en particulier dans la capitale. La croissance démographique annuelle régionale de 3.2 pour cent sur la période 1994-2004 est la plus élevée du continent. Elle a peu évoluée par rapport à la période 1984-1994 où elle atteignait presque 3.3 pour cent par an.

Région Golfe de Guinée

Neuf pays composent cette région: le Bénin, la Côte d'Ivoire, le Ghana, la Guinée, la Guinée-Bissau, le Libéria, le Nigéria, la Sierra Leone et le Togo. Ils couvrent une superficie totalisant 2.1 millions de km², soit 7 pour cent du continent, et le Nigéria compte pour 44 pour cent de cette superficie (tableaux 1 et 22). Sur les 120 millions d'hectares cultivables, près de 55 millions d'hectares étaient cultivés en 2002 (46 pour cent du potentiel).

La région est délimitée au nord par la région Soudano-sahélienne et au sud par l'océan Atlantique. Le climat est soudanien au nord à tropical chaud et humide au

sud. Les précipitations moyennes annuelles de la région atteignent 1 356 mm, avec cependant des variations entre les pays: de 1 039 mm/an au Bénin à 2 526 mm/an en Sierra Leone. L'évapotranspiration s'accroît passant de 1 500 mm/an au sud du Togo à 5 200 mm/an au nord du Nigéria.

La population atteignait 196 millions d'habitants en 2004, dont 65 pour cent vivaient au Nigéria (tableau 2). La densité moyenne, 93 habitants/km² est la plus forte du continent, cependant elle connaît de très importantes variations entre les pays et au sein même de chaque pays; elle va de 31 habitants/km² au Libéria à 138 habitants/km² au Nigéria, et de 16 habitants/km² à Beyla dans la province de la Guinée forestière en Guinée à 2 429 habitants/km² dans sa capitale Conakry (tableau 23). La population est rurale à 54 pour cent. La croissance démographique annuelle atteint à peine 1.7 pour cent au Ghana, alors qu'elle s'élève à 2.9 pour cent en Guinée-Bissau, avec une moyenne régionale sur la période 1994-2004 de 2.8 pour cent par an, contre 3.4 pour cent par an entre 1984 et 1994.

Région Centre

Cette région regroupe huit pays: Angola, Cameroun, Congo, Gabon, Guinée équatoriale, République centrafricaine, République démocratique du Congo et Sao Tomé-et-Principe. Ils couvrent une superficie totale de 5.3 millions de km², soit 18 pour cent du continent (tableau 1). Les superficies cultivées en 2002 s'étendaient sur environ 21 millions d'hectares, soit 12 pour cent des 173 millions d'hectares de la superficie cultivable (tableau 22).

La République centrafricaine est le seul pays de la région complètement enclavé. Le climat varie de tropical sec ou humide à équatorial, selon les pays. Les précipitations moyennes (1 425mm/an) ont leurs extrêmes à Sao Tomé-et-Principe: de 900 mm/an au nord-est à 6 000 mm/an au sud-ouest, alors qu'à l'échelle nationale, les moyennes s'étalent entre 1 010 mm/an en Angola et 3 200 mm/an à Sao Tomé-et-Principe. L'évapotranspiration s'échelonne de 1 200 mm/an à 2 200 mm/an.

La région héberge 94.5 millions d'habitants, soit 11 pour cent de la population africaine, dont 56 pour cent vivent en République démocratique du Congo qui est aussi le pays le plus étendu (44 pour cent de la superficie régionale). La densité très faible, 18 habitants/km², varie cependant entre 5 habitants/km² au Gabon et 172 habitants/km² à Sao Tomé-et-Principe (tableaux 2 et 23). La croissance démographique annuelle est comprise entre 1.5 pour cent en République centrafricaine et 3.3 pour cent en République démocratique du Congo, soit une moyenne régionale de 2.7 pour cent entre 1994 et 2004 et une baisse importante par rapport à la décennie écoulée (3.6 pour cent).

Région Est

La région de l'Est comprend six pays: Burundi, Éthiopie, Kenya, Ouganda, République-Unie de Tanzanie et Rwanda, totalisant près de 3 millions de km², soit 10 pour cent de l'Afrique (tableau 1). L'Éthiopie et la République-Unie de Tanzanie constituent 70 pour cent du territoire de cette région (tableau 22). Le Burundi, l'Éthiopie, le Rwanda et l'Ouganda sont enclavés. Les superficies cultivables couvrent 83 millions d'hectares et les superficies cultivées 37 pour cent de ces dernières.

La région de l'Est délimitée au nord-ouest, nord et nord-est par la région Soudano-sahélienne, à l'est par l'océan Indien, au sud par la région du Sud, et à l'ouest par la région du Centre. Le climat est donc très diversifié: aride dans certaines parties d'Éthiopie et du Kenya, il devient équatorial en Ouganda, tropical à l'ouest du Burundi dans la plaine de l'Imbo près du lac Tanganyika, et tropical tempéré en altitude au Rwanda et en République-Unie de Tanzanie. Les précipitations annuelles moyennes réparties sur une seule ou deux périodes sont de 920 mm, mais varient de moins de 100

mm dans le nord-est de l'Éthiopie à 3 000 mm dans certaines régions de République-Unie de Tanzanie.

La population s'élève à 185 millions d'habitants, soit 21 pour cent de la population africaine (tableau 2). La densité de 63 habitants/km² va de 40 habitants/km² en République-Unie de Tanzanie à 322 habitants/km² au Rwanda (tableau 23). La croissance démographique annuelle de cette région sur la période 1994-2004 atteignait 2.9 pour cent, mais était comprise entre 1.8 pour cent et 3 pour cent par an sur les dernières années selon les pays.

Région Sud

Le Sud se compose de neuf pays: Afrique du Sud, Botswana, Lesotho, Malawi, Mozambique, Namibie, Swaziland, Zambie et Zimbabwe. Sa superficie atteint 4.7 millions de km², c'est-à-dire 16 pour cent du continent (tableau 1). L'Afrique du Sud, la Namibie et le Mozambique réunis en couvrent plus de 60 pour cent (tableau 22). Les cultures s'étendent sur environ 33 millions d'hectares, soit 29 pour cent des superficies cultivables qui totalisent 114 millions d'hectares.

La région est délimitée au nord-ouest par la région du Centre, au nord-est par celle de l'Est, et à l'ouest, au sud et à l'est par les océans Atlantique et Indien qui se rejoignent au Cap de Bonne Espérance. Trois seulement de ces pays se partagent l'accès aux océans: la Namibie, l'Afrique du Sud et le Mozambique, tous les autres étant enclavés. Les plaines côtières, le désert broussailleux du Kalahari d'une superficie totale d'environ 500 000 km² (couvrant une large part du Botswana et s'étendant vers la Namibie et l'Afrique du Sud), et le grand Rift africain sont les principaux paysages rencontrés dans la région. Aride dans les déserts et tempéré en altitude (Lesotho), le climat est tropical-subtropical dans le reste de la région. Les pluies se produisent principalement en été austral, c'est-à-dire d'octobre à avril, sauf près du Cap en Afrique du Sud où le climat est méditerranéen et les pluies surviennent en hiver. Les précipitations moyennes annuelles de la région s'élèvent à 659 mm avec des variations importantes: de moins de 100 mm dans le désert à plus de 2 000 mm au nord du Mozambique. Le pays le plus arrosé est le Malawi avec des précipitations moyennes de 1 181 mm/an, et le moins humide la Namibie où ne tombent que 285 mm/an. L'évapotranspiration peut dépasser 3 700 mm/an dans certaines zones de la Namibie.

La région accueille une population totale de 107 millions d'habitants, à 57 pour cent ruraux (tableau 2). La densité globale est donc assez faible avec 23 habitants/km² et va de 2.4 habitants/km² en Namibie à 104 habitants/km² au Malawi (tableau 23). La croissance démographique est aussi limitée: elle est inférieure ou égale à 2 pour cent par an pour tous les pays. Au cours des deux dernières décennies, elle a fléchi, passant de 2.8 pour cent par an en 1984-1994 à 1.7 pour cent par an en 1994-2004, du fait de la prévalence très élevée du VIH/SIDA (de 12.2 pour cent au Mozambique à 38.8 pour cent au Swaziland fin 2003 parmi les personnes âgées de 15 à 49 ans) qui a provoqué en outre une forte réduction de l'espérance de vie moyenne de la région qui est tombée de 48 ans en 1970 à 38 ans en 2003 (tableau 23).

Région Îles de l'océan Indien

Madagascar représente plus de 99 pour cent des 591 760 km² de cette région à laquelle appartiennent les Comores, Maurice et les Seychelles (tableaux 1 et 22). Les 3.8 millions d'hectares de cultures, dont une très importante partie revient à Madagascar, couvrent 46 pour cent des superficies cultivables (8.3 millions d'hectares).

À Madagascar, le climat varie de semi-aride à tropical humide, alors qu'il est dans l'ensemble tropical humide aux Seychelles et aux Comores, et sub-tropical à maritime tempéré à Maurice. Les précipitations annuelles moyennes s'élèvent à 1 510 mm, avec cependant de grandes différences entre les îles: 900 mm pour les Comores à 2 040 mm pour l'Ile Maurice.

La population totale des quatre îles totalise 20 millions d'habitants, malgaches à 90 pour cent (tableaux 2 et 23). La densité globale est assez faible (34 habitants/km²) mais de grandes disparités se présentent entre Madagascar (30 habitants/km²) et les trois autres îles (446 habitants/km² en moyenne). La croissance démographique de la région a reculé, passant de 3.2 pour cent par an en 1984-1994 à 3 pour cent par an en 1994-2004. Cependant d'importantes disparités entre les îles la caractérise puisque les Seychelles ont la plus faible croissance démographique nationale du continent (1 pour cent par an) et les Comores l'une des plus importantes (2.9 pour cent par an).

ÉCONOMIE, AGRICULTURE ET SÉCURITÉ ALIMENTAIRE

La pauvreté est fréquente et parfois extrême en Afrique: 34 des 49 pays les moins avancés (PMA) sont africains et 315 millions de personnes, soit 36 pour cent de l'ensemble de la population, survivent avec moins d'un dollar EU par jour. La somme des PIB nationaux en 2003 s'élevait à 641 000 millions de dollars EU, soit 5 pour cent à peine du PIB des seuls États-Unis. Elle correspond à un PIB par habitant de 738 dollars EU en moyenne, valeur qui est très inégale selon les pays: l'Éthiopie n'a que 91 dollars EU/habitant, alors qu'aux Seychelles cette valeur atteint 8 890 dollars EU/habitant. L'indice de développement humain (IDH compris entre 0 et 1) varie de 0.273 en Sierra Leone à 0.853 aux Seychelles (35ème sur un total de 177 pays), alors que les 19 pays ayant le plus faible IDH sont africains. L'IDH pour le Libéria et la Somalie n'est pas connu.

La valeur ajoutée du secteur primaire (agriculture) contribuait en 2003 pour 2.5 pour cent au PIB au Botswana et pour 60.8 pour cent en République centrafricaine, avec une moyenne pour l'ensemble de l'Afrique de 17.7 pour cent. Le secteur agricole occupe plus de la moitié des actifs africains (tableau 2). Les régions du Nord (28 pour cent), du golfe de Guinée (40 pour cent) et du Sud (46 pour cent) font cependant exception. Au Nord, plus développé, on trouve moins d'agriculture et plus d'industries et de services. Le Nigéria, grand pays pétrolier, influence les données de la région du golfe de Guinée. Enfin, l'Afrique du Sud (dont le développement est très marqué), la Namibie et le Botswana, trois pays où a régné l'apartheid, sont responsables de ce pourcentage réduit d'actifs agricoles. À l'échelle des pays, le Burundi et le Rwanda où 90 pour cent des actifs sont occupés dans le secteur primaire sont les pays où les superficies cultivables par habitant sont les plus limitées du continent (moins de 0.2 hectare par personne). Inversement, la Namibie et le Gabon disposant des plus grandes superficies cultivables par personne (12.4 et 11.2 hectares respectivement) emploient dans le secteur primaire moins de 40 pour cent de leurs actifs. La Jamahiriya arabe libyenne avec 5 pour cent de ses actifs en agriculture est le pays qui en affecte le moins à ce secteur, près de 23 hectares étant cultivés par actif agricole.

La pandémie du VIH/SIDA (tableau 23) a pris une telle ampleur qu'elle influence désormais l'économie des pays les plus touchés. Près des deux tiers (64 pour cent) de toutes les personnes atteintes du SIDA vivent en Afrique subsaharienne, de même que plus des trois quarts (76 pour cent) de toutes les femmes du monde ayant contracté cette maladie. La prévalence dans cette région avoisinait 7.4 pour cent fin 2004. La région du Nord a un taux de prévalence inférieure à 0.3 pour cent pour les personnes de 15-49 ans, le Mozambique avec 12.2 pour cent étant le pays le moins touché de la région du Sud. Quatre pays de la région du Sud ont un taux de prévalence compris entre 20 et 30 pour cent: la Namibie, l'Afrique du Sud, le Zimbabwe et le Lesotho par ordre croissant; au Botswana et au Swaziland les taux sont encore plus élevés: 37.3 et 38.8 pour cent respectivement. Entre ces deux extrêmes, se répartissent les autres régions: le taux de prévalence national va de 0.6 à 4.8 pour cent dans la région Soudano-sahélienne, de 1 à 7 pour cent dans le golfe de Guinée, de 4.1 à 8.8 pour cent dans l'Est, et de 3.9 à 13.5 pour cent dans le Centre. Seul le taux de prévalence de Madagascar est connu (1.7 pour cent) dans la région des îles de l'océan Indien.

Cette maladie cause une augmentation significative de la pauvreté rurale et de la malnutrition, deux fléaux déjà largement répandus en Afrique. Elle aggrave les difficultés pour les femmes rurales; en effet, les taux d'infection peuvent être de 3 à 5 fois plus élevés chez les femmes que chez les hommes. Enfin, la maladie exerce un impact défavorable notable sur la sécurité alimentaire des foyers, ainsi que sur la production alimentaire nationale du fait de la perte de travailleurs agricoles, notamment dans les pays où l'agriculture contribue de façon marquée au PIB. En effet, le plus grand nombre de personnes infectées se trouvent dans la tranche d'âge de 15 à 49 ans, c'est-à-dire le groupe le plus productif de la population. De ce fait, la composition de la population s'est modifiée aboutissant à une situation où prédominent les personnes âgées et les jeunes. Quand est atteint un membre de la famille, celle-ci doit non seulement compenser le manque à gagner mais prendre aussi soin du malade.

La FAO estimait en 2004 que dans les 25 pays les plus touchés d'Afrique, environ 7 millions de travailleurs agricoles avaient été victimes du SIDA depuis 1985; 16 millions de plus pourraient l'être avant 2020. Les pays africains les plus touchés pourraient perdre jusqu'à 26 pour cent de leur force de travail au cours des deux prochaines décennies. L'espérance de vie moyenne en Afrique subsaharienne est maintenant de 47 ans, alors qu'elle aurait été de 62 ans sans le SIDA. Au Botswana, l'espérance de vie à la naissance est tombé pour atteindre son niveau de 1950; le Zimbabwe a accusé la chute la plus brutale, son espérance de vie passant de 55 ans en 1970 à 33 ans en 2003.

RESSOURCES EN EAU

Ressources en eau renouvelables

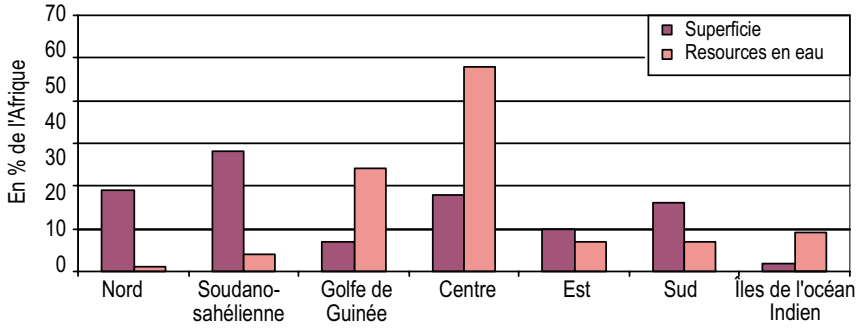
Les précipitations annuelles en Afrique totalisent 20 360 km³ environ, soit une moyenne à l'échelle du continent de 678 mm (figure 6). Là encore les disparités entre pays et régions sont très importantes. Le pays le moins arrosé est l'Égypte avec 51 mm/an en moyenne, suivi de près par la Jamahiriya arabe libyenne (56 mm/an) et l'Algérie (89 mm/an), ce qui donne l'impression que le Maroc (346 mm/an) et la Tunisie (207 mm/an) sont très avantagés dans cette région du Nord (tableau 24). Cette dernière est la moins arrosée du continent avec une moyenne de 96 mm/an. Les pays ayant des précipitations dépassant les 2 000 mm/an (Sao Tomé-et-Principe avec 3 200 mm/an, Sierra Leone 2 526 mm/an, Seychelles 2 330 mm/an, Libéria 2 390 mm/an, Guinée équatoriale 2 156 mm/an, Maurice 2 041 mm/an) appartiennent aux régions du golfe de Guinée, du Centre et des îles de l'océan Indien qui sont les plus pluvieuses (tableau 3). La région du Centre avec plus de 7 500 km³/an, reçoit 37 pour cent des précipitations de l'Afrique sur une superficie comptant pour moins de 20 pour cent. À l'opposé, la région du Nord, d'une superficie proche de celle du Centre, en reçoit moins de 3 pour cent.

Les ressources en eau renouvelables de l'ensemble de l'Afrique totalisent 3 931 km³ environ, soit moins de 9 pour cent des ressources renouvelables mondiales (figure 8 et tableau 32). La région du Centre est la mieux dotée avec 48 pour cent des ressources

TABLEAU 3
Distribution régionale des ressources en eau

Région	Précipitations annuelles		Ressources en eau renouvelables internes annuelles		
	Hauteur (mm)	Volume (millions de m³)	Volume (millions de m³)	en % de l'Afrique (%)	par habitant (2004) (m³)
Nord	96	549 959	46 842	1	307
Soudano-sahélienne	311	2 671 364	159 600	4	1 413
Golfe de Guinée	1 356	2 873 971	951 940	24	4 853
Centre	1 425	7 592 517	1 876 180	48	19 845
Est	920	2 665 720	285 260	7	1 544
Sud	659	3 110 159	270 130	7	2 518
Îles de l'océan Indien	1 510	895 250	340 951	9	17 042
AFRIQUE	**678**	**20 358 940**	**3 930 903**	**100**	**4 528**

FIGURE 2
Distribution régionale de la superficie et des ressources en eau



du continent pour seulement 18 pour cent de sa superficie (figure 2). Avec 24 pour cent des ressources africaines, le golfe de Guinée est lui aussi bien approvisionné en eau. En revanche, la région du Nord est la plus désavantagée avec moins d'un pour cent des ressources renouvelables pour une superficie équivalente à 19 pour cent de l'Afrique. La République démocratique du Congo qui détient 900 km³ de ressources renouvelables internes représente, à elle seule, 23 pour cent des ressources africaines. La Jamahiriya arabe libyenne, quant à elle, ne peut se prévaloir que de 0.01 pour cent de celles-ci.

Les ressources renouvelables internes par habitant ont diminué depuis la précédente enquête d'AQUASTAT pour atteindre en 2004 une moyenne de 4 530 m³/habitant, variant au niveau des régions entre 307 m³/habitant dans le Nord et 19 845 m³/habitant dans le Centre. À l'échelle des pays, les extrêmes se situent en Égypte avec 25 m³/habitant et au Gabon avec 121 392 m³/habitant (tableau 24). Cependant la distribution des ressources renouvelables totales est différente du fait des bassins internationaux et interrégionaux, des extrêmes se rencontrant en Jamahiriya arabe libyenne avec 106 m³/habitant et au Congo avec 217 915 m³/habitant. En effet, grâce à un accord avec le Soudan, l'Égypte bénéficie d'apports extérieurs (du Nil) très importants; de même, le Congo profite des ressources du fleuve Congo provenant des pays en amont, contrairement à la Jamahiriya arabe libyenne et au Gabon qui ne disposent d'aucune ressource externe. L'indice de dépendance, qui permet de quantifier la portion des ressources renouvelables générée en dehors du pays et, dès lors, la dépendance du pays vis-à-vis des ressources extérieures, est donc nul pour ces deux derniers pays (tableau 24).

Le tableau 4 présente les ressources en eau renouvelables internes et totales relatives à sept pays pour lesquels les ressources par habitant sont très réduites. En ce qui

TABLEAU 4
Pays ayant des ressources en eau inférieures à 500 m³/habitant par an

Pays	Ressources en eau renouvelables internes par habitant et par an (m³)		Ressources en eau renouvelables totales par habitant et par an (m³)	
	1994	2004	1994	2004
Algérie	411	348	427	361
Djibouti	537	421	537	421
Égypte	30	25	964	794
Jamahiriya arabe libyenne	129	106	129	106
Mauritanie	178	134	5 087	3 826
Niger	401	282	3 852	2 710
Tunisie	476	422	521	462

concerne les ressources en eau renouvelables internes, les sept pays ont actuellement des ressources inférieures au seuil critique de 500 m³/habitant par an, alors qu'en 1994 Djibouti dépassait légèrement ce seuil. Compte tenu des fleuves internationaux dont les ressources sont partagées avec les pays en amont, l'Égypte, la Mauritanie et le Niger, grâce au Nil, au fleuve Sénégal et au fleuve Niger respectivement, s'établissent au-dessus de ce seuil pour les ressources en eau renouvelables totales. Seuls l'Algérie, Djibouti, la Jamahiriya arabe libyenne et la Tunisie demeurent en dessous ne bénéficiant pas (indice de dépendance nul pour Djibouti et la Jamahiriya arabe libyenne) ou bénéficiant peu (indice inférieur à 10 pour cent pour l'Algérie et la Tunisie) d'apports extérieurs. Il faut souligner le cas particulier de l'Égypte qui, de 25 m³/habitant de ressources internes en 2004, voit ses ressources totales s'élever à près de 800 m³/habitant en 2004, grâce aux eaux du Nil. Son indice de dépendance est donc très élevé (97 pour cent), mais une large part de cet apport (55.5 km³ soit 98 pour cent) est sécurisée par un traité avec le Soudan, en amont du Nil.

Eaux internationales

Les grands bassins internationaux sont par ordre décroissant de superficie: le Congo (Zaïre), le Nil, le lac Tchad, le Niger, le Zambèze, l'Orange, le Sénégal, le Limpopo, et la Volta. Ces neufs bassins couvrent près de la moitié du continent (tableau 5 et figure 9).

La gestion de leurs eaux, partagées entre plusieurs pays, se réalise à travers des organisations de bassin regroupant l'ensemble ou une partie des pays inclus dans un même bassin. Parmi ceux cités précédemment seul le bassin du fleuve Congo ne dispose pas de ce type d'organisation pour la coordination des actions liées aux ressources hydriques des neuf États compris dans son bassin, bien qu'il s'agisse du plus grand bassin fluvial africain. Les organisations gérant les autres bassins sont:

- L'*Initiative du bassin du Nil* ou *Nile Basin Initiative (*NBI), créée en 1999 à l'initiative du Conseil des ministres des ressources hydriques des États du bassin du Nil (Nile COM), fait suite à un premier accord en 1959 entre l'Égypte et le Soudan sur les eaux du fleuve, puis au Comité de coopération technique pour la promotion du développement et de la protection environnementale du bassin du Nil (TECCONILE) en 1993. Parmi les dix pays compris dans le bassin du Nil (Burundi, Égypte, Érythrée, Éthiopie, Kenya, Ouganda, République démocratique du Congo, République-Unie de Tanzanie, Rwanda et Soudan), seule l'Érythrée ne fait pas partie de la NBI,

TABLEAU 5
Les neuf grands bassins internationaux

Bassin	Superficie		Pays inclus
	km²	% de l'Afrique	
Congo/ Zaïre	3 789 053	12.5	Angola, Burundi, Cameroun, Congo, République centrafricaine, République démocratique du Congo, République-Unie de Tanzanie, Rwanda, Zambie
Nil	3 112 369	10.3	Burundi, Égypte, Érythrée, Éthiopie, Kenya, Ouganda, République démocratique du Congo, République-Unie de Tanzanie, Rwanda, Soudan
Lac Tchad	2 381 635	7.8	Algérie, Cameroun, Niger, Nigéria, République centrafricaine, Soudan, Tchad
Niger	2 273 946	7.5	Algérie, Bénin, Burkina Faso, Cameroun, Côte d'Ivoire, Guinée, Mali, Niger, Nigéria, Tchad
Zambèze	1 340 291	4.5	Angola, Botswana, Malawi, Mozambique, Namibie, République-Unie de Tanzanie, Zambie, Zimbabwe
Orange-Senqu	896 368	3.0	Afrique du Sud, Botswana, Lesotho, Namibie
Sénégal	483 181	1.6	Guinée, Mali, Mauritanie, Sénégal
Limpopo	412 938	1.3	Afrique du Sud, Botswana, Mozambique, Zimbabwe
Volta	394 196	1.3	Bénin, Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Ghana, Mali, Togo
TOTAL	**15 083 977**	**42.3**	

mais en est un «membre éventuel». Elle participe toutefois au dialogue du Nile COM en tant qu'observateur. L'initiative cherche à réaliser un développement socioéconomique durable à travers l'utilisation des ressources en eau du bassin du Nil et le partage équitable de leurs bénéfices. Ses principaux objectifs sont donc de: (i) développer les ressources hydriques du Nil d'une manière équitable et durable pour assurer la prospérité, la sécurité et la paix pour les habitants; (ii) garantir une gestion efficace de l'eau et un usage optimal des ressources; (iii) promouvoir la coopération et l'action concertée entre les pays membres; et (iv) viser l'éradication de la pauvreté et l'intégration économique.

- La *Commission du bassin du lac Tchad* (CBLT) a été créée le 24 mai 1964 par la volonté des Chefs d'États riverains du lac Tchad (Cameroun, Niger, Nigéria, Tchad). La République centrafricaine deviendra le cinquième État membre en 1994. L'Algérie et le Soudan, inclus eux aussi dans le bassin du lac, ne font pas partie de ce «bassin conventionnel». Les principaux objectifs de la CBLT sont: (i) la préservation des ressources limitées en eau; (ii) la restauration du niveau du lac Tchad qui constitue une des plus grandes zones humides d'Afrique; (iii) la lutte contre la désertification par la fixation des dunes; (iv) la lutte contre l'érosion et la conduite de programmes de régénération végétale; et (v) et la collecte des données sur les ressources pour une gestion efficace du bassin.
- L'*Autorité du bassin du Niger* (ABN) créée en 1980, a pris la relève de la Commission du fleuve Niger créée elle-même en 1964. Sur les dix pays inclus dans le bassin (Algérie, Bénin, Burkina Faso, Cameroun, Côte d'Ivoire, Guinée, Mali, Niger, Nigéria, Tchad), seule l'Algérie ne fait pas partie de l'ABN. L'Autorité a pour objectif «de promouvoir la coopération, entre les pays membres et d'assurer un développement intégré du bassin dans tous les domaines par la mise en valeur de ses ressources, notamment en matière d'énergie, d'hydraulique, d'agriculture, d'élevage, de pêche, de pisciculture, de sylviculture, d'exploitation forestière, de transport et communication et d'industrie». Pour ce faire, il faudra réaliser les trois objectifs suivants: (i) harmoniser et coordonner les politiques nationales de mise en valeur des ressources du bassin; (ii) planifier le développement du bassin en élaborant et en exécutant un «Plan de développement intégré du bassin»; et (iii) concevoir, réaliser, exploiter et entretenir des ouvrages et des projets communs.
- La *Zambezi Watercourse Commission* (ZAMCOM) a été signée en 2004 par les huit pays compris dans le bassin du Zambèze: Angola, Botswana, Malawi, Mozambique, Namibie, République-Unie de Tanzanie, Zambie et Zimbabwe. Les négociations pour la création de cet organisme de bassin datent des années 1980, mais ont été interrompues au début des années 1990 pour permettre les discussions sur le Protocole des fleuves partagés du SADC signé en 1995. L'objectif de cette commission est de promouvoir l'utilisation équitable et raisonnable des ressources en eau du Zambèze, ainsi que leur gestion efficace et le développement durable. La «*Zambezi River Authority*» (ZRA) regroupe les gouvernements de la Zambie et du Zimbabwe pour la gestion conjointe du fleuve, mais se concentre plus particulièrement sur la gestion du barrage Kariba, situé sur la frontière tracée par le fleuve lui-même.
- *La Commission du fleuve Orange-Senqu* (ORASECOM) créée en 2000 par les quatre États inclus dans le bassin: Afrique du Sud, Botswana, Lesotho, et Namibie. Elle est chargée de prendre les mesures nécessaires pour étudier le potentiel des ressources du bassin. En même temps, les capacités humaines et institutionnelles doivent être renforcées pour faciliter la gestion intégrée et efficace des ressources en eau qui rendra possible le développement durable de chacun des pays du bassin.

- L'*Organisation pour la mise en valeur du fleuve Sénégal* (OMVS) créée en 1972 comprend le Mali, la Mauritanie et le Sénégal. La Guinée, bien qu'elle partage les eaux du bassin, n'en est pas membre s'étant retirée de la précédente organisation (Organisation des États riverains du Sénégal de 1968). L'OMVS a pris la relève de précédentes organisations, à savoir la Mission d'études et d'aménagement du fleuve Sénégal (MEAF) créée en 1934, la Mission d'aménagement du fleuve Sénégal (MAS) en 1938 qui devient en 1959 un organe commun de mise en valeur du fleuve au service des trois États autonomes, le Comité inter-États en 1963 incluant aussi la Guinée, et enfin l'Organisation des États riverains du fleuve Sénégal en 1968. Sa mission est: (i) de réaliser l'objectif d'autosuffisance alimentaire pour les populations du bassin et de la sous région; (ii) de sécuriser et d'améliorer les revenus des populations de la vallée; (iii) de préserver l'équilibre des écosystèmes dans la sous-région et plus particulièrement dans le bassin; (iv) de réduire la vulnérabilité des économies des États membres face aux aléas climatiques et aux facteurs extérieurs; et enfin (v) d'accélérer le développement économique des États membres.
- En 2002, les quatre pays riverains du Limpopo (Afrique du Sud, Botswana, Mozambique et Zimbabwe) s'employaient à mettre en place la *Commission du Basin du Limpopo* (LIMCOM) qui devait remplacer le comité technique permanent du bassin du Limpopo.
- Un organisme n'existe pas encore pour le bassin de la Volta, mais sa création semble imminente. Parmi les six pays du bassin (Bénin, Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Ghana, Mali et Togo), le Ghana et le Burkina Faso ont déjà renforcé leur concertation pour la gestion de leurs ressources en eau partagées au titre du Projet d'amélioration de la gouvernance de l'eau dans le bassin de la Volta (PAGEV) lancé en juillet 2004. La première session du *Comité technique du bassin de la Volta* (CTBV), regroupant des experts des ministères chargés de l'eau des six États partageant le bassin de la Volta, s'est tenue en mars 2005. Elle a permis l'adoption du règlement intérieur et l'élection du bureau CTBV dont la mission est d'oeuvrer pour la mise en place d'un organisme du bassin de la Volta.

Barrages

La capacité des barrages en Afrique est de 798 km³ dont 726 km³ concernent 53 grands barrages installés dans 22 bassins hydrographiques (tableau 25). Sur les neuf grands fleuves internationaux indiqués au tableau 5 sont construits 31 grands barrages d'une capacité de 643 km³. Les capacités des barrages connaissent de grandes variations entre les régions. Le Sud renferme plus d'un tiers de la capacité des barrages du continent (39 pour cent), suivi des régions du golfe de Guinée (29 pour cent) et du Nord (24 pour cent), alors que les régions du Centre et des îles, les plus arrosées du continent, ont une très faible capacité (tableau 6). Les cinq principaux barrages (situés dans les trois régions dotées de la majeure capacité du continent) totalisent 565 km³ de capacité, soit 71 pour cent de la capacité totale de l'Afrique (tableau 7); celui ayant la plus grande capacité est le barrage de Kariba (188 km³) partagé par la Zambie et le Zimbabwe. Plus de la moitié des barrages sont situés dans la région du Sud du fait, probablement, que l'inventaire des barrages sud-africains est plus précis car il tient compte même de ceux de faible capacité.

TABLEAU 6
Distribution régionale des barrages

Région	Capacité des barrages		Nombre de barrages
	km³	% Afrique	
Nord	194.03	24.3	230
Soudano-sahélienne	30.13	3.8	90
Golfe de Guinée	234.62	29.4	126
Centre	4.74	0.6	45
Est	27.06	3.4	33
Sud	306.51	38.4	723
Îles de l'océan Indien	0.59	0.1	24
AFRIQUE	**797.68**	**100**	**1 271**

TABLEAU 7
Les cinq plus grands barrages africains

Barrage	Fleuve	Capacité (km³)	Principales utilisations	Pays
Kariba	Zambèze	188	Hydro-électricité	Zambie et Zimbabwe
Aswan	Nil	162	Irrigation, hydro-électricité et contrôle des inondations	Égypte
Akosombo	Volta	148	Hydro-électricité	Ghana
Chahora Bassa	Zambèze	39	Irrigation, hydro-électricité et contrôle des inondations	Mozambique
Koussou	Bandama	28	Hydro-électricité	Côte d'Ivoire

TABLEAU 8
Distribution régionale des ressources en eau non conventionnelles et leurs utilisations

Région	Eaux usées produites	Eaux usées traitées	Eaux usées traitées réutilisées	Eau dessalée
	(millions de m³)			
Nord	5 963	3 199	3 032	155.2
Soudano-sahélienne	24	1.8	0.7	3.6
Golfe de Guinée	-	-	-	-
Centre	-	-	-	-
Est	-	-	-	-
Sud	3 255	3 217	-	18
Îles de l'océan Indien	8.8	21.6	0.01	1
TOTAL	**9 250.8**	**6 439.4**	**3 032.71**	**177.8**

Ressources en eau non conventionnelles

Les données concernant les eaux non conventionnelles ne sont disponibles que pour 15 pays. Ce sont en particulier ceux dont les ressources renouvelables sont limitées et qui utilisent déjà une part très importante de leurs eaux. Le tableau 8 montre qu'ils appartiennent principalement à la région du Nord et beaucoup moins à celle du Sud. La réutilisation des eaux usées traitées et le dessalement de l'eau sont principalement le fait des pays arides ayant des ressources limitées et cherchant un moyen de les accroître. On peut citer parmi les principaux pays pratiquant le dessalement: l'Égypte, l'Afrique du Sud, la Jamahiriya arabe libyenne, l'Algérie, la Tunisie, le Maroc, la Mauritanie, le Cap-Vert, les Seychelles, le Soudan et Djibouti par ordre décroissant de production d'eau dessalée. Quelques pays ont également initié des projets de périmètres irrigués où l'utilisation des eaux usées traitées est orientée principalement vers l'agriculture urbaine et périurbaine.

L'absence de données sur les quantités d'eaux usées produites et/ou traitées dans les régions du golfe de Guinée, du Centre et de l'Est reflète le manque, dans de nombreux pays, de systèmes d'assainissement et de traitement des eaux usées ou leur inefficacité.

PRÉLÈVEMENTS EN EAU

Les données sur les prélèvements en eau indiquent la quantité brute d'eau extraite annuellement pour un usage donné. Le tableau 9 présente la distribution des prélèvements en eau par région pour les trois grands secteurs consommateurs: l'agriculture (l'irrigation et l'abreuvement du bétail), l'approvisionnement des populations (consommation par les collectivités) et l'industrie. Les besoins en eau à des fins énergétiques (hydro-électricité), pour la navigation, la pêche, les mines, l'environnement et les loisirs, bien que pouvant mobiliser une part significative des écoulements, ont un faible taux de consommation nette. C'est pourquoi ils ne sont pas inclus dans le calcul des prélèvements régionaux, mais apparaissent dans les monographies par pays lorsque l'information est disponible.

TABLEAU 9
Distribution régionale des prélèvements en eau

Région	Prélèvements annuels par secteur										
	Agriculture		Collectivités			Industrie		Total			
	millions de m³	% du total	millions de m³	% du total	m³ par habitant (2004)	millions de m³	% du total	millions de m³	% de l'Afrique	m³ par habitant (2004)	% des ressources internes
Nord	79 657	85	8 837	9	58	5 395	6	93 889	43.7	616	200
Soudano-sahélienne	52 369	95	2 133	4	19	445	1	54 948	25.7	486	34
Golfe de Guinée	8 821	71	2 459	20	13	1 115	9	12 395	5.8	63	1.3
Centre	1 114	56	640	32	7	239	12	1 993	0.9	21	0.1
Est	12 445	88	1 549	11	8	221	1	14 215	6.6	77	5
Sud	15 134	70	5 194	24	48	1 330	6	21 657	10.0	202	8
Îles de l'océan Indien	14 809	94	650	4	32	258	2	15 717	7.3	786	4.6
AFRIQUE	**184 349**	**86**	**21 462**	**10**	**25**	**9 003**	**4**	**214 814**	**100.0**	**247**	**5.5**

Pour la plupart des pays, les méthodes de calcul ou de mesure utilisées pour l'obtention des valeurs des prélèvements ne sont pas précisées. Pour les pays dont les données récentes n'étaient pas disponibles ou n'étaient pas fiables, on a utilisé les estimations de prélèvement calculées par AQUASTAT pour l'année 2000.

Les prélèvements totaux annuels de l'Afrique s'élèvent à 215 km³, soit à peine 5.5 pour cent des ressources renouvelables du continent (tableau 9). Ils représentent moins de 6 pour cent des prélèvements mondiaux (tableau 32). À l'échelle du continent, 86 pour cent des prélèvements recensés sont destinés à l'agriculture, valeur supérieure aux prélèvements agricoles mondiaux (70 pour cent). Cependant ce chiffre varie de manière très marquée: la région Soudano-sahélienne et les îles de l'océan Indien ont les prélèvements agricoles les plus importants (95 pour cent et 94 pour cent respectivement des prélèvements régionaux totaux), alors que la région du Centre ne destine que 56 pour cent de ses prélèvements à l'agriculture. Les précipitations annuelles de cette dernière région lui permettent en effet des cultures pluviales, qui ne sont pas réalisables dans les pays arides. D'une manière générale, comme en 1995, ce sont ces pays qui prélèvent le plus d'eau; en effet, dans le Nord et la région Soudano-sahélienne se concentrent près de 70 pour cent des prélèvements africains. Ces deux régions couvrent près de la moitié du continent (48 pour cent) et possèdent les deux tiers des superficies irriguées (67 pour cent).

En réalité, à l'échelle régionale, ces valeurs sont fortement influencées par quelques pays: l'Égypte dans la région du Nord (73 pour cent des prélèvements de la région), le Soudan pour la région Soudano-sahélienne (67 pour cent), le Cameroun pour le Centre (49 pour cent), l'Éthiopie et la République-Unie de Tanzanie de manière égale pour l'Est (76 pour cent), le Nigéria pour le golfe de Guinée (65 pour cent), et l'Afrique du Sud pour le Sud (58 pour cent) (tableau 26). À eux seuls, ces sept pays totalisent 64 pour cent des prélèvements africains, mais ils hébergent aussi 47 pour cent de la population et 67 pour cent des superficies irriguées, bien qu'ils n'occupent que 27 pour cent de la superficie du continent.

Les prélèvements par habitant atteignent 247 m³/an, mais cette moyenne cache d'importantes variations à l'échelle régionale, ainsi qu'au sein d'une même région; elles vont de 21 m³/an dans la région du Centre (avec 6 m³/an en République centrafricaine et 7 m³/an en République démocratique du Congo) à 786 m³/an par habitant dans les îles (figure 10). Ces régions correspondent en effet à celles dont le taux de prélèvement, en fonction des ressources renouvelables internes en eau, est le plus faible pour le Centre (0.1 pour cent), et le plus élevé pour le Nord (200 pour cent) (figure 11). Ce dernier taux s'explique par l'apport et l'utilisation de ressources en eau extérieures à la région (eaux du Nil en Égypte), et dans une moindre mesure par l'utilisation de ressources non renouvelables (Algérie, Jamahiriya arabe libyenne).

Les prélèvements domestiques par habitant sont largement inférieurs avec 25 m³/an sur l'ensemble du continent et des variations régionales et nationales assez faibles par rapport aux prélèvements agricoles: de 7 m³/habitant dans le Centre à 58 m³/habitant dans le Nord. Les Somaliens sont ceux qui utilisent le moins d'eau pour leurs besoins domestiques (moins de 1.5 m³/an par habitant), alors que la consommation domestique annuelle de Maurice dépasse 173 m³ par habitant, valeur très certainement influencée par le tourisme.

POTENTIEL D'IRRIGATION

Le tableau 10 présente les potentiels d'irrigation par bassin hydrographique. Grâce à cette distribution par bassin, les ressources en eau partagées par plusieurs pays, notamment les fleuves internationaux, ne sont comptabilisées qu'une seule fois. Le potentiel d'irrigation prend généralement en compte à la fois les terres irrigables et les ressources renouvelables disponibles. Toutefois, les méthodes d'estimation à l'échelle nationale sont variables et diverses estimations sont parfois disponibles pour un même pays, suivant les facteurs pris en considération (ressources, techniques, économie, environnement, etc.).

Le potentiel d'irrigation du continent est estimé à plus de 42.5 millions d'hectares, compte tenu du potentiel d'irrigation par bassin et des ressources en eau renouvelables (figure 12). Un tiers de ce potentiel se concentre dans deux pays très humides: l'Angola et la République démocratique du Congo. Il faut aussi noter que pour deux pays le potentiel d'irrigation est inférieur aux superficies en contrôle de l'eau (voir la section suivante): l'Algérie où ces dernières constituent 112 pour cent du potentiel et la Jamahiriya arabe libyenne 1 175 pour cent (tableau 28). Ces pays utilisent également l'eau de nappes fossiles non renouvelables pour l'irrigation, tandis que le chiffre sur le potentiel d'irrigation considère uniquement les ressources en eau renouvelables. Ils sont aussi au nombre des pays ayant développé les ressources en eau non conventionnelles.

TABLEAU 10
Distribution par bassin du potentiel d'irrigation

Bassin	Potentiel d'irrigation	% du potentiel africain	Régions
Congo/Zaïre	9 800 000	23	Centre, Est, Sud
Nil	8 000 000	19	Nord, Soudano-sahélienne, Centre, Est
Niger	2 816 510	7	Nord, Golfe de Guinée, Centre, Soudano-sahélienne
Zambèze	3 160 380	7	Centre, Sud, Est
Lac Tchad	1 163 200	3	Nord, Centre, Soudano-sahélienne, Golfe de Guinée
Rift Valley	844 010	2	Soudano-sahélienne, Est
Sénégal	420 000	1	Golfe de Guinée, Soudano-sahélienne
Volta	1 487 000	3	Golfe de Guinée, Soudano-sahélienne
Orange-Senqu	390 000	1	Sud
Shebelle-Juba	351 460	1	Soudano-sahélienne, Est
Limpopo	295 400	0.5	Sud
Okavango	208 060	0.5	Centre, Sud
Intérieur Sud	54 000	0	Centre, Sud
Côte Nord	2 199 050	5	Nord, Soudano-sahélienne, Est
Côte Ouest	6 268 650	15	Soudano-sahélienne, Golfe de Guinée, Centre, Sud
Côte Sud	1 584 200	4	Sud
Côte orientale centrale	1 927 460	4.5	Soudano-sahélienne, Est, Sud
Madagascar et îles	1 534 990	3.5	Îles de l'océan Indien
AFRIQUE	**42 504 370**	**100**	

IRRIGATION ET CONTRÔLE DE L'EAU

Typologie de l'irrigation et du contrôle de l'eau

Initialement, l'irrigation en Afrique a été associée aux plaines d'irrigation des grands fleuves pérennes, tels que le Niger, le fleuve Sénégal, le Nil, la Volta, le Zambèze, etc. où ont été aménagés par les gouvernements les premiers grands périmètres d'irrigation. Depuis la fin des années 1980, le secteur irrigué a connu d'importants changements, tels que la libéralisation des filières, le transfert de la gestion des aménagements aux exploitants et l'émergence des préoccupations environnementales. De plus, les bailleurs de fonds se sont désintéressés de ce secteur pour des raisons diverses, telles que la baisse des prix mondiaux des aliments, le coût d'aménagement par hectare qui est maintenant plus important car les secteurs faciles à irriguer le sont déjà, les investissements nécessaires à la réhabilitation et les normes environnementales qui découragent par exemple la construction des barrages. On tend à promouvoir la petite irrigation parfois privée et la participation des usagers sur la base des meilleurs résultats obtenus. En même temps, se répand l'utilisation des ressources souterraines avec l'usage généralisé des pompes (à énergie animale, humaine ou à combustion). Une nouvelle problématique environnementale apparaît alors: la surexploitation des aquifères et ses nombreuses conséquences (intrusion marine, durabilité, etc.).

Selon les régions, l'irrigation est vue comme une technique indispensable sans laquelle la production agricole serait pratiquement impossible dans les pays arides, ou comme un moyen d'augmenter la productivité et l'intensité culturale, et de favoriser la diversité des cultures dans les pays les plus arrosés. D'où la grande diversité des techniques mises en place pour le contrôle de l'eau.

Le tableau 11 présente la répartition régionale de la superficie en contrôle de l'eau, faisant la distinction entre les superficies en irrigation (la somme de celles en maîtrise totale/partielle, de l'épandage des crues et des zones basses équipées) et les autres zones basses cultivées mais non équipées (marais et bas-fonds et cultures de décrue). Le total des superficies où l'eau (hors pluies directes) est utilisée à des fins de production agricole a été appelé «superficie en contrôle de l'eau». Le terme «irrigation» se réfère aux superficies équipées pour fournir de l'eau aux cultures (tableaux 27 et 28). La distinction entre irrigation et contrôle de l'eau est parfois difficile; en particulier la limite entre superficies équipées ou non équipées est souvent incertaine, étant donné que l'équipement en Afrique est souvent constitué de petits aménagements visant à retenir l'eau, mais ne permettant pas toujours un contrôle total de l'eau.

Les superficies avec contrôle de l'eau s'étendent sur 15.4 millions d'hectares en Afrique, mais leur distribution géographique est très inégale d'une région et d'un pays à l'autre (figure 13): au Nord se concentrent plus de 40 pour cent des superficies avec contrôle de l'eau en Afrique, et ce pourcentage s'accroît encore lorsqu'il s'agit uniquement des superficies en irrigation. L'Égypte représente à elle seule 54 pour cent

TABLEAU 11
Distribution régionale des superficies en contrôle de l'eau

Région	Irrigation		Marais et bas-fonds cultivés non équipés		Cultures de décrue non équipées		Total contrôle de l'eau	
	ha	% du total	ha	% du total	ha	% du total	ha	% de l'Afrique
Nord	6 339 756	100	-	-	-	-	6 339 756	41
Soudano-sahélienne	2 619 950	89	67 356	2	257 984	9	2 945 290	19
Golfe de Guinée	565 257	39	196 606	14	681 914	47	1 443 777	9
Centre	132 439	29	322 500	71	1 000	0	455 939	3
Est	616 143	73	233 195	27	-	-	849 338	6
Sud	2 063 427	91	181 900	8	8 510	1	2 253 837	15
Îles de l'océan Indien	1 107 903	99	-	-	9 750	1	1 117 653	7
TOTAL	**13 444 875**	**87**	**1 001 557**	**7**	**959 158**	**6**	**15 405 590**	**100**

de l'irrigation de la région du Nord. La région Soudano-sahélienne suit à la traîne avec 19 pour cent des superficies en contrôle de l'eau et 20 pour cent des superficies irriguées; cependant ces chiffres reflètent directement les superficies irriguées du Soudan (71 pour cent des superficies irriguées de la région et 63 pour cent des superficies en contrôle de l'eau). Enfin, immédiatement après, le Sud renferme 15 pour cent de superficies en irrigation et en contrôle de l'eau du continent. L'Afrique du Sud influence fortement cette région puisqu'elle absorbe 73 pour cent de son irrigation.

L'épandage de crues est specifique des pays arides. Il se réalise principalement en Afrique du Nord (Tunisie, Maroc et Algérie) et dans la région Soudano-sahélienne (Somalie et Soudan, principalement, mais moins en Érythrée) (tableau 12). Seul le Cameroun, dans le Centre, le pratique sur une petite superficie (tableau 27). En revanche, les zones basses équipées sont fréquentes dans les pays disposant de ressources en eau plus importantes, c'est-à-dire dans toutes les régions hormis le Nord et les Îles, de même que les marais et bas-fonds cultivés non équipés. Finalement, l'utilisation des eaux lors de la décrue est pratiquée principalement dans la région du golfe de Guinée, en mesure moindre dans celle Soudano-sahélienne, et de manière négligeable dans les Îles, le Sud et le Centre (tableau 28).

L'irrigation, qui intéresse 13.4 millions d'hectares, est de loin le type de contrôle de l'eau le plus répandu à l'échelle du continent (figures 14, 15, 16). Elle constitue 87 pour cent des superficies en contrôle de l'eau, dont près de la moitié se concentre en Afrique du Nord. De plus, 9.3 millions, soit près de 70 pour cent, concernent cinq pays (Afrique du Sud, Égypte, Madagascar, Maroc et Soudan). L'épandage de crues (3 pour cent) et les zones basses équipées (4 pour cent) sont largement dominés par les superficies en maîtrise partielle/totale, représentant 93 pour cent des superficies en irrigation (tableau 12). Au niveau régional et national, la part de l'irrigation dans les superficies en contrôle de l'eau est très variable: de 100 pour cent en Afrique du Nord, elle ne représente qu'à peine 30 pour cent dans la région du Centre. Cette même région comprend, il est vrai, plus de 70 pour cent des marais et bas-fonds cultivés non équipés du continent (tableau 11). Son climat plus humide implique en effet la présence de nombreuses zones basses humides (République démocratique du Congo, Angola, Congo, Guinée équatoriale, Cameroun, République centrafricaine, etc.).

L'irrigation représente 6 pour cent des superficies cultivées à l'échelle du continent (tableaux 12 et 27). Ce pourcentage est bien plus faible que dans les autres continents: 38 pour cent en Asie, 27 pour cent aux Caraïbes, et 12 pour cent en Amérique Latine. Cependant, cette proportion, liée directement à la hauteur des précipitations, est pratiquement nulle en République centrafricaine mais atteint 100 pour cent en Égypte, où les cultures seraient impossibles sans irrigation (tableau 27).

TABLEAU 12
Distribution régionale des superficies en irrigation

Région	Maîtrise totale/ partielle	Épandage de crues	Zones basses équipées	Total irrigation		
				Superficie	% de l'Afrique	% de la superficie cultivée
	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(%)	(%)
Nord	6 230 706	109 050	-	6 339 756	47	22.6
Soudano-sahélienne	2 098 238	299 520	222 192	2 619 950	20	6.8
Golfe de Guinée	360 088	-	205 169	565 257	4	1.0
Centre	125 652	2 800	3 987	132 439	1	0.6
Est	593 103	-	23 040	616 143	5	2.0
Sud	1 962 902	-	100 525	2 063 427	15	6.3
Îles de l'océan Indien	1 107 903	-	-	1 107 903	8	29.2
TOTAL	**12 478 592**	**411 370**	**554 913**	**13 444 875**	**100**	**6.4**
%	**93**	**3**	**4**	**100**		

Techniques d'irrigation en maîtrise totale/partielle

Le tableau 13 présente la distribution régionale des techniques d'irrigation utilisées pour les superficies en maîtrise totale/partielle. Pour les pays où les techniques étaient décrites dans la publication précédente et où aucune nouvelle donnée n'est disponible, cette analyse utilise les anciennes valeurs (tableau 29). Les régions Soudano-sahélienne et du Centre sont celles dont les données sont le plus déficitaires. En effet, on ne dispose de données sur le type de technique employée que pour le huitième et le quart respectivement des superficies en maîtrise totale/partielle. D'après les connaissances de terrain de l'équipe d'AQUASTAT, les pays où les données manquent pratiquent principalement l'irrigation de surface; c'est pourquoi, la totalité de leur superficie en maîtrise totale/partielle est incluse dans la technique «Irrigation de surface» de l'analyse régionale (cette estimation n'est pas mentionnée dans les monographies par pays). L'irrigation de surface domine très largement les techniques sous pression (aspersion et localisée).

Les techniques sous pression se concentrent principalement dans les régions du Nord et du Sud. En pourcentage, l'aspersion est la technique la plus répandue dans la région du Sud. La région du Nord la pratique également sur des superficies équivalentes, mais en proportion moindre car l'irrigation de surface prédomine sur une superficie près de cinq fois plus grande. Dans les régions du golfe de Guinée, de l'Est et du Centre, on la retrouve sur des superficies beaucoup plus réduites. Les régions Soudano-sahélienne et Îles n'ont qu'une très faible pourcentage de leurs superficies en maîtrise totale irriguées par aspersion. Enfin, l'irrigation localisée ne s'est véritablement développée (en dehors d'essais et expérimentations) que dans les régions du Nord et du Sud qui sont arides, mais où se situent aussi les pays les plus développés du continent.

Origine de l'eau en maîtrise totale/partielle

Le tableau 14 présente les données disponibles concernant l'origine de l'eau d'irrigation dans les périmètres en maîtrise totale/partielle: eau de surface, eau souterraine ou autres (mélange d'eau souterraine et de surface, ou eaux non conventionnelles). Il faut souligner que les données sont disponibles pour tous les pays de la région du Nord, la gestion des ressources en eau en climat aride étant un élément primordial pour la durabilité des systèmes d'irrigation. Inversement, elle semble peu connue dans les pays de l'Est, de la région Soudano-sahélienne, et du Centre.

Pour les pays qui n'ont pas fourni de nouvelles données, celles de la précédente enquête d'AQUASTAT sont utilisées dans l'analyse (tableau 30). La plupart des pays pour lesquels aucune donnée récente ou ancienne n'est disponible prélèvent principalement de l'eau de surface pour alimenter leurs systèmes d'irrigation. Une estimation (100 pour cent eau de surface, 50 pour cent-50 pour cent, ou 100 pour cent eau souterraine) est faite pour ces pays afin d'obtenir une analyse plus complète. Enfin pour les anciennes données, les pourcentages de chacune des sources ont été conservés

TABLEAU 13
Distribution régionale des techniques d'irrigation des superficies en maîtrise totale/partielle

Région	Irrigation de surface		Irrigation par aspersion		Irrigation localisée		Total
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)
Nord	4 925 733	79.1	923 583	14.8	381 390	6.1	6 230 706
Soudano-sahélienne	2 090 384	99.6	7 654	0.4	200	0.0	2 098 238
Golfe de Guinée	311 348	86.5	47 220	13.1	1 520	0.4	360 088
Centre	120 221	95.7	5 430	4.3	1	0.0	125 652
Est	522 520	88.1	68 571	11.6	2 012	0.3	593 103
Sud	732 710	37.3	1 022 358	52.1	207 834	10.6	1 962 902
Îles de l'océan Indien	1 086 413	98.1	19 468	1.8	2 022	0.2	1 107 903
TOTAL	**9 789 329**	**78.4**	**2 094 284**	**16.8**	**594 979**	**4.8**	**12 478 592**

TABLEAU 14
Distribution régionale de l'origine de l'eau utilisée pour l'irrigation sur les superficies en maîtrise totale/ partielle

Pays	Eau de surface		Eau souterraine		Autres sources				Superficie totale
	Superficie	% du total	Superficie	% du total	Mélange eaux de surface et souterraine		Eaux usées traitées		
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)
Nord	4 138 685	66.4	1 839 494	29.5	25 000	0.4	227 527	3.7	6 230 706
Soudano-sahélienne	1 986 450	94.7	111 788	5.3	0	0.0	0	0.0	2 098 238
Golfe de Guinée	230 432	64.0	122 285	34.0	7 371	2.0	0	0.0	360 088
Centre	125 652	100.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	125 652
Est	446 920	75.4	146 183	24.6	0	0.0	0	0.0	593 103
Sud	1 715 995	87.4	246 849	12.6	58	0.0	0	0.0	1 962 902
Îles de l'océan Indien	1 102 528	99.5	5 375	0.5	0	0.0	0	0.0	1 107 903
TOTAL	**9 746 662**	**78.1**	**2 471 974**	**19.8**	**32 429**	**0.3**	**227 527**	**1.8**	**12 478 592**

et appliqués aux superficies en maîtrise totale actuelles. Il ne faut pas oublier que ces valeurs sont des ordres de grandeur et ne reflètent pas exactement la réalité, tout comme celles du tableau précédent concernant les techniques d'irrigation. Il semblait toutefois intéressant de compléter les données sur la base des connaissances de terrain de l'équipe d'AQUASTAT, afin d'avoir une idée plus précise de l'origine de l'eau utilisée pour l'irrigation en Afrique.

En ce qui concerne les «autres sources», l'Algérie, la Guinée-Bissau et le Botswana utilisent un mélange d'eaux de surface et souterraine, alors que l'Égypte, la Jamahiriya arabe libyenne, la Tunisie ont, quant à elles, commencé à réutiliser les eaux usées traitées pour augmenter leurs ressources en eau (tableaux 14 et 30).

L'eau de surface est la principale source d'approvisionnement en eau des systèmes d'irrigation à l'échelle du continent (78 pour cent). Seules l'Algérie, l'Érythrée, la Jamahiriya arabe libyenne et la Tunisie, quatre pays au climat aride (région du Nord et Soudano-sahélienne), alimentent leur système d'irrigation principalement avec de l'eau souterraine. Hormis en Erythrée, les superficies sous irrigation dans les trois autres pays approchent le potentiel d'irrigation calculé sur la base des eaux renouvelables, ou le dépassent (de 70 à 1175 pour cent du potentiel). L'Algérie et la Jamahiriya arabe libyenne prélèvent notamment l'eau souterraine fossile non renouvelable pour compléter leurs besoins en eau agricole.

Taille des périmètres

La définition des grands périmètres varie d'un pays à l'autre. Alors que certains pays considèrent un périmètre de 25 hectares déjà comme un grand périmètre, de nombreux pays utilisent une étendue minimale de 500 hectares. Les périmètres de plus de 1 000 hectares existent dans les deux tiers environ des 53 pays. Ceux de plus de 10 000 hectares existent dans près du quart des pays, représentant presque la moitié de la superficie totale sous irrigation. Le seul vrai grand périmètre d'Afrique est celui de Gezira-Managil au Soudan avec une superficie d'environ 870 000 hectares, qui est irrigué avec les eaux provenant du Nil Bleu grâce au barrage de Sennar. Plusieurs périmètres de plus de 100 000 hectares existent en Égypte, au Maroc et au Soudan. Ceux de plus de 50 000 hectares se rencontrent dans les trois pays précédents, ainsi qu'en Algérie, au Mali, et en Tunisie. D'une manière générale, les périmètres sont plus petits qu'en Asie.

Plus que par sa taille, le périmètre est souvent décrit par son type de gestion: petite exploitation privée, exploitation commerciale, périmètre communal ou périmètre public. On parle aussi souvent de «petite et moyenne hydraulique» en l'opposant à la «grande hydraulique» mise en place par les gouvernements à plus grande échelle.

Seuls cinq pays (Afrique du Sud, Égypte, Madagascar, Maroc et Soudan) possèdent un total de superficie en contrôle de l'eau supérieur à un million d'hectares, contre 20 pays en Asie.

CULTURES IRRIGUÉES EN MAÎTRISE TOTALE/PARTIELLE

Le tableau 15 montre la répartition régionale des cultures irriguées pour les pays ayant fourni des informations. Les superficies équipées accueillant plusieurs cycles de culture par an sont comptabilisées plusieurs fois, ce qui explique pourquoi le total est supérieur aux superficies équipées indiquées au tableau 12. Ceci donne de plus une idée de l'intensité culturale sous irrigation (voir la section suivante). Enfin, les valeurs de la précédente enquête d'AQUASTAT ont été utilisées pour les pays n'ayant pas de nouvelles données, afin d'obtenir une image plus complète des cultures irriguées en Afrique. Seuls six pays ne disposent d'aucune valeur. Les régions du Nord et du Sud sont les seules pour lesquelles tous les pays disposent de données et les valeurs présentées sont donc certainement plus proches de la réalité. Cependant, dans toutes les régions, les données par pays ne sont pas nécessairement complètes et, dès lors, manquent de précision. Il faudra donc utiliser l'analyse qui suit avec prudence.

Les céréales (riz inclus) représentent près de 45 pour cent des superficies récoltées en cultures irriguées. Les cultures industrielles suivent avec 15 pour cent dont la canne à sucre constitue le quart. Le fourrage irrigué est la troisième culture la plus étendue, représentant 14 pour cent. Le maraîchage, culture à plus haute valeur ajoutée, suit avec 12 pour cent. L'arboriculture ne représente que 4 pour cent, et les racines et tubercules absorbent 3 pour cent. Les céréales sont les cultures prédominantes dans toutes les régions, hormis le golfe de Guinée où le maraîchage couvrant 31 pour cent des superficies des cultures irriguées arrive en tête des spéculations.

Il est intéressant de noter la répartition spatiale du fourrage irrigué. Cultivé principalement dans le Nord et plus précisément en Égypte (qui détient près des deux tiers des fourrages irrigués d'Afrique, notamment le trèfle d'Alexandrie ou bersim), on le retrouve aussi dans le Sud en proportion beaucoup plus faible et dans la région Soudano-sahélienne concentré en totalité au Soudan, dont la partie septentrionale pourrait être assimilée à la région du Nord en raison de ses caractéristiques géographiques et climatiques (tableau 31). Madagascar, à lui seul, cultive la moitié des superficies en riz du continent et la région du Nord près du tiers, mais cette culture existe dans toutes les régions. Les racines et tubercules (pommes de terre, patates douces, et betteraves à sucre principalement) sont présentes notamment dans la région du Nord, encore que les régions du Sud, de l'Est et Soudano-sahélienne en cultivent aussi. Les cultures industrielles sont représentées par le coton, principale culture industrielle (superficies supérieures à celles de la canne à sucre et principalement concentrées dans quelques pays: Égypte au Nord, Soudan dans la région Soudano-sahélienne, Afrique du Sud et Zimbabwe dans le Sud, Éthiopie dans l'Est), l'olive (principalement dans le Nord au Maroc), l'arachide (Nord, région Soudano-sahélienne et Sud), le tournesol, la banane, le tabac, le thé, le café, le soja, etc. Les arbres fruitiers, dominés par les agrumes (61 pour cent), se retrouvent en grande majorité au Nord alors qu'au Sud ils sont en nombres beaucoup plus réduits; les autres régions ne les cultivent pas (Îles de l'océan Indien et golfe de Guinée) ou les cultivent peu (Centre et Est). Enfin, le maraîchage avec 12 pour cent des cultures s'est fortement développé ces dernières années. On peut dire que l'augmentation des superficies irriguées est presque entièrement consacrée à cette spéculation.

La région du Nord totalise 60 pour cent environ des superficies en cultures irriguées, pour 47 pour cent des superficies d'irrigation, ce qui implique une intensité culturale plus élevée que pour l'ensemble de l'Afrique. Bien plus loin en arrière, le Sud avec 14 pour cent des superficies en cultures irriguées est la deuxième région productrice. Accueillant une proportion identique des superficies irriguées du continent (15 pour cent), son intensité culturale est donc moins importante. Les données incomplètes pour les autres régions ne permettent pas de parvenir à une conclusion quant à leur intensité culturale. Le tableau 17 dans la section suivante donne l'intensité culturale pour les pays où les informations étaient disponibles.

TABLEAU 15
Distribution régionale des cultures irriguées sur les superficies sous irrigation en maîtrise totale/partielle

Région	Riz	Autres céréales	Maraîchage	Racines et tubercules	Fourrages	Canne à sucre	Autres cultures industrielles	Arbres fruitiers	Autres cultures annuelles	Autres cultures permanentes	Total
						(1 000 ha)					
Nord	658.23	2 821.58	1 073.27	305.87	1 471.40	159.21	873.65	457.02	292.40	513.67	8 626.30
	(8%)	(33%)	(12%)	(4%)	(17%)	(2%)	(10%)	(5%)	(3%)	(6%)	(100%)
Soudano-sahélienne	242.19	720.94	138.76	41.77	141.90	103.45	293.42	4.80	5.08	0.06	1 692.37
	(14%)	(43%)	(8%)	(2.5%)	(8%)	(6%)	(17.5%)	(0.5%)	(0.5%)	(0%)	(100%)
Golfe de Guinée	27.50	38.00	68.64	4.21	-	39.05	10.96	-	24.50	7.37	220.23
	(12.5%)	(17%)	(31%)	(2%)		(18%)	(5%)		(11%)	(3.5%)	(100%)
Centre	27.14	7.55	10.22	-	-	23.70	31.73	3.50	1.38	--	105.22
	(26%)	(7%)	(10%)			(23%)	(30%)	(3%)	(1%)		(100%)
Est	108.09	193.08	117.17	52.23	-	29.10	93.94	5.85	81.00	3.88	684.34
	(16%)	(28%)	(17%)	(7.5%)		(4%)	(14%)	(1%)	(12%)	(0.5%)	(100%)
Sud	20.56	460.00	293.39	51.07	417.90	229.18	280.87	77.16	2.23	234.23	2 066.59
	(1%)	(22%)	(14%)	(2.5%)	(20%)	(11%)	(14%)	(4%)	(0%)	(11.5%)	(100%)
Îles de l'océan Indien	1 062.40	0.04	0.97	-	-	36.54	1.85	0.04	-	-	1 101.84
	(96.4%)	(0.01%)	(0.08%)			(3.3%)	(0.2%)	(0.01%)			(100%)
TOTAL	**2 146.11**	**4 241.19**	**1 702.42**	**455.15**	**2 031.20**	**620.23**	**1 586.42**	**548.37**	**406.59**	**759.21**	**14 496.89**
	(15%)	**(29%)**	**(12%)**	**(3%)**	**(14%)**	**(4%)**	**(11%)**	**(4%)**	**(3%)**	**(5%)**	**(100%)**

TAUX D'UTILISATION DES SUPERFICIES ÉQUIPÉES

Il est difficile de chiffrer à l'échelle du continent les superficies actuellement irriguées parmi les superficies équipées car les informations manquent pour une dizaine de pays dans chacune des deux enquêtes d'AQUASTAT. Quand un pays ne disposait pas de nouvelles données, celles de la précédente enquête ont été utilisées. Enfin, on adopte une estimation de 80 pour cent de la superficie équipée dans cette analyse pour les pays sans aucune donnée, afin d'obtenir une image plus complète. Ce chiffre correspond au pourcentage moyen d'utilisation pour l'ensemble de l'Afrique lorsque seules les données disponibles (récentes et anciennes) sont comptabilisées.

Les taux sont très variables pour les pays qui les ont fournis: de 2.5 pour cent pour le Lesotho (seuls 67 des 2 637 hectares équipés étaient en effet irrigués en 1999, les superficies restantes correspondent à des périmètres où l'équipement pour l'irrigation par aspersion reçu pendant la période de l'apartheid n'a jamais vraiment fonctionné) à 100 pour cent pour l'Égypte, la Guinée, la Guinée-Bissau, l'Afrique du Sud et la Zambie, alors que Madagascar, le Maroc, Maurice et la Tunisie ont également des taux dépassant les 98 pour cent. Huit pays (Angola, Bénin, Congo, Djibouti, Lesotho, Mozambique, Somalie, et Soudan) ont des taux d'utilisation inférieurs à 50 pour cent (tableau 27). Dans de nombreux cas, les faibles taux s'expliquent par une détérioration des infrastructures due à l'absence d'entretien (par manque d'expérience ou à cause de techniques inadaptées) ou au contexte politique et économique. Cependant, on cite également comme cause de ces abandons: la non-maîtrise des itinéraires techniques de production sous irrigation, l'appauvrissement des sols, l'instabilité et l'insécurité locales ou la réduction des fonds publics affectés à l'irrigation.

Par région, les Îles de l'océan Indien, influencées surtout par Madagascar, utilisent pratiquement toutes leurs superficies équipées pour l'irrigation (tableau 16). Le Nord et le Sud, avec plus de 90 pour cent de leurs superficies équipées effectivement utilisées, profitent aussi de leur équipement. La région Soudano-sahélienne, en revanche, connaît un faible taux d'utilisation du principalement au Soudan; en effet, les superficies équipées non effectivement irriguées de ce dernier représentent 41 pour cent des superficies d'irrigation de la région. Les pays responsables du faible taux d'utilisation de la région du Centre sont l'Angola principalement, suivi de la République centrafricaine et du Congo, leurs superficies effectivement irriguées ne constituant que 44 pour cent, 51 pour cent et 11 pour cent respectivement de leur superficie équipée (tableau 27).

L'intensité culturale, autre indicateur de l'utilisation des superficies équipées, n'a pu être calculée que pour 19 pays faute de données (tableau 17).

Le calcul de l'intensité culturale est aisé dans les pays secs puisque l'irrigation est indispensable pour les cultures quelle que soit la saison. Son calcul s'avère cependant plus problématique dans les pays ayant une ou plus d'une saison humide. Sur deux cycles culturaux par an, un seul est irrigué (lors de la saison sèche), le second utilise l'humidité du sol due aux précipitations. L'intensité culturale (cultures irriguées,

TABLEAU 16
Distribution régionale des superficies effectivement irriguées

Région	Superficies équipées	Effectivement irriguées	
		Superficie	% des sup. équipées
	(ha)	(ha)	(%)
Nord	6 339 756	6 032 510	95
Soudano-sahélienne	2 619 950	1 266 546	48
Golfe de Guinée	565 257	465 348	82
Centre	132 439	74 429	56
Est	616 143	506 135	82
Sud	2 063 427	1 925 625	93
Îles de l'océan Indien	1 107 903	1 102 085	99
TOTAL	**13 444 875**	**11 372 678**	**85**

TABLEAU 17
Intensité culturale dans quelques pays

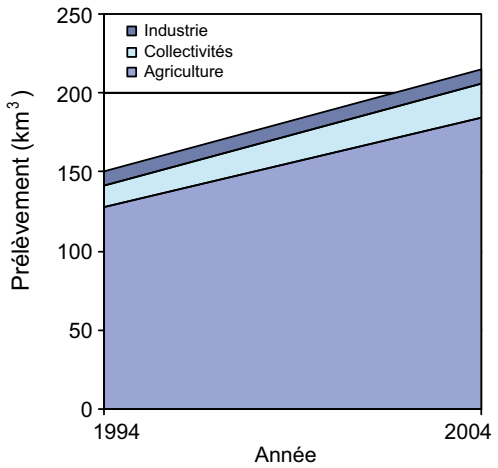
Pays	Superficie équipée en maîtrise totale/ partielle	Superficies effectivement irriguées en maîtrise totale/partielle	Superficie des cultures irriguées	Intensité culturale
	(ha)	(ha)	(ha)	(%)
	(1)	(2)	(3)	= 100 * (3)/(2)
Afrique du Sud	1 498 000	1 498 000	1 664 300	111
Égypte	3 422 178	3 422 178	6 027 115	176
Éthiopie	289 530	289 530	410 557	142
Guinée	20 386	20 386	20 386	100
Guinée-Bissau	8 562	8 562	8 562	100
Jamahiriya arabe libyenne	470 000	316 000	441 000	140
Madagascar	1 086 291	1 080 691	1 080 691	100
Mali	97 499	97 499	171 581	176
Mauritanie	45 012	22 840	22 840	100
Maurice	21 222	20 800	20 919	101
Maroc	1 458 160	1 406 560	1 520 200	108
République-Unie de Tanzanie	184 330	184 330	227 000	123
Sao Tomé-et-Principe	9 700	9 700	9 700	100
Sénégal	102 180	69 000	74 239	108
Swaziland	49 843	44 840	45 482	101
Togo	2 300	1 247	1 247	100
Tunisie	367 000	367 000	367 000	100
Zambie	55 387	55 387	55 387	100
Zimbabwe	173 513	123 900	202 430	163

seulement) est donc de 100 pour cent sur la superficie considérée, alors que la superficie récoltée est double.

ÉVOLUTION SUR LES DIX DERNIÈRES ANNÉES

En 1994, la population africaine comptait 689 millions de personnes, soit à peine plus de 12 pour cent de la population mondiale, contre 868 millions en 2004, soit environ 14 pour cent la population mondiale. Près de 66 pour cent de la population africaine vivaient en milieu rural contre 61 pour cent en 2004 (tableaux 1 et 23), ce qui indique que l'exode rural qui pousse les ruraux vers les villes ne s'est pas arrêté mais, au contraire, se poursuit. Le taux de croissance sur la période 1994-2004 (2.6 pour cent par an) a nettement diminué par rapport à la décennie précédente (3.1 pour cent pour 1984-1994). Enfin, la densité de 1994 pour l'ensemble du continent était de 23 habitants/km² contre 29 habitants/km² en 2004, elle a donc augmenté de 6 habitants/km² sur la période 1994-2004, soit autant que sur la période 1984-1994.

FIGURE 3
Évolution des prélèvements en eau



Prélèvements en eau

La proportion de chacun des usages n'a presque pas changé et l'agriculture reste la principale consommatrice d'eau (figure 3). La croissance des prélèvements totaux est nette (+43 pour cent). Les prélèvements par habitant augmentent eux aussi de 35 m³ entre les deux enquêtes. Cette croissance, qui est bien supérieure en Afrique subsaharienne qu'au Nord, reflète à la fois l'accroissement de la population, et une augmentation de la consommation de chacun des habitants. Enfin, le Nord qui concentrait, à lui seul, lors de la

TABLEAU 18
Évolution des prélèvements en eau

Région	Année	Prélèvements annuels par secteur									
		Agriculture		Domestique		Industrie		Total			
		km³	% du total	km³	% du total	km³	% du total	km³	% de l'Afrique	m³ par habitant	% des ressources renouvelables internes
Nord	1994	65.0	85	5.5	7	5.8	8	76.3	51	590	163
	2004	79.7	85	8.8	9	5.4	6	93.9	44	616	200
Afrique subsaharienne	1994	62.9	86	7.5	10	3.2	4	73.6	49	127	2
	2004	104.7	87	12.6	10	3.6	3	120.9	56	169	3
TOTAL	**1994**	**127.9**	**85**	**13.0**	**9**	**9.0**	**6**	**149.9**	**100**	**212**	**3.8**
	2004	**184.4**	**86**	**21.4**	**10**	**9.0**	**4**	**214.8**	**100**	**247**	**5.5**

précédente enquête d'AQUASTAT, plus de la moitié des prélèvements africains (51 pour cent), voit sa part des prélèvements se réduire au profit de l'Afrique subsaharienne dont les prélèvements totaux représentent actuellement 56 pour cent de ceux du continent (tableau 18).

Les pays disposant de données concernant les ressources non conventionnelles sont pratiquement les mêmes que lors de la précédente publication. Le volume d'eaux usées produites s'est accru de près de 60 pour cent, alors que les volumes d'eaux usées traitées ont été multipliés par plus de sept et les eaux usées traitées réutilisées par neuf. Cependant les données disponibles indiquent que le volume d'eau dessalée est resté pratiquement inchangé. Il faut cependant signaler que ce résultat pourrait être dû non seulement à de réelles augmentations mais aussi à un réajustement des données. Il permet tout de même de conclure que la recherche de nouvelles ressources en eau sous toutes ces formes est très active pour une quinzaine de pays, notamment dans les régions plus arides du Nord, Soudano-sahélienne et du Sud.

Irrigation et contrôle de l'eau

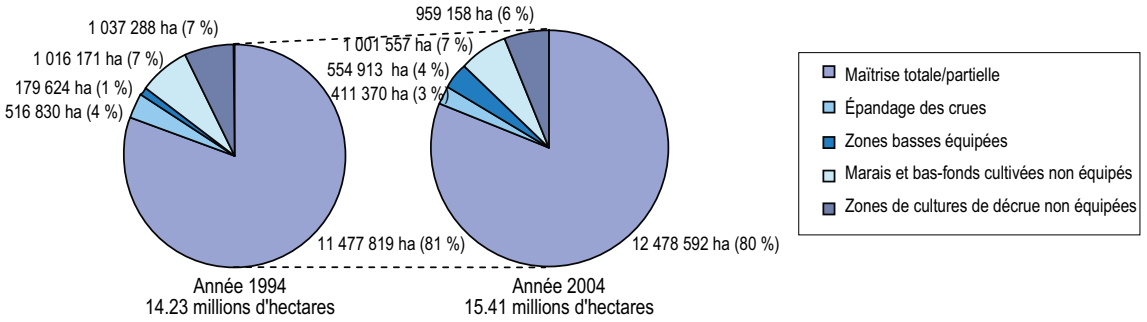
Le tableau 19 présente l'évolution de ces superficies depuis le précédent rapport d'AQUASTAT en Afrique, datant de 1995.

Les superficies en contrôle de l'eau d'Afrique ont gagné 1.18 million d'hectares sur les dix dernières années, soit une augmentation de 8 pour cent, reflétant principalement

TABLEAU 19
Distribution régionale de l'évolution des superficies en irrigation et en contrôle de l'eau

Région	Année	Irrigation (ha)				Marais et bas-fonds cultivés non équipés	Cultures de décrue non équipées	Total contrôle de l'eau
		Maîtrise partielle/totale	Épandage de crues	Zones basses équipées	Total irrigation			
		(1)	(2)	(3)	(4)=(1)+(2)+(3)	(5)	(6)	(7)=(4)+(5)+(6)
Nord	1994	5 609 700	305 000	-	5 914 700	-	-	5 914 700
	2004	6 230 706	109 050	-	6 339 756	-	-	6 339 756
Soudano-sahélienne	1994	2 258 579	211 830	8 900	2 479 309	96 796	296 023	2 872 128
	2004	2 098 238	299 520	222 192	2 619 950	67 356	257 984	2 945 290
Golfe de Guinée	1994	307 290	-	163 354	470 644	192 560	729 982	1 393 186
	2004	360 088	-	205 169	565 257	196 606	681 914	1 443 777
Centre	1994	124 172	-	1 800	125 972	322 500	2 783	451 255
	2004	125 652	2 800	3 987	132 439	322 500	1 000	455 939
Est	1994	428 116	-	5 570	433 686	222 415	-	656 101
	2004	593 103	-	23 040	616 143	233 195	-	849 338
Sud	1994	1 645 332	-	-	1 645 332	181 900	8 500	1 835 732
	2004	1 962 902	-	100 525	2 063 427	181 900	8 510	2 253 837
Îles de l'ocean Indien	1994	1 104 630	-	-	1 104 630	-	-	1 104 630
	2004	1 107 903	-	-	1 107 903	-	9 750	1 117 653
TOTAL	1994	11 477 819	516 830	179 624	12 174 273	1 016 171	1 037 288	14 227 732
	2004	12 478 592	411 370	554 913	13 444 875	1 001 557	959 158	15 405 590
ÉVOLUTION		**+ 1 000 773**	**- 105 460**	**+ 375 289**	**+1 270 602**	**- 14 614**	**- 78 130**	**+1 177 858**

FIGURE 4
Évolution des superficies en contrôle de l'eau



un accroissement des superficies équipées (10 pour cent) au détriment des superficies non équipées (marais et bas-fonds non équipés et cultures de décrue) (figure 4). Ces dernières connaissent en effet un recul annuel de 4.5 pour cent sur cette période. L'évolution la plus marquée revient aux superficies équipées en zones basses; cet essor s'explique par la promotion de la petite irrigation qui utilise des techniques ne permettant pas un contrôle total de l'eau, mais qui sont moins coûteuses. Il est aussi probable que certains des marais et bas-fonds non équipés et des superficies auparavant cultivées en décrue aient été aménagés, et s'ajoutent alors à la catégorie «zones basses équipées» ou «maîtrise partielle/totale», traduisant ainsi une tendance vers un taux d'équipement croissant.

Pour l'ensemble du continent, l'accroissement des superficies équipées atteint 10 pour cent, soit un taux annuel de 0.88 pour cent sur la période 1992-2000 en années pondérées (tableau 20). L'année pondérée est calculée en affectant à l'année de chaque pays un facteur proportionnel à sa superficie équipée pour l'irrigation ou en contrôle de l'eau, donnant ainsi plus d'importance aux pays ayant les plus grandes superficies équipées pour l'irrigation ou en contrôle de l'eau. À l'échelle nationale, l'expansion des superficies équipées n'est le fait que de quelques pays: quatre pays totalisent ensemble près 60 pour cent de l'augmentation totale: l'Afrique du Sud, le Maroc, l'Égypte, et la Zambie (par ordre décroissant). Mais, même si leurs gains en superficies équipées ne sont pas aussi importants, d'autres pays connaissent des taux d'accroissement considérables (tableau 27). Il faut cependant préciser que le taux d'accroissement annuel du Ghana, le plus important d'Afrique (30 pour cent), est faussé par l'irrigation informelle qui, bien que probablement déjà existante, n'était pas incluse dans les données de la précédente enquête. De même en Éthiopie l'irrigation traditionnelle était sous-estimée. L'accroissement des superficies irriguées du Mali (20.1 pour cent) s'explique par le reclassement de superficies auparavant indiquées comme non équipées, qui ont été cette fois comptabilisées dans les superficies équipées en raison de la meilleure connaissance de la situation sur le terrain. L'accroissement des superficies équipées de la Zambie (12.9 pour cent) est dû à l'équipement de superficies non équipées en 1992 lors de la première enquête; en effet, les superficies en contrôle de l'eau s'y sont accrues de façon moins sensible (5.7 pour cent). Il en est de même pour le Rwanda (11.4 pour cent), bien que ses superficies totales en contrôle de l'eau aient régressé entre 1993 et

TABLEAU 20
Taux d'accroissement annuel des superficies en irrigation et en contrôle de l'eau sur la période 1992-2000 (années pondérées)

Région	Taux d'accroissement annuel	
	superficies en irrigation	superficies en contrôle de l'eau
	(%)	
Nord	0.67	0.67
Afrique subsaharienne	1.17	0.80
AFRIQUE	**0.88**	**0.73**

2000; ou encore pour le Sénégal (6.7 pour cent et 0.7 pour cent respectivement). Le taux d'accroissement annuel des superficies en contrôle de l'eau s'élève donc à 0.73 pour cent, soit légèrement inférieur à celui des superficies équipées (0.88 pour cent). Quant à la Guinée-Bissau, un inventaire plus détaillé a permis, entre 1994 et 1996, une meilleure connaissance des superficies irriguées, mais on ne peut parler de réel accroissement. Enfin, le Soudan a accusé un recul de ses superficies équipées pour l'irrigation dû à une dégradation tellement importante de certains de ses équipements qu'elle ne permet plus ni leur utilisation ni même leur réhabilitation.

Techniques d'irrigation

Les informations disponibles sur les techniques d'irrigation ne couvraient en 1995 que la moitié à peine des superficies en maîtrise partielle/totale alors que, dans la présente actualisation, elles portent sur 77 pour cent de ces superficies. Il est donc difficile d'analyser l'évolution des diverses techniques d'irrigation. Une estimation prudente montrerait que la part de l'irrigation de surface a diminué au profit des techniques moins exigeantes en eau, comme l'aspersion et en particulier l'irrigation localisée pour laquelle les superficies ont été multipliées pratiquement par six. La superficie où se pratique l'aspersion a plus que doublé. L'extension des superficies irriguées par aspersion est presque entièrement le fait de la région du Sud, alors que l'irrigation localisée est très développée à la fois au Nord et au Sud. Ces régions regroupent, en effet, les pays les plus arides du continent, mais aussi les plus développés, deux facteurs favorisant l'adoption de ces techniques.

Cultures irriguées

La principale évolution sur les dix dernières années consiste en une diminution des superficies en riziculture et de leur part dans l'ensemble des superficies en maîtrise totale/partielle. Cette réduction s'est réalisée principalement au profit du maraîchage. L'accroissement de ce dernier est particulièrement sensible dans la région du Sud. Les superficies des cultures industrielles se sont accrues elles aussi au cours de la même période, indiquant qu'un pourcentage plus élevé des superficies irriguées est consacré à ces spéculations, alors que la part concernant uniquement la canne à sucre est restée inchangée. La tendance pour les racines et tubercules est aussi à la hausse, en particulier dans le Nord. Les superficies affectées à l'arboriculture et aux fourrages ont augmenté, mais leur part respective dans les superficies irriguées reste identique sur la période étudiée. Enfin, il faut signaler que la baisse des superficies de cultures irriguées dans le golfe de Guinée et, partant, de la riziculture en général, reflète le retrait des «fadamas» nigérians des cultures irriguées récoltées de cette nouvelle enquête, ne comprennant que les superficies en maîtrise partielle/totale.

Taux d'utilisation des superficies équipées

Parmi les pays pour lesquels les informations sont disponibles, quatre ont vu leur taux d'utilisation des superficies équipées s'améliorer sur les dix dernières années. Les superficies effectivement irriguées en Algérie se sont accrues, passant de 66 pour cent des superficies équipées en 1992 à 80 pour cent en 2001, alors qu'une légère croissance caractérise les superficies équipées. Il en est de même pour la Jamahiriya arabe libyenne (de 51 pour cent en 1990 à 67 pour cent en 2000 pour des superficies équipées identiques), pour Madagascar (de 82 pour cent à 99.5 pour cent entre 1992 et 2000 pour des superficies équipées pratiquement équivalentes) et pour la Tunisie entre 1991 et 2000 (de 84 pour cent à 99.7 pour cent pour des superficies équipées en augmentation). Inversement, trois pays ont connu une dégradation de l'utilisation de leur équipement. Au Lesotho les superficies effectivement irriguées ont diminué sur la même période, passant de 7 pour cent à 3 pour cent des superficies équipées entre 1994 et 1999 pour une superficie équipée équivalente, ainsi qu'au Mozambique (de 42 pour cent à 34 pour

cent entre 1995 et 2001 pour des superficies équipées légèrement accrues). Si l'utilisation plus intensive des superficies équipées dans les premiers pays peut s'expliquer par la réhabilitation de périmètres dégradés, c'est souvent la dégradation des équipements qui justifie l'abandon de superficies équipées dans les derniers. Enfin, il faut noter que, parmi les pays ayant un taux d'utilisation actuel inférieur à 50 pour cent, le Soudan a subi une importante dégradation: la superficie réellement irriguée a diminuée de 63 pour cent en 1995 à 43 pour cent en 2000.

GESTION DE L'EAU

La gestion de l'eau dans les pays africains se base généralement sur un Code de l'eau. Trente-sept pays disposent de ce type de texte qui régit d'une manière globale la gestion des ressources hydriques présentes sur leur territoire. Cependant, il faut ajouter à ceux-ci, trois autres pays (Gabon, Seychelles, Soudan) qui, même s'ils n'ont pas de loi spécifique pour l'eau, l'ont incluse dans des législations sur l'environnement ou les ressources naturelles. Dans six autres pays aussi (Jamahiriya arabe libyenne, République centrafricaine, République démocratique du Congo, Rwanda, Sao Tomé-et-Principe et Swaziland) certains aspects de la gestion des eaux tels que la pollution, les forages ou les droits d'eau sont réglementés, mais ces dispositions ponctuelles ne sont pas regroupées dans un code de l'eau. Cinq pays (Gambie, Ghana, Libéria, Sierra Leone, et Somalie) ont aussi désigné les institutions chargées de l'approvisionnement en eau ou de la gestion de l'eau, mais sans préciser la direction que devrait prendre cette gestion. Enfin, on ne disposait pas d'informations pour deux pays humides, les Comores et la Guinée équatoriale, qui n'ont vraisemblablement pas statué sur ce thème. Il faut cependant mentionner que le Somaliland, dans le nord de la Somalie, a formulé sa propre politique de l'eau et travaille à la constitution d'un code de l'eau. Parmi les 37 pays ayant un outil législatif complet, 25 l'ont rédigé, amendé ou mis en application depuis 1995, ce qui témoigne de l'actualité du thème. Cependant l'Érythrée n'a toujours pas approuvé son projet de loi sur l'eau rédigé en 1996. Enfin, des textes traitant plus spécifiquement de la gestion de l'irrigation sont rares: seuls Maurice, le Kenya et le Malawi se sont dotés d'une loi sur l'irrigation en 1979, 1996 et 2001 respectivement. La FAO a aussi en cours quelques projets dont le but est d'aider les gouvernements à mettre en place une stratégie pour le secteur de l'irrigation et à formuler une politique de l'irrigation dans les pays suivants: Botswana, Érythrée, Ghana, Nigéria, République-Unie de Tanzanie, Swaziland, et Zambie.

Les institutions chargées de la gestion et de la planification de l'irrigation à l'échelle nationale sont, pour la grande majorité des pays africains (41 sur 53), des départements ou divisions de ministères de l'agriculture (37) ou de ministères de l'agriculture et de l'irrigation ou de l'hydraulique (4). Cependant la gestion et la conservation de la ressource relèvent, la plupart du temps, d'un autre ministère (de l'environnement, des ressources naturelles, de l'énergie ou de l'hydraulique), et la coordination entre les différentes institutions est quasiment inexistante: parmi eux, seuls le Burundi, la Guinée-Bissau, le Mozambique, et le Sénégal ont créé des conseils interministériels pour des actions à entreprendre en synergie. En outre, six autres pays n'ont confié qu'une part seulement de l'irrigation au ministère de l'agriculture, répartissant ainsi la gestion du secteur entre plusieurs ministères (Bénin, Jamahiriya arabe libyenne, Maroc, Mauritanie, Soudan, Zimbabwe). Finalement, seuls quatre États disposent d'un ministère des ressources en eau qui inclut la gestion de l'irrigation: l'Algérie, l'Égypte, le Kenya et le Nigéria qui détiennent 43 pour cent des superficies en contrôle de l'eau d'Afrique. En revanche, au Congo et en Guinée, l'irrigation relève d'un ministère des ressources hydriques, minérales et de l'énergie.

La gestion des systèmes d'irrigation est généralement assurée conjointement par l'État en ce qui concerne les infrastructures primaires ou les systèmes publics, et

par des associations d'usagers pour les infrastructures secondaires et tertiaires ou les systèmes privés. Le désengagement de l'État du secteur de l'irrigation depuis les années 1980 principalement, et la création consécutive d'associations d'usagers déjà réalisée ou envisagée (Afrique du Sud, Burundi, Côte d'Ivoire, Ghana, Madagascar, Mali, Maroc, Maurice, Niger, Nigéria, Sénégal, Soudan, Swaziland, Tunisie et Zimbabwe), ainsi que la promotion d'approches participatives plus récemment (Burkina Faso, Mauritanie, Tchad) intéressent une vingtaine de pays africains. L'exemple du Kenya illustre bien le choix du transfert de la gestion; en effet tous les nouveaux périmètres créés entre 1992 et 2003 sont privés, alors que certains anciens périmètres publics sont encore partiellement gérés par l'État. En Égypte, plutôt qu'un transfert aux usagers, le gouvernement a choisi de promouvoir leur participation remplaçant sa gestion jadis très centralisée par une forme de gestion conjointe.

Il convient de noter l'importance croissante de l'irrigation informelle, notamment dans les zones urbaines et périurbaines des grandes villes africaines. Cette irrigation n'est généralement pas comprise dans les statistiques officielles (et ne figure probablement pas non plus, ou seulement partiellement, dans les statistiques d'AQUASTAT pour la plupart des pays à cause de la difficulté d'obtenir des données) ni dans la gestion intégrée des ressources hydriques. Son essor s'explique principalement par le désengagement de l'État du secteur de l'irrigation et le développement de l'irrigation privée. Elle est généralement réalisée à petite échelle, mais représente pour chacun des exploitants une valeur ajoutée non négligeable en termes de revenus. Il est difficile d'évaluer ce type d'irrigation à l'échelle du continent.

La tarification de l'eau n'est connue que pour 27 pays, dont 23 ont prévu des redevances, principalement basées sur la superficie irriguée. Toutefois, dans neuf pays, il est admis que les redevances de l'eau soient fortement subventionnées (Tchad, Namibie), appliquées uniquement dans les grands périmètres (Maroc), appliquées encore rarement malgré la loi (Togo, Côte d'Ivoire), ou ne couvrant que les coûts d'opération et de maintenance (Madagascar). Dans quatre pays l'eau et les services d'irrigation sont gratuits, à savoir le Botswana, l'Éthiopie, la Jamahiriya arabe libyenne et la Somalie.

ENVIRONNEMENT ET SANTÉ

Sur les 29 pays pour lesquels les information concernant la qualité des eaux sont disponibles, 12 (Bénin, Burkina Faso, Cameroun, Congo, Ghana, Guinée, Jamahiriya arabe libyenne, Malawi, Mozambique, Sénégal, Tchad, Zimbabwe) affirment que leurs eaux sont de qualité relativement adaptée à l'irrigation et que les pollutions sont ponctuelles et liées principalement aux concentrations humaines sans structures d'assainissement (milieu urbain) et à l'agriculture où elles sont dues notamment aux concentrations animales. Pour les 17 pays restants, l'agriculture est mentionnée comme la principale source de pollution: Algérie, Mali dans la zone de l'Office du Niger, Maurice (en raison de la canne à sucre principalement), Soudan, Swaziland (du fait des animaux qui contaminent les sources), Togo (où la pollution agricole ne touche que l'eau superficielle) et Tunisie. Parmi les autres sources de pollution, figure la combinaison de l'agriculture, de l'industrie et des déchets domestiques (République démocratique du Congo, Sao Tomé-et-Principe, Somalie, Afrique du Sud) et, dans une moindre mesure, l'industrie minière (pétrole au Nigéria dans le delta du Niger, ou diamants au Lesotho et au Botswana). Aux Comores, en Érythrée et au Rwanda, ce sont les concentrations humaines et les déchets domestiques qui dégradent la qualité des eaux.

La surexploitation des aquifères (à savoir les prélèvements supérieurs à la recharge) et l'abaissement consécutif de leur niveau représentent un problème dans sept pays: Algérie, Cap-Vert, Djibouti, Maroc, le Nigéria, le Sénégal et Tunisie, problème qui s'applique aussi aux aquifères côtiers des Comores et de la Jamahiriya arabe libyenne. Cette surexploitation est à l'origine d'intrusions marines en Algérie et au Cap-Vert.

TABLEAU 21
Salinisation dans quelques pays

Pays	Salinisation		
	Année	ha	% des superficies équipées
Égypte	2005	250 000	7
Jamahiriya arabe libyenne	1998	190 000	40
Kenya	1999	30 000	29
Maroc	2000	150 000	10
Mozambique	1993	2 000	2
Namibie	1992	1 300	17
Niger	2000	350	0.5
Nigéria	1999	100 000	34
République-Unie de Tanzanie	1999	50 000	27
Soudan	1999	500 000	27
Tunisie	2000	86 000	22

Mais l'Érythrée et Maurice (au Nord et à l'Est) sont aussi touchés. Enfin, l'utilisation des eaux fossiles, c'est-à-dire les eaux provenant d'aquifères dont le taux de renouvellement est très faible et qui sont donc considérés comme non renouvelables, notamment en Jamahiriya arabe libyenne et dans une moindre mesure en Algérie, provoquera à long terme leur tarissement.

La salinisation des sols est un problème beaucoup plus fréquent, puisque 14 pays y sont confrontés. Si la situation est particulièrement préoccupante au Maroc, au Nigéria et au Soudan, où les superficies salinisées par l'irrigation dépassent 100 000 hectares, elle l'est moins au Kenya, en République-Unie de Tanzanie et en Tunisie (tableau 21). La question de la salinisation doit aussi être surveillée à Djibouti, en Gambie et au Mozambique lorsque les sols sont salés naturellement, en Namibie, au Niger où 350 hectares sont abandonnés et d'autres risquent de l'être très prochainement, et en Somalie et au Zimbabwe. Enfin l'Égypte a maîtrisé désormais la salinisation, depuis les années 1970, sur une grande partie de ses périmètres irrigués grâce à la mise en place de systèmes de drainage (encadré 1).

On peut citer comme autres problèmes environnementaux liés à l'irrigation en Afrique: (i) l'érosion et ses conséquences et l'ensablement ou la sédimentation des plans d'eau, barrages et canaux dans dix pays; (ii) la prolifération de la végétation aquatique (six pays); (iii) l'assèchement ou les risques d'assèchement des marais (quatre pays). L'encadré 2 donne l'exemple du tarissement du lac Tchad dû à la variabilité climatique et ses conséquences pour l'environnement.

Selon les estimations, de 70 à 90 pour cent des cas mondiaux de paludisme se manifestent en Afrique. En tout état de cause, l'Afrique reste de loin le continent le plus touché avec 365 millions de cas de paludisme en 2002. Le rapport de 2003 de l'OMS sur le paludisme en Afrique indique qu'au moins un décès sur cinq d'enfants en bas âge a pour cause le paludisme. Plus de 80 pour cent des décès dus à cette pathologie se produisent en Afrique où l'on estime qu'elle menace 66 pour cent de la population. Selon l'OMS, les seuls pays africains où la maladie n'est pas endémique sont le Lesotho, la Jamahiriya arabe libyenne, les Seychelles et la Tunisie.

PERSPECTIVES POUR LA GESTION DE L'EAU EN AFRIQUE

La gestion de l'eau et de l'irrigation en Afrique est considérée par de nombreux pays comme un facteur clé pour améliorer leur sécurité alimentaire et assurer l'accès à eau potable de la population.

Bien qu'ils existent déjà, les transferts d'eau sont encore rares, tant au sein d'un même pays comme au Maroc (pour un volume de 2.7 km³ entre bassins versants) et en Jamahiriya arabe libyenne (transfert de ressources souterraines fossiles entre le sud et le nord au sein du «Great Manmade River Project») qu'entre les pays: le seul exemple connu actuellement est celui du transfert d'un volume de 2.2 km³/an de la rivière Malibamatso au Lesotho vers la rivière Vaal en Afrique du Sud (tous deux dans le bassin de l'Orange) dans le cadre du «Lesotho Highlands Water Project». Le premier pays reçoit en contrepartie une assistance pour la production de sa propre électricité) (tableau 25). De nombreux projets sont cependant à l'étude pour développer ces transferts: en Algérie (du sud vers le nord), au Kenya (du Lac Victoria vers des zones plus sèches comme le Kerio dans la vallée du Rift, ou vers le plateau Vembere: projet datant de la période de colonisation allemande), au Botswana (entre les rivières

ENCADRÉ 1

Salinisation et drainage dans le delta du Nil

Le delta du Nil se situe en Égypte au Nord du Caire, où le Nil se divise en deux branches: celle de Damiette et celle de Rosette. Il est limité par le désert oriental et le canal de Suez à l'est, et par le désert occidental à l'ouest. Des lacs sont adjacents à la mer Méditerranée (Mariut, Idku, Burullus et Manzala). Le delta a une longueur de 160 km environ et une largeur de 250 km sur sa partie la plus large. Près de deux millions d'hectares sont irrigués dans le delta, qui est une zone densément peuplée. La production agricole est intensive, les principales cultures étant le riz, le coton et le maïs en été, et le trèfle d'Alexandrie et le blé en hiver. Les lacs sont le lieu d'importantes activités de pêche.

Le climat se caractérise par son aridité, en effet les précipitations annuelles moyennes (d'octobre à mai) varient de 190 mm sur la côte méditerranéenne à 20-50 mm dans le sud, et l'évapotranspiration qui est de 1 400 mm par an dans les zones côtières augmente en allant vers le sud.

Un des problèmes du delta du Nil était la salinité qui affectait ses sols alluviaux argileux. Cependant, après la mise en place de systèmes de drainage souterrain sur 90 pour cent des terres irriguées pour contrôler le niveau de l'eau souterraine, la plupart des sols du delta ne sont plus salins. Toutefois, à proximité des côtes et des lacs, la salinité du sol augmente à cause de la faible profondeur des eaux souterraines infiltrées par des eaux saumâtres depuis la mer et les lacs à travers des sols perméables.

Actuellement, le problème dans le delta du Nil réside dans la disponibilité de ressources en eau en terme de la quantité et de la qualité. De l'eau superficielle de bonne qualité est fournie par le Nil et l'eau souterraine peu profonde ou profonde est aussi disponible.

L'expansion de l'irrigation dans la vallée du Nil et les zones de désert adjacentes a limité les ressources en eau conventionnelles aptes à couvrir la demande en eau dans le delta. Puisque l'irrigation exige des quantités importantes d'eau, il est nécessaire d'en augmenter l'efficience. C'est l'un des objectifs du Projet d'amélioration de l'irrigation du Ministère des ressources en eau et de l'irrigation (MWRI).

La réutilisation des eaux de drainage est une autre solution considérée par le MWRI au titre du Projet d'irrigation à partir des eaux de drainage qui a démarré en 1998. La réutilisation planifiée s'effectue en pompant l'eau des principaux drains vers les principaux canaux d'irrigation. En 1996-1997, la quantité d'eau pompée aux stations de pompage s'élevait à 4, 4 milliards de m^3 avec une salinité moyenne de 1.8 dS/m. Le volume d'eau de drainage réutilisé pour l'irrigation devrait augmenté pour atteindre 8 milliards de m^3 par an dans un proche avenir. La réutilisation des eaux de drainage n'a généralement pas causé d'augmentation de la salinité des sols, car la salinité de l'eau de drainage réutilisée est réduite grâce à son mélange avec de l'eau douce. Cependant, la pollution des eaux de drainage par la décharge d'eaux usées non traitées dans les systèmes de drainage agricoles a détérioré la qualité de l'eau dans les drains principaux, et pose une grave menace pour leur réutilisation. Les agriculteurs utilisent aussi directement les eaux de drainage en les pompant à partir de drains proches de leurs parcelles.

Puisque dans les drains principaux la salinité de l'eau augmente du sud vers le nord, direction générale du courant, et que la pollution de l'eau s'accroît aussi, une option actuellement considérée est l'interception de l'eau de drainage ayant une salinité favorable et son pompage dans les canaux à leur intersection avec les drains, alors que l'eau de drainage à forte salinité serait déversée dans les lacs côtiers pour maintenir les niveaux de salinité nécessaires pour l'aquaculture.

La stratégie de réutilisation des eaux de drainage expérimentée a donné des résultats raisonnables en termes de salinité des sols et de rendements agricoles. Cependant, comme les niveaux de salinité des sols peuvent être localement élevés, notamment en aval des canaux, où l'eau d'irrigation est inadéquate et la salinité des eaux souterraines forte, il est nécessaire de surveiller la salinité des sols et de l'eau. La question est de savoir quelle part de la quantité annuelle d'eaux de drainage déchargées dans la Méditerranée et les lacs côtiers peut être réutilisée ?

Shashe et Notwane, toutes deux dans le bassin du Limpopo), et vers le lac Tchad pour compenser la diminution de son niveau (depuis le bassin du Niger au Nigéria, ou depuis le bassin du Congo) (encadré 2).

ENCADRÉ 2

Lac Tchad: réduction de sa superficie de plus de 90 pour cent en 40 ans

Le lac Tchad était jadis le plus grand lac d'eau douce d'Afrique mais, au cours des dernières décennies, sa superficie a diminué, passant de 25 000 km² en 1964 à 1 900 km² en 2003, avec des variations de niveau de plus de 8 m et de volume de 100 à 20 km³. Le fleuve Chari-Logone contribue pour environ 95 pour cent au débit total entrant dans le lac (38.5 km³/an). L'approvisionnement du lac s'est lui aussi considérablement réduit, tombant de 54 km³/an (1955/56) à 7 km³/an (1984/85).

Cette dégradation progressive a pour origine la variabilité climatique de la région et les changements environnementaux induits, intensifiés par les exigences humaines en ressources naturelles (principalement terres et eaux) dans le bassin. Ce dernier (presque 2.4 millions de km²) héberge en effet environ 42.5 millions d'habitants. Pour la zone proche du lac lui-même, la baisse du niveau du lac et la réduction de sa superficie ont résulté en un déclin de la pêche, une réduction de la zone où est pratiquée l'agriculture de décrue, et des mouvements accrus de migration des populations locales qui tentent de s'adapter aux variations climatiques. Un important périmètre d'irrigation au Nigéria, le projet d'irrigation du sud du lac Tchad, voit son approvisionnement en eau compromis par le retrait de la berge du lac.

Les superficies sous irrigation dans le bassin sont limitées, avec un prélèvement de 1.5 km³ seulement, soit 4 pour cent de la recharge annuelle du lac. La productivité agricole de la région adjacente au lac a baissé avec l'augmentation de la pression humaine qui a également provoqué le déboisement et encouragé la culture sur brûlis et l'adoption de techniques agricoles peu adaptées. Un des résultats a été l'institution du cercle vicieux entre la pauvreté et la dégradation environnementale qui caractérise la région, particulièrement dans les zones sahéliennes les plus arides situées au nord du bassin. Ailleurs dans le bassin, les impacts de la guerre civile en République centrafricaine et au Soudan, conjugués à une compétition intense pour les ressources naturelles dans le sous bassin de Komadugu-Yobé au Nigéria, se sont unis aux impacts d'une sécheresse régionale prolongée due à la migration vers le sud des isohyètes moyens annuels. De plus amples impacts environnementaux sont aussi attendus, notamment la pollution des sources due aux activités croissantes de prospection et d'exploitation pétrolière et minière et à l'utilisation grandissante d'engrais et de pesticides. La pêche dans les bassins en amont du sous-bassin du Chari-Logone est particulièrement à risque.

En dépit du nombre d'initiatives lancées, on connaît peu tant les ressources en eau que le fonctionnement des systèmes aquatiques au sein du bassin. Il n'y a ni système effectif de gestion de la quantité et de la qualité des ressources en eau douce ni programmes performants de protection de la qualité de l'eau. La gestion de la demande en eau est inexistante et très peu d'attention a été portée à la compatibilité des méthodes de production avec les ressources naturelles réelles. Enfin, les politiques économiques de l'eau et de l'environnement sont faibles, et aucun instrument économique, ou mesure incitatrice ou programme spécifique n'a été mis en place pour promouvoir et appuyer les initiatives locales. Ces problèmes mettent en évidence celui de la politique à court terme. En effet, des programmes de gestion environnementale coûteux ne peuvent être considérés comme prioritaires pour des gouvernements qui se débattant déjà avec des niveaux de malnutrition et de pauvreté très élevés.

Quelques progrès ont été accomplis pour harmoniser les cadres juridiques au niveau régional, afin de protéger et rendre durable l'usage des ressources en eau partagées. Si la coopération régionale ne parvient pas à renverser la tendance, des dégradations plus importantes apparaîtront dans l'environnement naturel du bassin du lac Tchad. La FAO a offert des conseils techniques et légaux à la CBLT, notamment pour la proposition de transfert de l'eau de l'Oubangui (bassin du Congo) aux eaux en amont du sous-bassin du Chari-Logone en République centrafricaine. La viabilité économique et les implications environnementales du transfert proposé seront analysées avec soin, en tenant compte du problème des espèces aquatiques envahissantes. De plus, sera nécessaire le consentement des riverains en aval du bassin du Congo, non membres de la Commission du bassin du lac Tchad.

D'après les informations disponibles, l'utilisation actuelle de ressources en eau non conventionnelles (dessalement, réutilisation des eaux usées traitées) concerne moins

du tiers des pays. Elle est donc appelée à se développer beaucoup plus à l'avenir pour pallier le manque de ressources disponibles dans de nombreux pays arides.

Les deux tendances confirmant une nette progression en matière de gestion de l'eau dans les pays africains sont la gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) et le développement de la petite irrigation. La première apparaît dans les diverses politiques ou propositions de lois, et s'accompagne de la protection des ressources hydriques pour garantir leur durabilité à long terme. Huit pays l'ont incorporée dans leur politique ou se proposent de le faire. Quant à la petite irrigation, c'est le principal type de construction retenu pour les pays cherchant encore à développer leurs superficies d'irrigation. Elle prévoit la gestion par les usagers et donc une participation beaucoup plus active, et va souvent de pair avec l'introduction de technologies à coût réduit (pompes à pédales, «drip kits», etc.). Les pays qui ont déjà aménagé l'ensemble de leurs superficies irrigables potentielles, tels que l'Afrique du Sud ou la Jamahiriya arabe libyenne, ne réalisent plus de travaux de construction, mais se sont engagés dans le développement de techniques efficientes d'utilisation de l'eau (aspersion, irrigation localisée) dans le but de réduire les volumes d'eau utilisés pour les cultures.

Enfin, au cours des dix dernières années, une des tendances de l'irrigation a consisté dans l'équipement de superficies auparavant en contrôle sommaire de l'eau, tels que les bas-fonds et les zones de décrue. Cela permet en effet de réduire les coûts d'aménagement et d'augmenter la maîtrise de l'irrigation et, par là même, la productivité agricole des parcelles. On peut supposer que cette tendance se poursuivra dans les prochaines années en vue d'intensifier l'irrigation sur les terres les plus facilement irrigables.

Principales sources d'information générales

Les documents cités dans cette section ont été utiles lors de la rédaction de la synthèse et ne sont pas spécifiques à un pays. La littérature relative à chacun des pays est mentionnée dans le paragraphe intitulé «Principales sources d'information» à la fin de chaque monographie.

Bucks, D.A. 1993. *Micro-irrigation world wide usage report*.

CILSS/OECD. 1991. *The development of irrigated crops in Sahel*. Summary and reports by country. OECD / CILSS / CLUB of Sahel. SATURDAY / D (91) 366. E/F.

FAO. 1986. *Irrigation in Africa south of the Sahara*. Technical document No. 5 of the investment centre of the FAO. Rome. 181 pp.

FAO. 1995. *Irrigation in Africa/L'irrigation en Afrique en chiffres*. FAO Water Report No. 7. Rome.

FAO. 1997a. *Irrigation in the Near East Region in figures*. FAO Water Report No. 9. Rome.

FAO. 1997b. *Irrigation in the countries of the former Soviet Union in figures*. FAO Water Report No. 15. Rome.

FAO. 1997c. *Irrigation potential in Africa - a basin approach*. FAO Land and Water Bulletin No. 4. Rome.

FAO. 1999. *Irrigation in Asia in figures*. FAO Land and Water Bulletin No. 18. Rome.

FAO. 2000. *Irrigation in Latin America and the Caribbean in figures*. FAO Land and Water Bulletin No. 20. Rome.

FAO. 2004a. *Drought impact mitigation and prevention in the Limpopo River Basin - a situation analysis*. FAO Land and Water Discussion Paper No. 4. Rome.

FAO. 2004b. *Directions for agricultural water management in Africa*. FAO Land and Water Development Division. Unpublished.

FAO. 2005a. *Factors affecting the development and management of water resources for agriculture in the Lake Chad basin*. FAO-AGLW internal notes.

FAO. 2005b. *Factors affecting the development and management of water resources for agriculture in the Nile Delta*. FAO-AGLW internal notes.

FAO. 2005c. *Large hydro-electricity and hydro-agricultural schemes in Africa*. FAO-AGLW internal notes.

FAO. 2005d. *FAOSTAT – database* (available at http://faostat.external.fao.org/).

FAO. 2005e. *AQUASTAT – database* (available at http://www.fao.org/).

Geheb, K., and Sarah, M.T. (eds.). 2002. Africa's inland fisheries: the management challenge. Fountain Publishers. Kampala.

Gleick, P.H., ed. 1993. *Water in crisis: a guide to the of world's freshwater resources*. New York, USA, Oxford, UK, Oxford University Press for Pacific Institute. 473 pp.

Gleick, P.H., ed. 2004. *The world's water 2004-2005: the biennial report on freshwater resources*. Washington, DC, Island Press.

ICID. 2005. *Sprinkler and micro-irrigated area in some ICID member countries* (available at http://www.icid.org).

International Lake Environment Committee (ILEC) and United Nations Environment Programme (UNEP). Undated. *World Lake Database*.

IPTRID/FAO. 2003. *The irrigation challenge - increasing irrigation contribution to food security through higher water productivity canal irrigation systems*. Issue paper No. 4.

L'vovitch, M.I. 1974. *World water resources and their future*. Russian ed. Mysl. Moscow. Translation in English by R.L. Nace, American Geological Union, Washington, 1979. 415 pp.

Margat, J. 1991. *Ressources en eau des pays africains, utilisation et problèmes*. VII Congrès mondial des ressources en eau. May, 1991, Rabat, Morocco. IWRA / AREA. 21 pp.

Margat, J. 1994. *Les ressources en eau des pays de l'OSS- Evaluation, utilisation et gestion*. Observatoire du Sahara et du Sahel, Paris. 83 pp.

SADC. 2000. *Revised protocol on shared water courses in Southern African Development Community.* Windboek.

UNDP. 2005. *Human Development Index* (available at http://hdr.undp.org).

UNESCO. 1972. *Etudes des ressources en eau du Sahara septentrional*. Final report + 7 technical annexes.

UNICEF/WHO. 2005. *Joint Monitoring Programme (JMP) for water and sanitation* (available at http://www.unicef.org).

UNICEF. 2005. *Statistics by country* (available at http://www.unicef.org).

United Nations. 1987. *Groundwater in Western and Northern Africa*. UN-DTCD Natural Resources Water Series No. 18.

United Nations. 1988. *Groundwater in Eastern, Central and Southern Africa*. UN-DTCD Natural Resources Water Series No. 19.

WHO. 2005. *World malaria report 2005*.

World Bank. 2005. *Indicators of world development* (available at http://www.worldbank.org).

World Conservation Union (UICN). 2005. *Towards an agency for Volta Basin?*

World Resources Institute. 1994. *World resources 1994–1995. A guide to the global environment*. Oxford University Press for WRI/UNEP/UNDP. 400 pp.

World Resources Institute. 2003. *World resources 2002-2004. Decisions for the earth: balance, voice, and power*.

Tableaux récapitulatifs

Notes explicatives

Tableau 22

Les superficies cultivées de Djibouti et de l'Égypte ne correspondent pas aux valeurs de FAOSTAT car ces dernières étaient inférieures aux superficies équipées en maîtrise totale/partielle, du fait de l'arrondi des valeurs de FAOSTAT.

Tableau 27

Les pourcentages des superficies effectivement irriguées ne correspondent pas à l'année indiquée dans la deuxième colonne pour l'Angola (1996), la Gambie (1991), la Guinée (2000), le Malawi (1992), l'Ile Maurice (2004), le Niger (2005), la République démocratique de Congo (2000), et Swaziland (2002).

Le taux d'accroissement annuel élevé de l'irrigation du Ghana (30.1 pour cent) est du à l'irrigation informelle qui, bien que déjà existante, n'était pas incluse dans les superficies équipées pour l'irrigation de la précédente enquête d'AQUASTAT mais le sont maintenant.

Un inventaire en Guinée-Bissau entre 1994 et 1996 a permis de mieux connaître les superficies.

Le fort accroissement des superficies équipées pour l'irrigation du Mali (20.1 pourcent par an) s'explique par l'adjonction de superficies auparavant déclarées comme non équipées. Cependant aucun nouvel investissement sur ces superficies n'explique ce reclassement; seule l'appréciation du niveau d'équipement a évolué.

Le taux d'accroissement du Soudan est négatif (-0.9 pourcent par an) car la dégradation de certains périmètres est telle qu'elle ne permet plus l'utilisation, ni la réhabilitation.

Pour la Zambie, le Rwanda et le Sénégal, les forts taux d'accroissements correspondent à l'équipement de superficies auparavant non équipées, et donc à un déplacement de certaines superficies de la catégorie «non équipée» à «équipée», mais les superficies totales en contrôle de l'eau n'ont pas connues un accroissement aussi important.

Tableau 28

Les superficies en contrôle de l'eau sont bien supérieures au potentiel d'irrigation en Jamahiriya arabe libyenne et en Algérie le potentiel d'irrigation ne prend en compte que les ressources en eau renouvelables, et ces pays utilisent également des ressources non renouvelables, principalement l'eau souterraine fossile.

Tableau 29

Les données des techniques d'irrigation ne sont pas complètes pour tous les pays d'Afrique.

La somme des superficies des différentes techniques d'irrigation du Botswana et du Malawi n'est pas égale à la superficie en maîtrise totale/partielle car elles ne se réfèrent pas à la même année.

Tableau 30

Les données concernant l'origine de l'eau d'irrigation ne sont pas complètes pour tous les pays.

Tableau 31

La superficie totale des cultures irriguées (colonne 3) n'apparaît que pour les pays pour lesquels l'ensemble des cultures irriguées récoltées est connu et permet ainsi de calculer l'intensité culturale et la part de la principale culture irriguée.

Pour le Maroc, la superficie physique effectivement irriguée utilisée pour le calcul de l'intensité culturale (1 406 560 ha), se réfère à l'année 2000, afin de correspondre à l'année des superficies des cultures irriguées récoltées. Elle diffère donc de celle indiquée dans le profil (la valeur la plus récente datant de 2004).

TABLEAU RÉCAPITULATIF 22

Utilisation des terres et potentiel d'irrigation

Pays	Superficie totale		Superficie cultivable		Superficie cultivée (2002)		Potentiel d'irrigation	
	superficie	par habitant	superficie	par habitant	superficie	par habitant	superficie	en % de la sup. cultivable
Unité	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	%
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)=100x(7)/(3)
Afrique du Sud	121 909 000	2.70	18 320 000	0.41	15 712 000	0.35	1 500 000	8.2
Algérie	238 174 000	7.36	40 000 000	1.24	8 265 000	0.26	510 300	1.3
Angola	124 670 000	8.86	32 000 000	2.27	3 300 000	0.23	3 700 000	11.6
Bénin	11 262 000	1.63	7 000 000	1.01	2 815 000	0.41	322 000	4.6
Botswana	58 173 000	32.41	2 908 650	1.62	380 000	0.21	13 000	0.4
Burkina Faso	27 400 000	2.05	9 000 000	0.67	4 400 000	0.33	165 000	1.8
Burundi	2 783 000	0.39	1 400 000	0.20	1 351 000	0.19	215 000	15.4
Cameroun	47 544 000	2.92	-	-	7 160 000	0.44	290 000	1.9
Cap-Vert	403 000	0.85	-	-	45 000	0.10	3 109	4.4
Comores	223 000	0.28	-	-	132 000	0.17	300	1.8
Congo	34 200 000	8.96	-	-	240 000	0.06	340 000	2.3
Côte d'Ivoire	32 246 000	1.91	21 000 000	1.24	6 900 000	0.41	475 000	2.3
Djibouti	2 320 000	3.26	6 000	0.01	1 012	0.00	2 400	40
Égypte	100 145 000	1.36	4 420 000	0.06	3 422 178	0.05	4 420 000	100
Érythrée	11 760 000	2.74	1 600 000	0.37	503 000	0.12	187 500	11.7
Éthiopie	110 430 000	1.52	13 200 000	0.18	10 671 000	0.15	2 700 000	20.5
Gabon	26 767 000	19.81	15 155 000	11.22	495 000	0.37	440 000	2.9
Gambie	1 130 000	0.77	430 000	0.29	255 000	0.17	80 000	18.6
Ghana	23 854 000	1.12	10 000 000	0.47	6 331 000	0.30	1 900 000	19
Guinée	24 586 000	2.85	6 000 000	0.70	1 540 000	0.18	520 000	8.7
Guinée-Bissau	3 612 000	2.35	1 100 000	0.72	548 000	0.36	281 290	25.6
Guinée équatoriale	2 805 000	5.53	850 000	1.68	230 000	0.45	30 000	3.5
Jamahiriya arabe libyenne	175 954 000	31.09	2 200 000	0.39	2 150 000	0.38	40 000	1.8
Kenya	58 037 000	1.79	9 942 000	0.31	5 162 000	0.16	353 060	3.6
Lesotho	3 035 000	1.69	-	-	334 000	0.19	12 500	1.3
Liberia	11 137 000	3.19	-	-	600 000	0.17	600 000	12.0
Madagascar	58 704 000	3.28	8 000 000	0.45	3 550 000	0.20	1 516 819	19.0
Malawi	11 848 000	0.96	3 600 000	0.29	2 440 000	0.20	161 900	4.5
Mali	124 019 000	9.25	43 700 000	3.26	4 700 000	0.35	566 000	1.3
Maroc	44 655 000	1.44	10 000 000	0.32	9 283 000	0.30	1 664 000	16.6
Maurice	204 000	0.17	-	-	106 000	0.09	33 000	22.0
Mauritanie	102 552 000	34.41	1 000 000	0.34	500 000	0.17	250 000	25.0
Mozambique	80 159 000	4.18	36 000 000	1.88	4 435 000	0.23	3 072 000	8.5
Namibie	82 429 000	40.99	25 000 000	12.43	820 000	0.41	47 300	0.2
Niger	126 700 000	10.21	16 500 000	1.33	4 500 000	0.36	270 000	1.6
Nigeria	92 377 000	0.73	61 000 000	0.48	33 000 000	0.26	2 330 510	3.8
Ouganda	24 104 000	0.90	16 800 000	0.63	7 200 000	0.27	90 000	0.5
République centrafricaine	62 298 000	15.92	15 000 000	3.83	2 024 000	0.52	1 900 000	12.7
République démocratique du Congo	234 486 000	4.31	80 000 000	1.47	7 800 000	0.14	7 000 000	8.8
République-Unie de Tanzanie	94 509 000	2.51	40 000 000	1.06	5 100 000	0.14	2 132 221	5.3
Rwanda	2 634 000	0.31	1 511 400	0.18	1 385 000	0.16	165 000	10.9
Sao Tomé-et-Principe	96 000	0.58	55 000	0.33	54 000	0.33	10 700	19.5
Sénégal	19 672 000	1.90	3 800 000	0.37	2 506 000	0.24	409 000	10.8
Seychelles	45 000	0.55	-	-	7 000	0.09	1 000	10.0
Sierra Léone	7 174 000	1.39	5 360 000	1.04	600 000	0.12	807 000	15.1
Somalie	63 766 000	6.18	8 150 000	0.79	1 071 000	0.10	240 000	2.9
Soudan	250 581 000	7.30	105 000 000	3.06	16 653 000	0.49	2 784 000	2.7
Swaziland	1 736 000	1.60	-	-	190 000	0.18	93 220	18.6
Tchad	128 400 000	14.50	19 000 000	2.15	3 630 000	0.41	335 000	1.8
Togo	5 679 000	1.13	3 400 000	0.68	2 630 000	0.52	180 000	5.3
Tunisie	16 361 000	1.65	8 700 000	0.88	4 908 000	0.49	560 000	6.4
Zambie	75 261 000	6.89	16 350 000	1.50	5 289 000	0.48	523 000	3.2
Zimbabwe	39 076 000	3.02	-	-	3 350 000	0.26	365 624	3.7
Afrique	**3 004 084 000**	**3.46**	**-**	**-**	**210 673 190**	**0.24**	**-**	**-**

TABLEAU RÉCAPITULATIF 23
Caractéristiques de la population

Pays	Population (2004)		Densité de population	Indice de développement humain (2002)	Prévalence VIH/SIDA en % des 15-49 ans (fin 2003)	Part des actifs agricoles
Unité	habitants	% ruraux	habitants par km²		%	%
Afrique du Sud	45 214 000	42	37	0.666	21.5	8
Algérie	32 339 000	41	14	0.704	0.1	23
Angola	14 078 000	64	11	0.381	3.9	71
Bénin	6 918 000	55	61	0.421	1.9	50
Botswana	1 795 000	48	3	0.589	37.3	44
Burkina Faso	13 393 000	82	49	0.302	4.2	92
Burundi	7 068 000	90	254	0.339	6	90
Cameroun	16 296 000	48	34	0.501	6.9	55
Cap-Vert	473 000	43	117	0.717		20
Comores	790 000	64	354	0.530		72
Congo	3 818 000	46	11	0.494	4.9	37
Côte d'Ivoire	16 897 000	55	52	0.399	7	45
Djibouti	712 000	16	31	0.454	2.9	77
Égypte	73 390 000	58	73	0.653	< 0.1	31
Érythrée	4 297 000	80	37	0.439	2.7	76
Éthiopie	72 420 000	84	66	0.359	4.4	81
Gabon	1 351 000	15	5	0.648	8.1	33
Gambie	1 462 000	74	129	0.452	1.2	78
Ghana	21 377 000	54	90	0.568	3.1	56
Guinée	8 620 000	64	35	0.425	3.2	82
Guinée-Bissau	1 538 000	65	43	0.350		82
Guinée équatoriale	507 000	51	18	0.703		68
Jamahiriya arabe libyenne	5 659 000	13	3	0.794	0.3	5
Kenya	32 420 000	59	56	0.488	6.7	74
Lesotho	1 800 000	82	59	0.493	28.9	38
Liberia	3 487 000	52	31		5.9	65
Madagascar	17 901 000	73	30	0.469	1.7	72
Malawi	12 337 000	83	104	0.388	14.2	81
Mali	13 409 000	67	11	0.326	1.9	79
Maroc	31 064 000	42	70	0.620	0.1	33
Maurice	1 233 000	56	604	0.785		10
Mauritanie	2 980 000	37	3	0.465	0.6	52
Mozambique	19 182 000	63	24	0.354	12.2	80
Namibie	2 011 000	67	2	0.607	21.3	38
Niger	12 415 000	77	10	0.292	1.2	87
Nigeria	127 117 000	52	138	0.466	5.4	30
Ouganda	26 699 000	88	111	0.493	4.1	78
République centrafricaine	3 912 000	57	6	0.361	13.5	69
République démocratique du Congo	54 417 000	68	23	0.365	4.2	61
République-Unie de Tanzanie	37 671 000	63	40	0.407	8.8	79
Rwanda	8 481 000	80	322	0.431	5.1	90
Sao Tomé-et-Principe	165 000	62	172	0.645		62
Sénégal	10 339 000	50	53	0.437	0.8	72
Seychelles	82 000	50	182	0.853		77
Sierra Léone	5 168 000	61	72	0.273		60
Somalie	10 312 000	65	16			69
Soudan	34 333 000	60	14	0.505	2.3	57
Swaziland	1 083 000	76	62	0.519	38.8	32
Tchad	8 854 000	75	7	0.379	4.8	71
Togo	5 017 000	64	88	0.495	4.1	57
Tunisie	9 937 000	36	61	0.745	<0.1	23
Zambie	10 924 000	64	15	0.389	16.5	67
Zimbabwe	12 932 000	65	33	0.491	24.6	60
Afrique	**868 094 000**	**61**	**29**	**-**	**-**	**55**

TABLEAU RÉCAPITULATIF 24

Ressources en eau renouvelables

Pays	Précipitations moyennes annuelles		Ressources en eau renouvelables annuelles				Indice de dépendance
			Internes (RERI)		Totales (RERT)		
	hauteur	volume	volume	par habitant (2004)	volume	par habitant (2004)	
Unit/ Unité	mm	millions m³	million m³	m³/hab	million m³	m³/hab.	%
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)=100×((5)-(3))/(5)
Afrique du Sud	495	603 926	44 800	991	50 000	1 106	10.4
Algérie	89	211 499	11 247	348	11 667	361	2.9
Angola	1 010	1 258 790	148 000	10 513	148 000	10 513	0.0
Bénin	1 039	117 046	10 300	1 489	26 393	3 815	61.0
Botswana	416	241 825	2 400	1 337	12 240	6819	80.4
Burkina Faso	748	204 925	12 500	933	12 500	933	0.0
Burundi	1 274	35 460	10 060	1 423	15 484	2 191	35.0
Cameroun	1 604	762 463	273 000	16 753	285 500	17 520	4.4
Cap-Vert	228	919	300	634	300	634	0.0
Comores	900	2 007	1 200	1 519	1 200	1 519	0.0
Congo	1 646	562 932	222 000	58 146	832 000	217 915	73.3
Côte d'Ivoire	1 348	434 676	76 840	4 548	81 140	4 802	5.3
Djibouti	220	5 116	300	421	300	421	0.0
Égypte	51	51 374	1 800	25	58 300	794.4	96.9
Érythrée	384	45 147	2 800	652	6 300	1466	55.6
Éthiopie	848	936 005	122 000	1 685	122 000	1 685	0.0
Gabon	1 831	489 997	164 000	121 392	164 000	121 392	0.0
Gambie	836	9 451	3 000	2 052	8 000	5 472	62.5
Ghana	1 187	283 195	30 300	1 417	53 200	2 489	43.1
Guinée	1 651	405 939	226 000	26 218	226 000	26 218	0.0
Guinée-Bissau	1 577	56 972	16 000	10 403	31 000	20 156	48.4
Guinée équatoriale	2 156	60 481	26 000	51 282	26 000	51 282	0.0
Jamahiriya arabe libyenne	56	98 534	600	106	600	106.0	0.0
Kenya	630	365 633	20 700	638	30 700	947	32.6
Lesotho	788	23 928	5 230	2 906	3 022	1 679	0.0
Liberia	2 391	266 300	200 000	57 356	232 000	66 533	13.8
Madagascar	1 513	888 192	337 000	18 826	337 000	18 826	0.0
Malawi	1 181	139 960	16 140	1 308	17 280	1 401	6.6
Mali	282	349 610	60 000	4 475	100 000	7 458	40.0
Maroc	346	154 685	29 000	934	29 000	934	0.0
Maurice	2 041	4 164	2 751	2 231	2 751	2 231	0.0
Mauritanie	92	94 655	400	134	11 400	3 826	96.5
Mozambique	1 032	827 161	100 300	5 229	217 100	11 318	53.8
Namibie	285	235 253	6 160	3 063	17 715	8 809	65.2
Niger	151	190 810	3 500	282	33 650	2 710	89.6
Nigeria	1 150	1 062 335	221 000	1 739	286 200	2 251	22.8
Ouganda	1 180	284 427	39 000	1 461	66 000	2 472	40.9
République centrafricaine	1 343	836 662	141 000	36 043	144 400	36 912	2.4
République démocratique du Congo	1 543	3 618 120	900 000	16 539	1 283 000	23 577	29.8
République-Unie de Tanzanie	1 071	1 012 191	84 000	2 230	93 000	2 469	9.7
Rwanda	1212	31 932	9 500	1 120	9 500	1 120	0.0
Sao Tomé-et-Principe	3 200	3 072	2 180	13 212	2 180	13 212	0.0
Sénégal	686	135 048	25 800	2 495	38 800	3 753	33.0
Seychelles	2 330	887	-	-	-	-	-
Sierra Léone	2 526	181 215	160 000	30 960	160 000	30 960	0.0
Somalie	282	180 075	6 000	582	14 200	1 377	57.7
Soudan	416	1 042 417	30 000	874	64 500	1 879	76.9
Swaziland	788	13 678	2 640	2 438	4 510	4 164	41.5
Tchad	322	413 191	15 000	1 694	43 000	4 857	65.1
Togo	1 168	66 302	11 500	2 292	14 700	2 930	21.8
Tunisie	207	33 867	4 195	422	4 595	462	8.7
Zambie	1 020	767 700	80 200	7 342	105 200	9 630	23.8
Zimbabwe	657	256 729	12 260	948	20 000	1 547	38.7
Afrique	**678**	**20 358 940**	**3 930 903**	**4 528**	**-**	**-**	**-**

TABLEAU RÉCAPITULATIF 25

Les grands barrages par basins principaux en Afrique

Bassin hydrographique	Pays inclus dans le bassin	Nombre de grands barrages existants	Hauteur des barrages	Capacité des réservoirs	Capacité totale des réservoirs	Principale utilisation*
		(> 1 km³)	(m)	(km³)	(km³)	
Sénégal	Guinée, Mali, Mauritanie, Sénégal	1	70	11.3	11.3	I
Niger	Algérie, Bénin, Burkina Faso, Cameroun, Côte d'Ivoire, Guinée, Mali, Niger, Nigeria, Tchad	6	23 - 79	2.2 – 15.0	31.4	I, H
Lac Tchad	Algérie, Cameroun, République Centrafricaine, Niger, Nigeria, Soudan, Tchad	4	14 - 48	1.9 – 6.5	16.6	I
Volta	Bénin, Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Ghana, Mali, Togo	2	? - 134	1.4 – 148.0	149.4	H
Nile	Burundi, Égypte, Érythrée, Éthiopie, Kenya, Ouganda, République démocratique du Congo, République-Unie de Tanzanie, Rwanda, Soudan.	6	22 - 111	0.9 – 162.0	174.9	I, H
Zambèze	Angola, Botswana, Malawi, Mozambique, Namibie, République-Unie de Tanzanie, Zambie, Zimbabwe	3	70 - 171	4.9 – 188.0	231.9	I, H
Orange	Afrique du Sud, Botswana, Lesotho, Namibie	5	? - 185	1.3 – 5.7	14.2	I, H
Limpopo	Afrique du Sud, Botswana, Mozambique, Zimbabwe	2	48 - 65	2.3 – 11.2	13.5	I, H
Congo	Angola, Burundi, Cameroun, Congo, République centrafricaine, République démocratique du Congo, République-Unie de Tanzanie, Rwanda, Zambie	2	50 - 58			H
Rift Valley	Djibouti, Érythrée, Éthiopie, Kenya, Ouganda, Soudan, Tanzanie	2	42 - 155	1.6 – 1.9	3.5	I, H
Save	Mozambique, Zimbabwe	1	67	1.4	1.4	I
Incomati	Afrique du Sud, Mozambique, Swaziland	1	46	1.3	1.3	I, H
Cunene	Angola, Namibie	1	58	2.6	2.6	I, H
Mono	Bénin, Togo	1	44	1.7	1.7	I, H
Autres bassins:						
Bengo,	Angola	2	41	1.5	1.5	I
Djerem, Mape, Noun	Cameroun	3	17 - 34	1.8 – 3.2	7.6	H
Bandama, Sassandra	Côte d'Ivoire	2	37 - 58	8.3 – 27.7	36.0	
Tana	Kenya	1	70	1.6	1.6	H
El Abid, Inaouene, Ouergha, Oum R'Bia	Maroc	4	72 - 133	1.2 – 2.8	9.1	I, H
Lurio, Pungoé, Revué	Mozambique	3	40 - 75	1.2 – 2.5	5.3	H
Nuvejaarspruit, Pongola	Afrique du Sud	3	?	2.5 – 3.2	8.3	I
Great Ruaha/Rufiji	République-Unie de Tanzanie	1	45	3.2	3.2	H
TOTAL		**53**	**14 - 171**	**0.9 – 188.0**	**726.3**	
Total Afrique					**798**	

* I = Irrigation, H = Hydroélectricité, 1 km³ = 10^9 m³ = 1 milliard m³ = 1 000 million m³

TABLEAU RÉCAPITULATIF 26

Prélèvements en eau

Pays	Année	Prélèvements en eau annuels									
		Agriculture		Collectivités		Industries		Total			
		volume	% du total	volume	% du total	volume	% du total	volume	en % des RERI	en % des RERT	par habitant
Unité		millions m³	%	millions m³	%	millions m³	%	millions m³	%	%	m³/hab
		(1)	(2)= 100x(1)/(7)	(3)	(4)= 100x(3)/(7)	(5)	(6)= 100x(5)/(7)	(7)= (1)+(3)+(5)	(8)	(9)	(10)
Afrique du Sud	2000	7 836	63	3 904	31	756	6	12 496	27.9	25.0	284
Algérie	2000	3 938	65	1 335	22	801	13	6 074	54.0	52.1	201
Angola	2000	211	62	76	22	56	16	343	0.2	0.2	28
Bénin	2001	59	45	41	32	30	23	130	1.3	0.5	20
Botswana	2000	80	41	79	41	35	18	194	8.1	1.6	112
Burkina Faso	2000	690	86	104	13	6	1	800	6.4	6.4	67
Burundi	2000	222	77	49	17	17	6	288	2.9	1.9	46
Cameroun	2000	728	74	178	18	79	8	985	0.4	0.3	65
Cap-Vert	2000	20	91	1.6	7	0.4	2	22	7.3	7.3	50
Comores	1999	4.7	47	4.8	48	0.5	5	10	0.8	0.8	15
Congo	2002	4	9	32	70	10	21	46	0.0	0.0	13
Côte d'Ivoire	2000	604	65	217	23	110	12	931	1.2	1.1	59
Djibouti	2000	3	16	16	84	-	-	19	6.3	6.3	29
Égypte	2000	59 000	86	5 300	8	4 000	6	68 300	3794.4	117.2	1 008
Érythrée	2004	550	94.5	31	5.3	1	0.2	582	20.8	9.2	135
Éthiopie	2002	5 204	93.6	333	6	21	0.4	5 558	4.6	4.6	81
Gabon	2000	52	41	62	48	14	11	128	0.1	0.1	102
Gambie	2000	21.3	67	6.9	22	3.6	11	31.8	1.1	0.4	24
Ghana	2000	652	66	235	24	95	10	982	3.2	1.8	50
Guinée	2000	1 365	90	117	8	35	35	1 517	0.7	0.7	187
Guinée-Bissau	2000	144	82	23	13	8	8	175	1.1	0.6	128
Guinée équatoriale	2000	1	1	88	83	17	17	106	0.4	0.4	232
Jamahiriya arabe libyenne	2000	3 544	83	600	14	124	3	4 268	711.3	711.3	815
Kenya	2003	2 165	79	470	17	100	100	2 735	13.2	8.9	87
Lesotho	2000	0.6	1.5	21	48	22	22	43.6	0.8	1.4	24
Liberia	2000	60	56	30.4	28.5	16.4	15.5	106.8	0.1	0.0	36
Madagascar	2000	14 313	96	423	2.5	234	1.5	14 970	4.4	4.4	937
Malawi	2000	810	80	148	15	47	5	1 005	6.2	5.8	88
Mali	2000	5 900	90	590	9	56	1	6 546	10.9	6.5	550
Maroc	2000	11 010	87	1 237	10	360	3	12 607	43.5	43.5	433
Maurice	2003	491	67	214	30	20	3	725	26.4	26.4	594
Mauritanie	2000	1 500	88	150	9	48	3	1 698	424.5	14.9	642
Mozambique	2000	550	87	70	11	15	2	635	0.6	0.3	36
Namibie	2000	213	71	73	24	14	5	300	4.9	1.7	158
Niger	2000	2 080	95	94	4	12	1	2 186	62.5	6.5	204
Nigeria	2000	5 507	69	1 687	21	810	10	8 004	3.6	2.8	70
Ouganda	2002	120	40	134	45	46	15	300	0.8	0.5	12
République centrafricaine	2000	1	5	17	77	4	18	22	0.0	0.0	6
Rép. dém. du Congo	2000	112	31	186	52	58	16	356	0.0	0.0	7
République-Unie de Tanzanie	2002	4 632	89	527	10	25	1	5 184	6.2	5.6	143
Rwanda	2000	102	68	36	24	12	8	150	1.6	1.6	19
Sao Tomé-et-Principe	1993	-	-	-	-	-	-	7	0.3	0.3	56
Sénégal	2002	2 065	93	98	4	58	3	2 221	8.6	5.7	225
Seychelles	2003	0.9	7	8	65	3.4	28	12.3	-	-	152
Sierra Léone	2000	353.6	93	19.6	5	6.7	2	379.9	0.2	0.2	86
Somalie	2000	3 281	99.5	15	0.5	2	0	3 298	55.0	23.2	333
Soudan	2000	36 069	97	987	2.5	258	0.5	37 314	124.4	57.9	1 187
Swaziland	2000	1 006	97	24	2	12	1	1 042	39.5	23.1	998
Tchad	2000	190	83	40	17	-	-	230	1.5	0.5	29
Togo	2002	76	45	89	53	4	2	169	1.5	1.1	35
Tunisie	2000	2 165	82	365	14	110	4	2 640	62.9	57.5	277
Zambie	2000	1 320	76	286	16	131	8	1 737	2.2	1.7	162
Zimbabwe	2002	3 318	79	589	14	298	7	4 205	34.3	21.0	325
Afrique	**-**	**184 349.1**	**86**	**21 462.3**	**10**	**9 003**	**4**	**214 814.4**	**5.5**	**-**	**247**

TABLEAU RÉCAPITULATIF 27
Superficies sous irrigation

Pays	Année	Maîtrise totale/ partielle	Épandage de crue	Zones basses équipées	Total irrigation	% de la superficie cultivée	Part de la superficie équipée réellement irrigué	Taux d'accroissement annuel
Unité		ha	ha	ha	ha	%	%	%
		(1)	(2)	(3)	(4)=(1)+(2)+(3)	(5)	(6)	(7)
Afrique du Sud	2000	1 498 000	-	-	1 498 000	9.5	100	2.8
Algérie	2001	513 368	56 050	-	569 418	6.9	80	0.3
Angola	1975	80 000	-	-	80 000	2.4	44	-
Bénin	2002	10 973	-	1 285	12 258	0.4	23	2.3
Botswana	2002	1 439	-	-	1 439	0.4	-	0.4
Burkina Faso	2001	18 600	-	6 400	25 000	0.6	100	0.3
Burundi	2000	6 960	-	14 470	21 430	1.6	-	2.7
Cameroun	2000	22 450	2 800	404	25 654	0.4	-	1.6
Cap-Vert	1997	2 780	-	-	2 780	6.2	66	0.0
Comores	1987	130	-	-	130	0.1	65	-
Congo	1993	217	-	1 783	2 000	1	11	-
Côte d'Ivoire	1994	47 750	-	25 000	72 750	1.1	92	-
Djibouti	1999	1 012	-	-	1 012	100	38	4.1
Égypte	2002	3 422 178	-	-	3 422 178	100	100	0.6
Érythrée	1993	4 100	17 490	-	21 590	4.3	62	-
Éthiopie	2001	289 530	-	-	289 530	2.5	-	6.2
Gabon	1987	3 150	-	1 300	4 450	1	-	-
Gambie	1999	2 149	-	-	2 149	1	65	3.2
Ghana	2000	30 900	-	-	30 900	0.5	90	30.1
Guinée	2002	20 386	-	74 528	94 914	6.2	100	0.3
Guinée-Bissau	1996	8 562	-	13 996	22 558	5.1	100	14.8
Guinée équatoriale	-	-	-	-	-	0.0	-	-
Jamahiriya arabe libyenne	2000	470 000	-	-	470 000	21.9	67	0.0
Kenya	2003	103 203	-	-	103 203	2.0	94	4.1
Lesotho	1999	2 637	-	-	2 637	0.8	3	-
Liberia	1987	100	-	2 000	2 100	0.3	-	-
Madagascar	2000	1 086 291	-	-	1 086 291	31	100	0.0
Malawi	2002	56 390	-	-	56 390	2.3	96	7.3
Mali	2000	97 499	-	138 292	235 791	5.0	75	20.1
Maroc	2000	1 458 160	26 000	-	1 484 160	16	98	1.1
Maurice	2002	21 222	-	-	21 222	20.0	98	2.8
Mauritanie	1994	45 012	-	-	45 012	9.4	51	-
Mozambique	2001	118 120	-	-	118 120	2.8	34	1.3
Namibie	2002	7 573	-	-	7 573	0.9	100	2.1
Niger	2005	13 663	-	60 000	73 663	1.6	89	0.9
Nigeria	2004	238 117	-	55 000	293 117	0.9	75	1.8
Ouganda	1998	5 580	-	3 570	9 150	0.1	64	0.0
République centrafricaine	1987	135	-	-	135	0.0	51	-
Rép. démocratique du Congo	1995	10 000	-	500	10 500	0.1	70	-
République-Unie de Tanzanie	2002	184 330	-	-	184 330	3.6	-	2.3
Rwanda	2000	3 500	-	5 000	8 500	0.7	-	11.4
Sao Tomé-et-Principe	1991	9 700	-	-	9 700	23.7	-	-
Sénégal	2002	102 180	-	17 500	119 680	4.8	58	6.7
Seychelles	2003	260	-	-	260	3.7	77	-
Sierra Léone	1992	1 000	-	28 360	29 360	5.4	-	-
Somalie	2003	50 000	150 000	-	200 000	18.7	33	0.0
Soudan	2000	1 730 970	132 030	-	1 863 000	11.2	43	-0.9
Swaziland	2000	49 843	-	-	49 843	26.2	90	-
Tchad	2002	30 273	-	-	30 273	0.8	87	5.7
Togo	1996	2 300	-	5 000	7 300	0.3	86	0.7
Tunisie	2000	367 000	27 000	-	394 000	7.9	100	0.3
Zambie	2002	55 387	-	100 525	155 912	2.9	100	12.9
Zimbabwe	1999	173 513	-	-	173 513	5.2	71	6.9
Afrique	**-**	**12 478 592**	**411 370**	**554 913**	**13 444 875**	**6.4**	**81**	**0.88**

TABLEAU RÉCAPITULATIF 28
Superficies en contrôle de l'eau

Pays	Année	Superficie équipée pour l'irrigation (tableau 27)	Marais & bas-fonds cultivés non équipés	Zones de cultures de décrue non équipées	Superficie totale avec contrôle de l'eau	% du potentiel d'irrigation	% de la superficie cultivée
Unité		ha	ha	ha	ha	%	%
		(1)	(2)	(3)	(4)=(1)+(2)+(3)	(5)	(6)
Afrique du Sud	2000	1 498 000	-	-	1 498 000	100	9.5
Algérie	2001	569 418	-	-	569 418	112	6.9
Angola	1975	80 000	320 000	-	400 000	6	11.8
Bénin	2002	12 258	6 988	-	19 246	6	0.7
Botswana	2002	1 439	-	6 500	7 939	61	2.1
Burkina Faso	2001	25 000	21 400	-	46 400	28	1.1
Burundi	2000	21 430	83 000	-	104 430	49	7.9
Cameroun	2000	25 654	-	-	25 654	9	0.4
Cap-Vert	1997	2 780	-	-	2 780	89	6.2
Comores	1987	130	-	-	130	43	0.1
Congo	1993	2 000	-	-	2 000	1	1.0
Côte d'Ivoire	1994	72 750	16 250	-	89 000	19	1.4
Djibouti	1999	1 012	-	-	1 012	42	100.0
Égypte	2002	3 422 178	-	-	3 422 178	77	100.0
Érythrée	1993	21 590	-	-	21 590	12	4.3
Éthiopie	2001	289 530	-	-	289 530	11	2.5
Gabon	1987	4 450	-	-	4 450	1	1.0
Gambie	1999	2 149	13 170	-	15 319	19	6.8
Ghana	2000	30 900	-	-	30 900	2	0.5
Guinée	2002	94 914	-	-	94 914	18	6.2
Guinée-Bissau	1996	22 558	29 368	-	51 926	18	11.7
Guinée équatoriale	-	-	-	-	-	0	0.0
Jamahiriya arabe libyenne	2000	470 000	-	-	470 000	1175	21.9
Kenya	2003	103 203	6 415	-	109 618	31	2.1
Lesotho	1999	2 637	-	-	2 637	21	0.8
Liberia	1987	2 100	18 000	-	20 100	3	3.3
Madagascar	2000	1 086 291	-	9 750	1 096 041	72	31.3
Malawi	2002	56 390	61 900	-	118 290	73	4.8
Mali	2000	235 791	-	60 000	295 791	52	6.3
Maroc	2000	1 484 160	-	-	1 484 160	89	16.0
Maurice	2002	21 222	-	-	21 222	64	20.0
Mauritanie	1994	45 012	32 786	30 984	108 782	44	22.7
Mozambique	2001	118 120	-	-	118 120	4	2.8
Namibie	2002	7 573	-	2 000	9 573	20	1.2
Niger	2000	73 663	-	12 000	85 663	32	1.9
Nigeria	2004	293 117	-	681 914	975 031	42	3.0
Ouganda	1998	9 150	49 780	-	58 930	65	0.8
République centrafricaine	1987	135	500	-	635	0	0.0
Rép. démocratique du Congo	1995	10 500	2 000	1 000	13 500	0	0.2
République-Unie de Tanzanie	2002	184 330	-	-	184 330	9	3.6
Rwanda	2000	8 500	94 000	-	102 500	62	8.9
Sao Tomé-et-Principe	1991	9 700	-	-	9 700	91	23.7
Sénégal	2002	119 680	-	30 000	149 680	37	6.0
Seychelles	2003	260	-	-	260	26	3.7
Sierra Léone	1992	29 360	126 000	-	155 360	19	28.8
Somalie	2003	200 000	-	-	200 000	83	18.7
Soudan	2000	1 863 000	-	-	1 863 000	67	11.2
Swaziland	2000	49 843	-	-	49 843	53	26.2
Tchad	2002	30 273	-	125 000	155 273	46	4.3
Togo	1996	7 300	-	-	7 300	4	0.3
Tunisie	2000	394 000	-	-	394 000	70	7.9
Zambie	2002	155 912	100 000	10	255 922	49	4.8
Zimbabwe	1999	173 513	20 000	-	193 513	53	5.8
Afrique	**-**	**13 444 875**	**1 001 557**	**959 158**	**15 405 590**		**7.3**

TABLEAU RÉCAPITULATIF 29
Techniques d'irrigation en maîtrise totale/partielle

Pays	Année	Irrigation en maîtrise totale/partielle – superficie équipée		
		Irrigation de surface	Irrigation par aspersion	Irrigation localisée
Unité		ha	ha	ha
Afrique du Sud	2000	500 000	820 000	178 000
Algérie	2001	-	40 000	-
Angola	1975	-	-	-
Bénin	2002	5 043	4 570	1 360
Botswana	1992	218	892	271
Burkina Faso	2001	14 700	3 900	-
Burundi	2000	6 960	-	-
Cameroun	2000	17 020	5 430	-
Cap-Vert	1997	-	-	200
Comores	1987	-	-	-
Congo	1993	216	0	1
Côte d'Ivoire	1994	11 750	36 000	-
Djibouti	1999	-	-	-
Égypte	2000	3 028 853	171 910	221 415
Érythrée	1993	4 100	-	-
Éthiopie	2001	283 163	6 355	12
Gabon	1987	-	-	-
Gambie	1999	2 149	-	-
Ghana	2000	24 600	6 300	-
Guinée	2001	19 926	300	160
Guinée-Bissau	1996	8 562	-	-
Guinée équatoriale	-	-	-	-
Jamahiriya arabe libyenne	2000	-	-	-
Kenya	2003	39 217	61 986	2 000
Lesotho	1999	-	-	-
Liberia	1987	-	-	-
Madagascar	2000	1 083 891	2 400	0
Malawi	2000	6 357	43 193	5 450
Mali	2000	97 499	-	-
Maroc	2000	1 208 512	151 673	97 975
Maurice	2002	2 372	17 028	1 822
Mauritanie	1994	-	-	-
Mozambique	2001	-	-	-
Namibie	2002	2 950	3 276	1 347
Niger	2000	-	-	-
Nigeria	2004	238 067	50	-
Ouganda	1998	5 350	230	-
République centrafricaine	1987	-	-	-
République démocratique du Congo	1995	10 000	-	-
République-Unie de Tanzanie	2002	-	-	-
Rwanda	2000	3 500	-	-
Sao Tomé-et-Principe	1991	-	-	-
Sénégal	2002	102 180	-	-
Seychelles	2003	20	40	200
Sierra Léone	1992	1 000	-	-
Somalie	2002	50 000	-	-
Soudan	2000	-	-	-
Swaziland	2000	25 887	20 905	3 051
Tchad	2002	26 519	3 754	-
Togo	1996	2 300	-	-
Tunisie	2000	215 000	90 000	62 000
Zambie	2002	32 189	17 570	5 628
Zimbabwe	2002	46 849	112 783	13 881

TABLEAU RÉCAPITULATIF 30
Origine de l'eau d'irrigation utilisée sur les superficies en maîtrise totale/partielle

Pays	Eau de surface		Eau souterraine		Autres sources d'eau			
	Superficie	% de la superficie en maîtrise totale/ partielle	Superficie	% de la superficie en maîtrise totale/ partielle	Mélange eau de surface et souterraine		Eaux usées traitées	
					Superficie	% de la superficie en maîtrise t/p	Superficie	% de la superficie en maîtrise t/p
Unité	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Afrique du Sud	1 371 300	91.6	126 700	8.4	-	-	-	-
Algérie	149 500	29.1	351 900	68.5	12 000	2.3	-	-
Angola	-	100.0	-	0.0	-	-	-	-
Bénin	8 780	80.0	2 193	20.0	-	-	-	-
Botswana	-	51.8	-	44.3	-	3.9	-	-
Burkina Faso	-	-	-	-	-	-	-	-
Burundi	-	-	-	-	-	-	-	-
Cameroun	22 450	100.0	-	-	-	-	-	-
Cap-Vert	-	78.0	-	22.0	-	-	-	-
Comores	-	-	-	-	-	-	-	-
Congo	217	100.0	-	-	-	-	-	-
Côte d'Ivoire	47 750	100.0	-	-	-	-	-	-
Djibouti	-	-	-	100.0	-	-	-	-
Égypte	2 843 475	83.1	361 176	10.6			217 527	6.4
Érythrée	140	3.4	3 960	96.6	-	-	-	-
Éthiopie	-	-	-	-	-	-	-	-
Gabon	-	-	-	-	-	-	-	-
Gambie	-	-	-	-	-	-	-	-
Ghana	-	100.0	-	-	-	-	-	-
Guinée	19 926	97.7	460	2.3	-	-	-	-
Guinée-Bissau	661	7.7	530	6.2	7 371	86.1	-	-
Guinée équatoriale	-	-	-	-	-	-	-	-
Jamahiriya arabe libyenne	3 000	0.65	464 000	98.7	-	-	3 000	0.65
Kenya	-	99.0	-	1	-	-	-	-
Lesotho	-	-	-	-	-	-	-	-
Liberia	-	-	-	-	-	-	-	-
Madagascar	1 086 291	100.0	-	-	-	-	-	-
Malawi	-	99.95	-	0.05	-	-	-	-
Mali	96 499	99.0	1 000	1.0	-	-	-	-
Maroc	-	70.0	-	30.0	-	-	-	-
Maurice	15 912	75.0	5 310	25.0	-	-	-	-
Mauritanie	40 261	89.4	4 751	10.6	-	-	-	-
Mozambique	-	-	-	-	-	-	-	-
Namibie	5 942	78.5	1631	21.5	-			
Niger	-	-	-	-	-	-	-	-
Nigeria	-	-	-	-	-	-	-	-
Ouganda	-	-	-	-	-	-	-	-
République centrafricaine	135	100.0	-	-	-	-	-	-
Rép. démocratique du Congo	10 000	100.0	-	-	-	-	-	-
République-Unie de Tanzanie	183 944	99.8	386	0.2	-	-	-	-
Rwanda	-	-	-	-	-	-	-	-
Sao Tomé-et-Principe	-	100.0	-	-	-	-	-	-
Sénégal	92 180	90.2	10 000	9.8	-	-	-	-
Seychelles	260	100.0	-	-	-	-	-	-
Sierra Léone	-	-	-	-	-	-	-	-
Somalie	-	-	-	-	-	-	-	-
Soudan	-	96.0	-	4.0	-	-	-	-
Swaziland	-	-	-	-	-	-	-	-
Tchad	24 270	80.2	6 000	19.8	-	-	-	-
Togo	-	98.1	-	1.9	-	-	-	-
Tunisie	122 000	33.3	225 000	61.3	13 000	3.5	7 000	1.9
Zambie	48 637	87.8	6 750	12.2	-	-	-	-
Zimbabwe	-	-	-	-	-	-	-	-

TABLEAU RÉCAPITULATIF 31
Cultures irriguées récoltées en maîtrise totale/partielle

Pays	Année	Cultures irriguées	Intensité culturale	Principales cultures irriguées		
				Nom	Superficie	en % du total des cultures irriguées
		ha	%		ha	%
Afrique du Sud	2000	1 664 300	111	Fourrage	407 900	25
Algérie	1986	-		Maraîchage	95 000	-
Angola	1972	-		Canne à sucre	12 500	-
Bénin	1998	-		Maraîchage	1 107	-
Botswana	2002	-		Fruit	321	-
Burkina Faso	2002	-		Riz	9 470	-
Burundi	2000	-		Riz	4 210	-
Cameroun	2000	-		Riz	20 388	-
Cap-Vert	2004	-		Canne à sucre	1 000	-
Comores	-	-		-	-	-
Congo	1993	-		Maraîchage	217	-
Côte d'Ivoire	1995	-		Canne à sucre	18 118	-
Djibouti	1989	-		Maraîchage		-
Égypte	2002	6 027 115	176	Fourrage	1 195 903	20
Érythrée	1993	-		-	-	-
Éthiopie	2002	410 557	142	Maraîchage	107 126	26
Gabon	1987	-		Riz	4 450	-
Gambie	-	-		-	-	-
Ghana	2002	-		Riz	5 238	-
Guinée	2001	20 386	100	Riz	13 726	67
Guinée-Bissau	1996	8 562	100	-	-	-
Guinée équatoriale	-	-		-	-	-
Jamahiriya arabe libyenne	2000	441 000	140	Olive	110 000	25
Kenya	2003	-		Café	14 533	-
Lesotho	-	-		-	-	-
Liberia	-	-		-	-	-
Madagascar	2000	1 080 691	100	Riz	1 062 398	98
Malawi	2000	-		Canne à sucre	21 685	-
Mali	2000	171 581	176	Riz	144 514	84
Maroc	2000	1 520 200	108	Blé	371 400	24
Maurice	2002	20 919	101	Canne à sucre	19 490	93
Mauritanie	2004	22 840	100	Riz	16 874	74
Mozambique	2001	-		Canne à sucre	23 858	-
Namibie	1991	-		Mais	2 200	-
Niger	1997	-		Maraîchage	22 500	-
Nigeria	1999	-		Maraîchage	68 000	-
Ouganda	1998	-		Riz	1 650	-
République centrafricaine	-	-		-	-	-
République démocratique du Congo	1995	-		Canne à sucre	11 200	-
République-Unie de Tanzanie	2002	227 000	123	Riz	89 000	39
Rwanda	-	-		-	-	-
Sao Tomé-et-Principe	1991	9 700	100	Cacao	9 500	98
Sénégal	1997	74 239	108	Riz	56 412	76
Seychelles	2003	-		Maraîchage	211	-
Sierra Léone	1992	-		-	-	-
Somalie	1984	-		Maïs	150 000	-
Soudan	2000	-		Coton	166 900	-
Swaziland	2002	45 482	101	Canne à sucre	41 516	91
Tchad	2002	-		Riz	10 000	-
Togo	1996	1 247	100	Canne à sucre	933	75
Tunisie	2000	367 000	100	Maraîchage	93 400	25
Zambie	2002	55 387	100	Canne à sucre	18 418	33
Zimbabwe	1999	202 430	163	Blé	49 100	24

TABLEAU RÉCAPITULATIF 32
L'Afrique comparée au monde

Variable	Unité	Afrique	Monde	Afrique en % du monde
Superficie totale	1 000 ha	3 004 084	13 442 788	22
Superficie cultivée 2002	1 000 ha	210 697	1 540 708	14
• en % de la superficie totale	%	7	11	
• par habitant	ha	0.24	0.24	
• par actif agricole	ha	1.03	1.16	
Population totale 2004	habitants	868 094 000	6 377 646 000	14
Croissance démographique 2003-2004	%/an	2.2	1.2	
Densité de la population	habitants/km²	29	47	
Population rurale en % de la population totale	%	61	51	
Actifs agricoles	%	56	21	
Précipitation	km³/an	20 359	110 000	18
	mm/an	678	818	
Ressources en eau renouvelables	km³/an	3 931	43 744	9
• par habitant	m³/an	4 521	6 859	
Prélèvement total en eau	km³/an	215	3 818	6
- agricole	km³/an	184	2 661	7
- en % du prélèvement total	%	86	70	
- domestique	km³/an	22	380	6
- en % du prélèvement total	%	10	10	
- industriel	km³/an	9	777	1
- en % du prélèvement total	%	4	20	
• en % des ressources en eau renouvelables	%	5.5	8.7	
• par habitant	m³/an	271	599	
Irrigation	ha	13 444 875	277 285 000	5
• en % de la superficie cultivée	%	6	18	

Figures continentales

Notes explicatives

Égypte

Les prélèvements totaux en eau pour l'agriculture, l'industrie et les collectivités sont estimés à 63.8 km³ par an, ce qui correspond à 3 794 pour cent des ressources en eau renouvelables internes (1.8 km³). La plupart des prélèvements sont réalisés à partir des eaux du Nil transfrontalier dont 55.5 km³ sont assurés à l'Égypte grâce à un traité.

Jamahiriya arabe libyenne

Les prélèvements totaux en eau pour l'agriculture, l'industrie et les collectivités sont estimés à 4.3 km³ par an, ce qui correspond à 711 pour cent des ressources en eau renouvelables internes (0.6 km³). Cela s'explique par le fait qu'une quantité importante d'eau est prélevée à partir de ressources en eau souterraines non renouvelables, notamment des aquifères fossiles du sud du pays.

Mauritanie

Les prélèvements totaux en eau pour l'agriculture, l'industrie et les collectivités sont estimés à 1.7 km³ par an, ce qui correspond à 425 pour cent des ressources en eau renouvelables internes (0.4 km³). La plupart des prélèvements sont réalisés à partir des eaux du fleuve Sénégal transfrontalier mais aucun traité ne lui en assure la disponibilité.

Soudan

Les prélèvements totaux en eau pour l'agriculture, l'industrie et les collectivités sont estimés à 37.3 km³ par an, ce qui correspond à 124 pour cent des ressources en eau renouvelables internes (30 km³). La plupart des prélèvements sont réalisés à partir des eaux du Nil transfrontalier mais aucun traité ne lui en assure la disponibilité.

FIGURE 5
Division régionale de l'Afrique

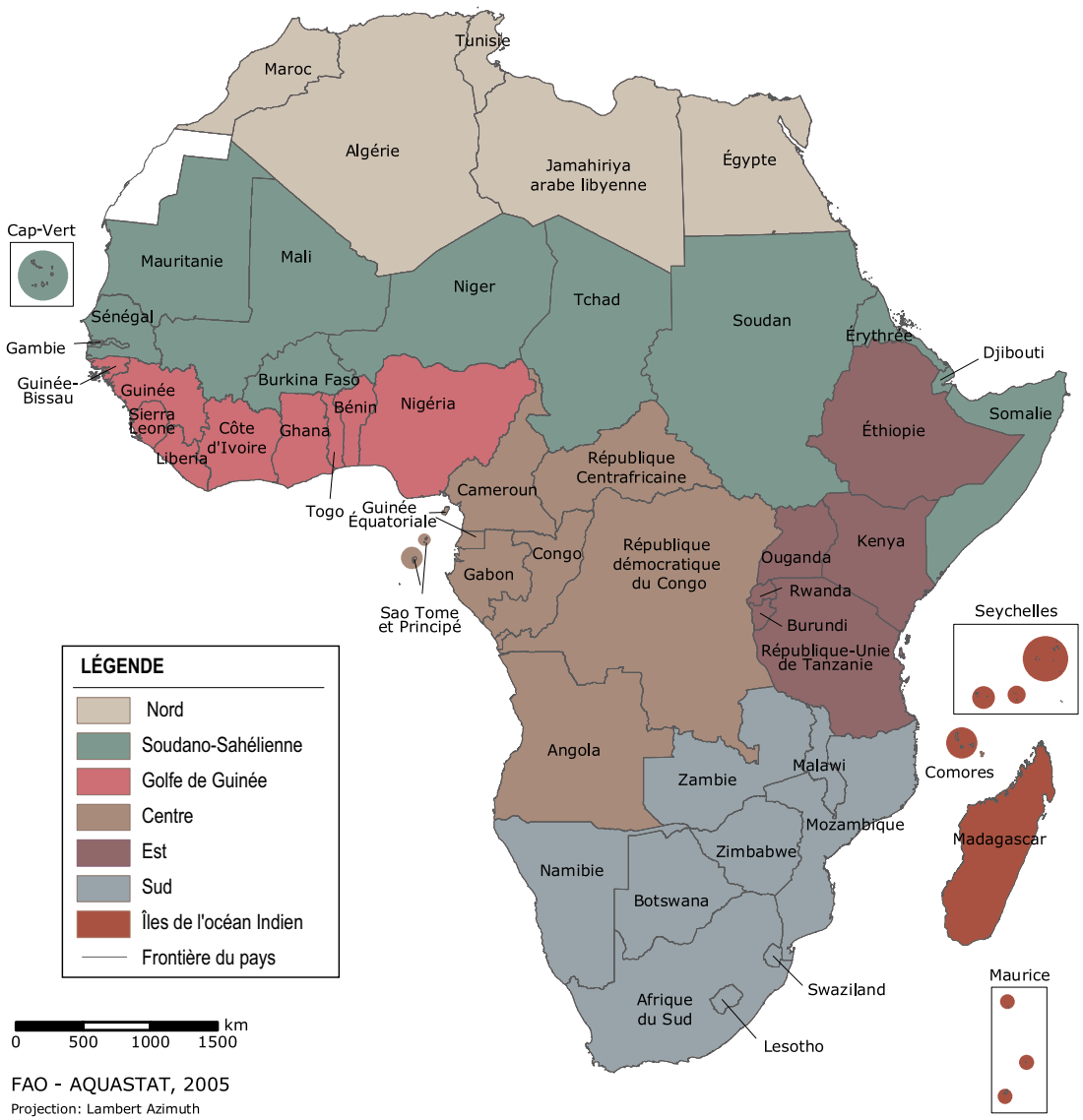


FIGURE 6
Précipitations moyennes annuelles

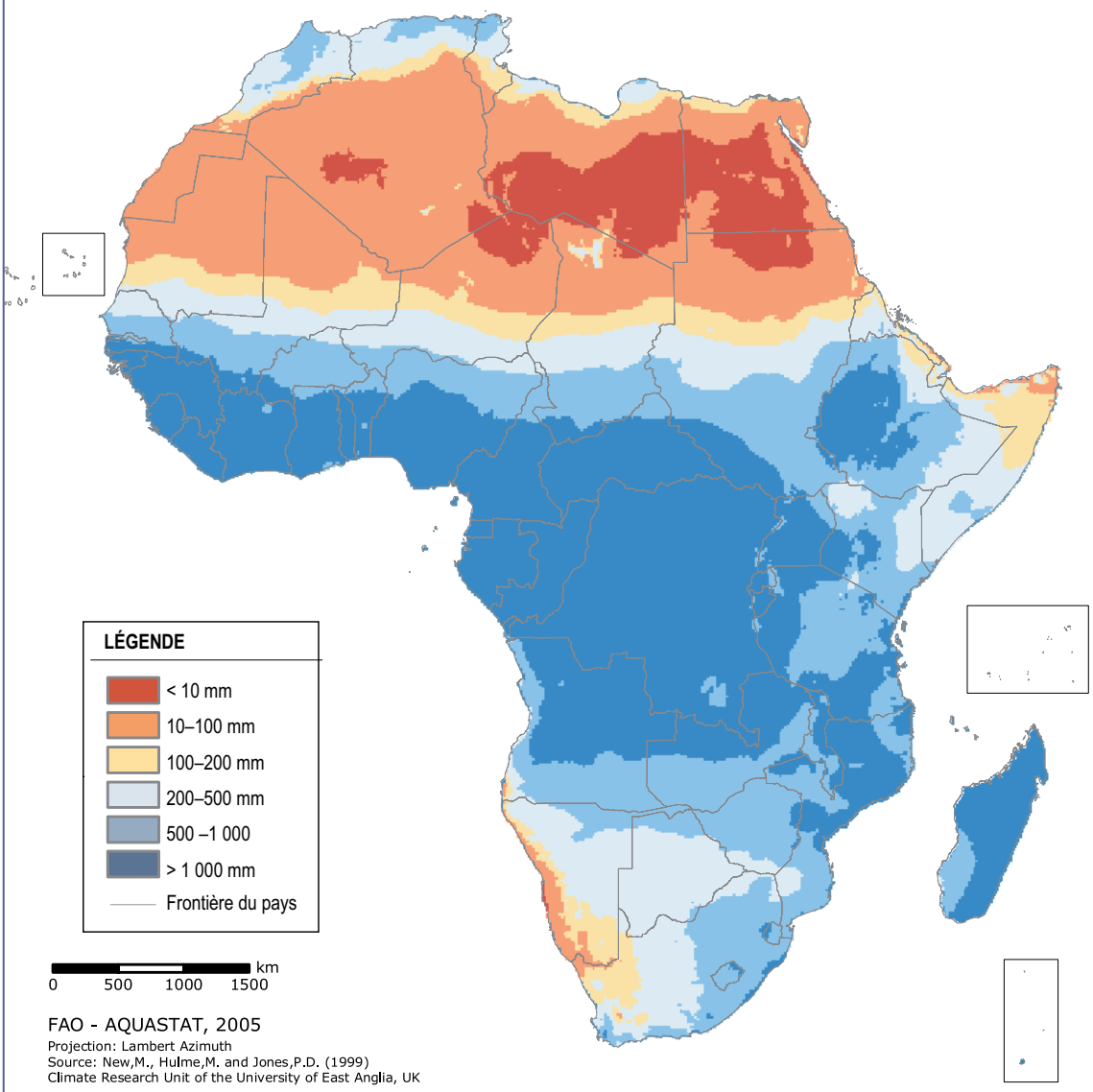


FIGURE 7
Densité de population

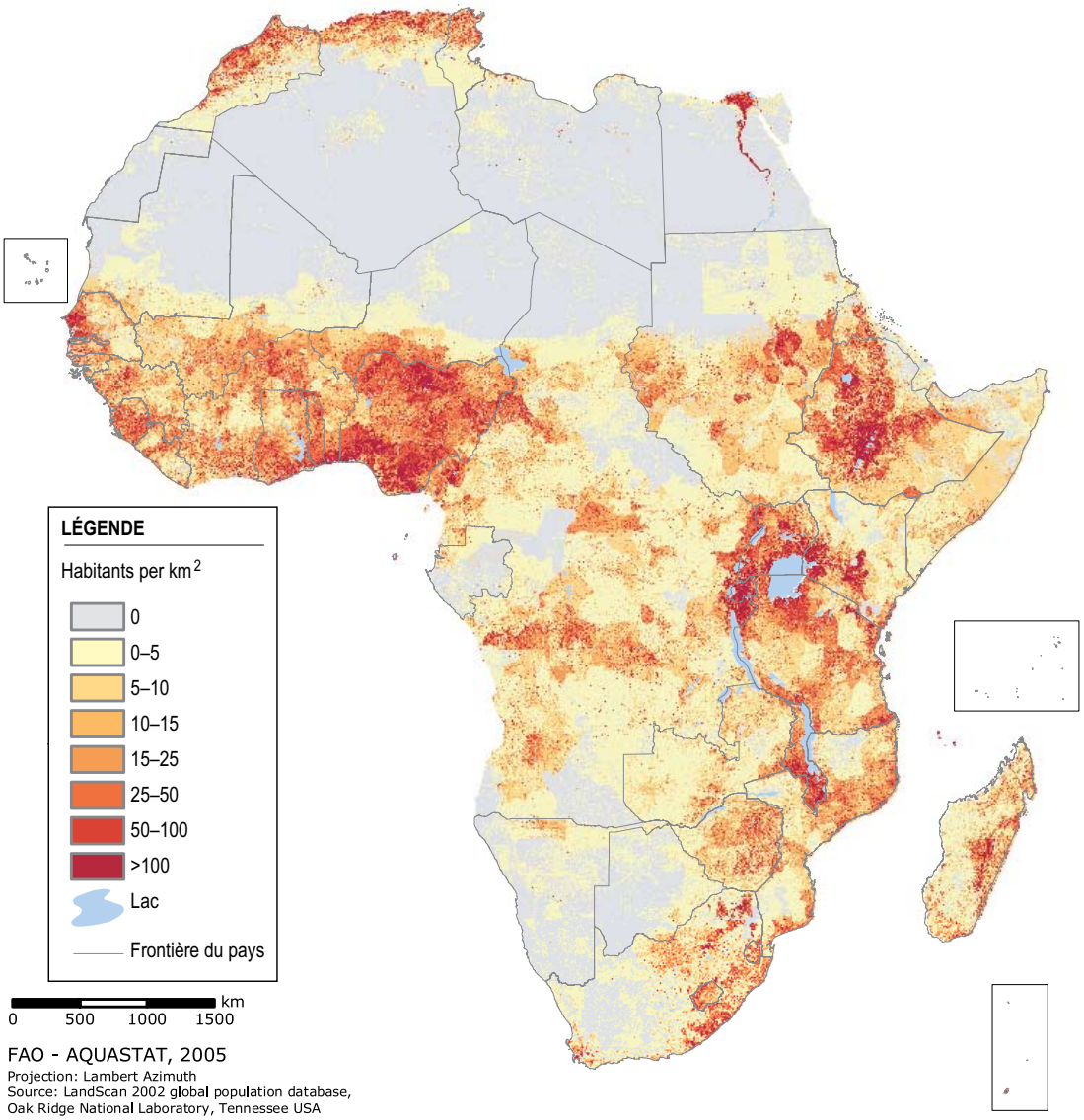
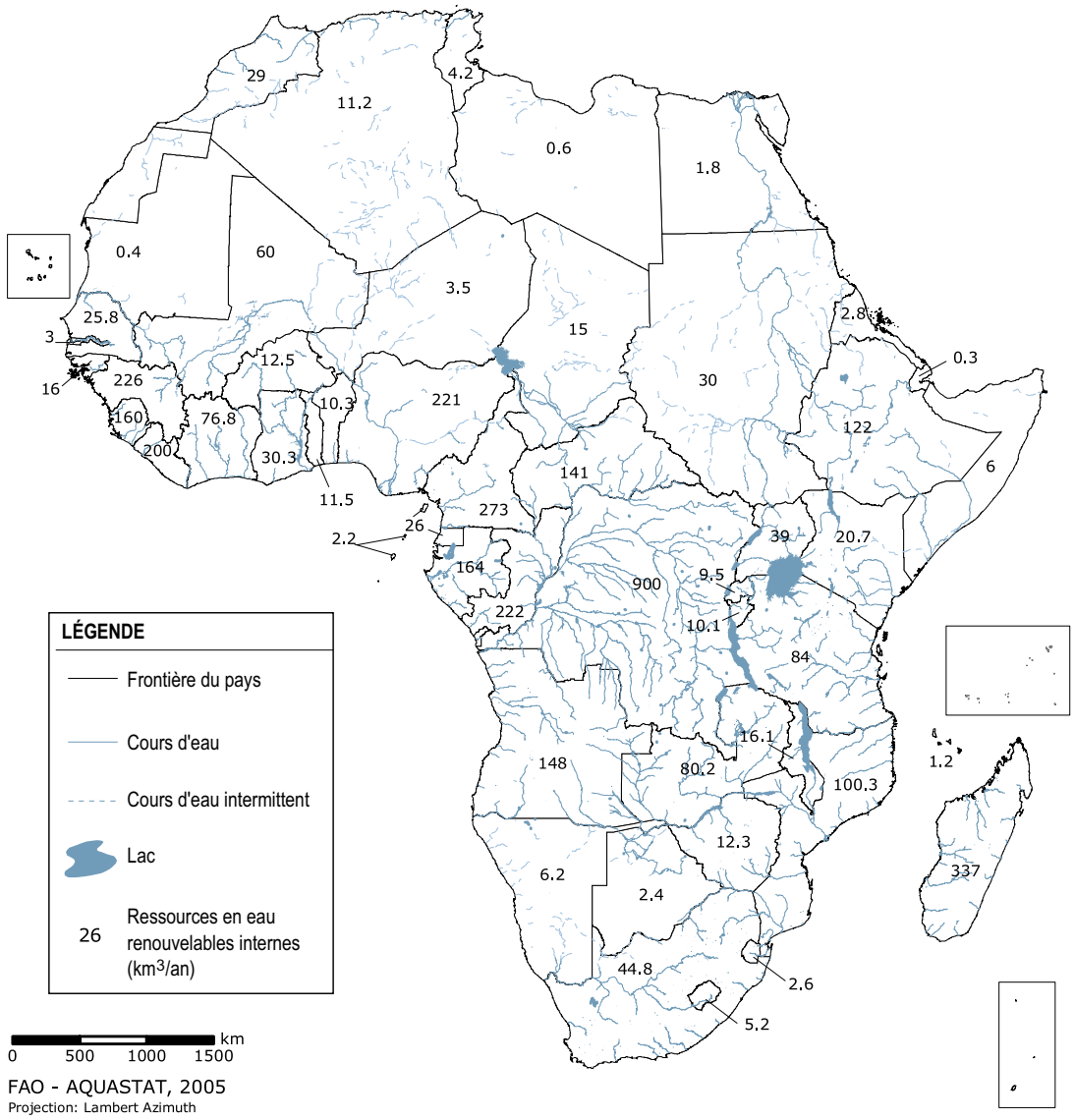
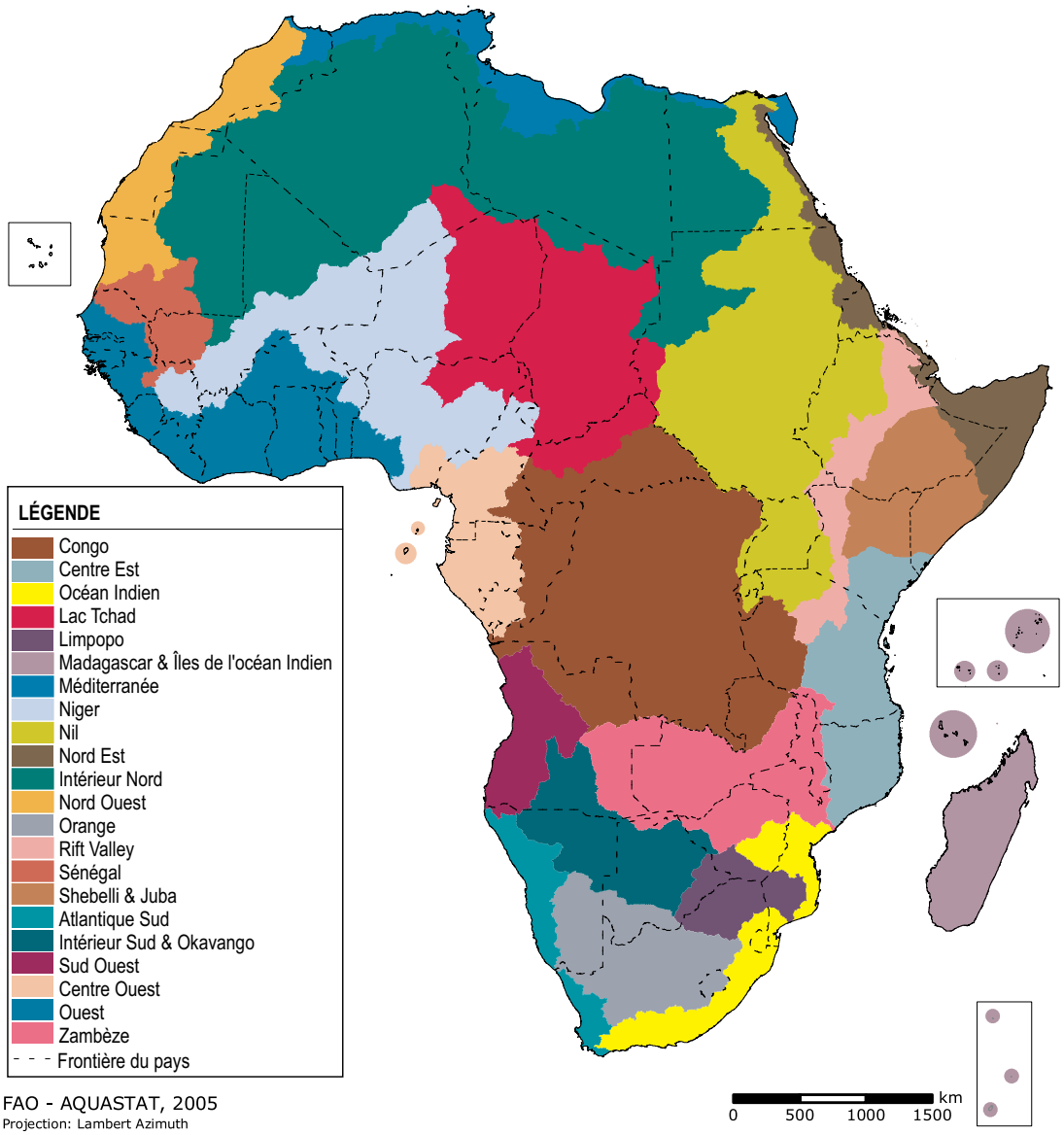


FIGURE 8
Ressources en eau renouvelables internes



FAO - AQUASTAT, 2005
Projection: Lambert Azimuth

FIGURE 9
Bassins versant internationaux



FAO - AQUASTAT, 2005
Projection: Lambert Azimuth

FIGURE 10
Prélèvement annuel d'eau

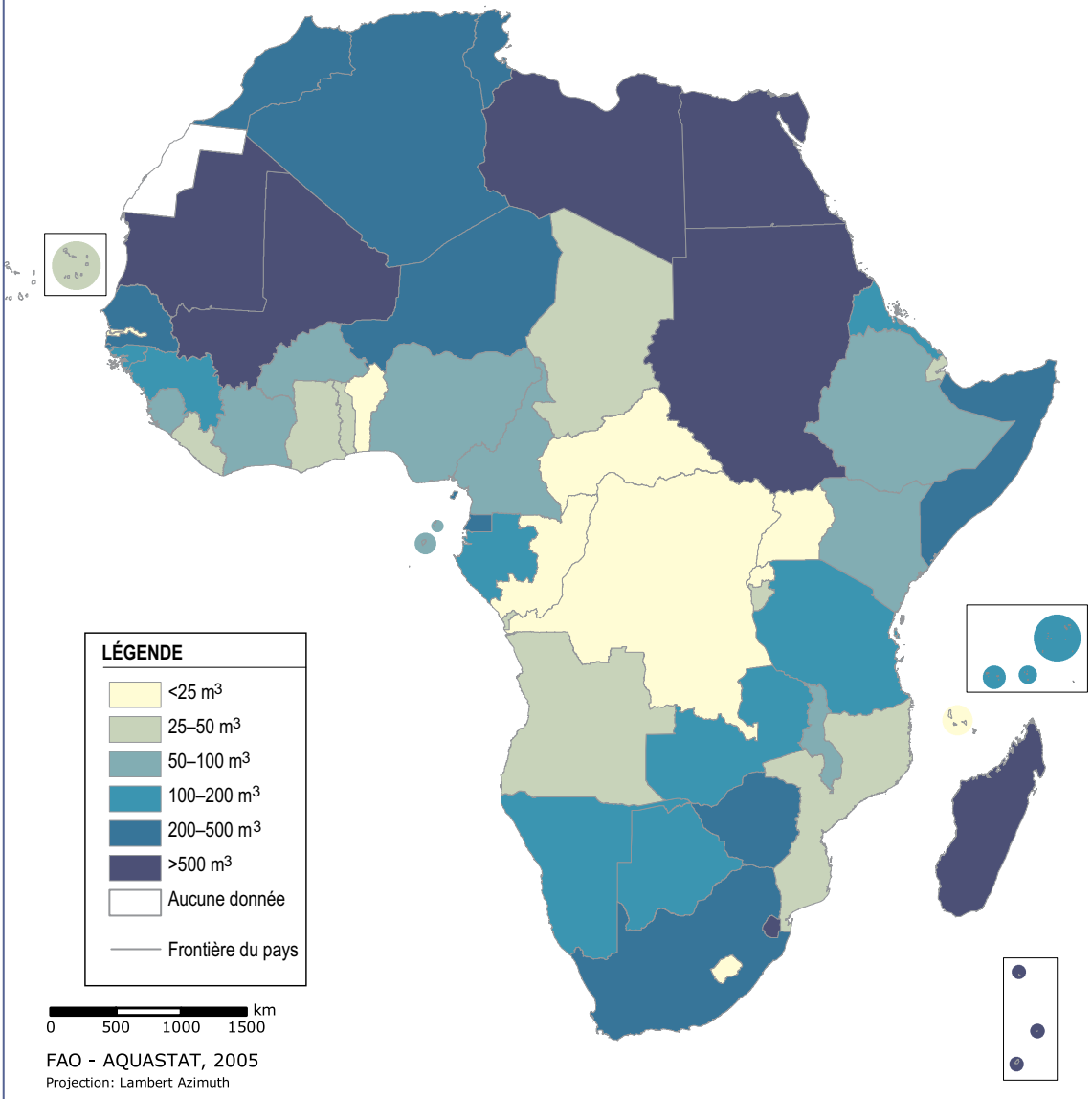


FIGURE 11
Prélèvements annuels d'eau en pourcentage des ressources en eau renouvelables internes

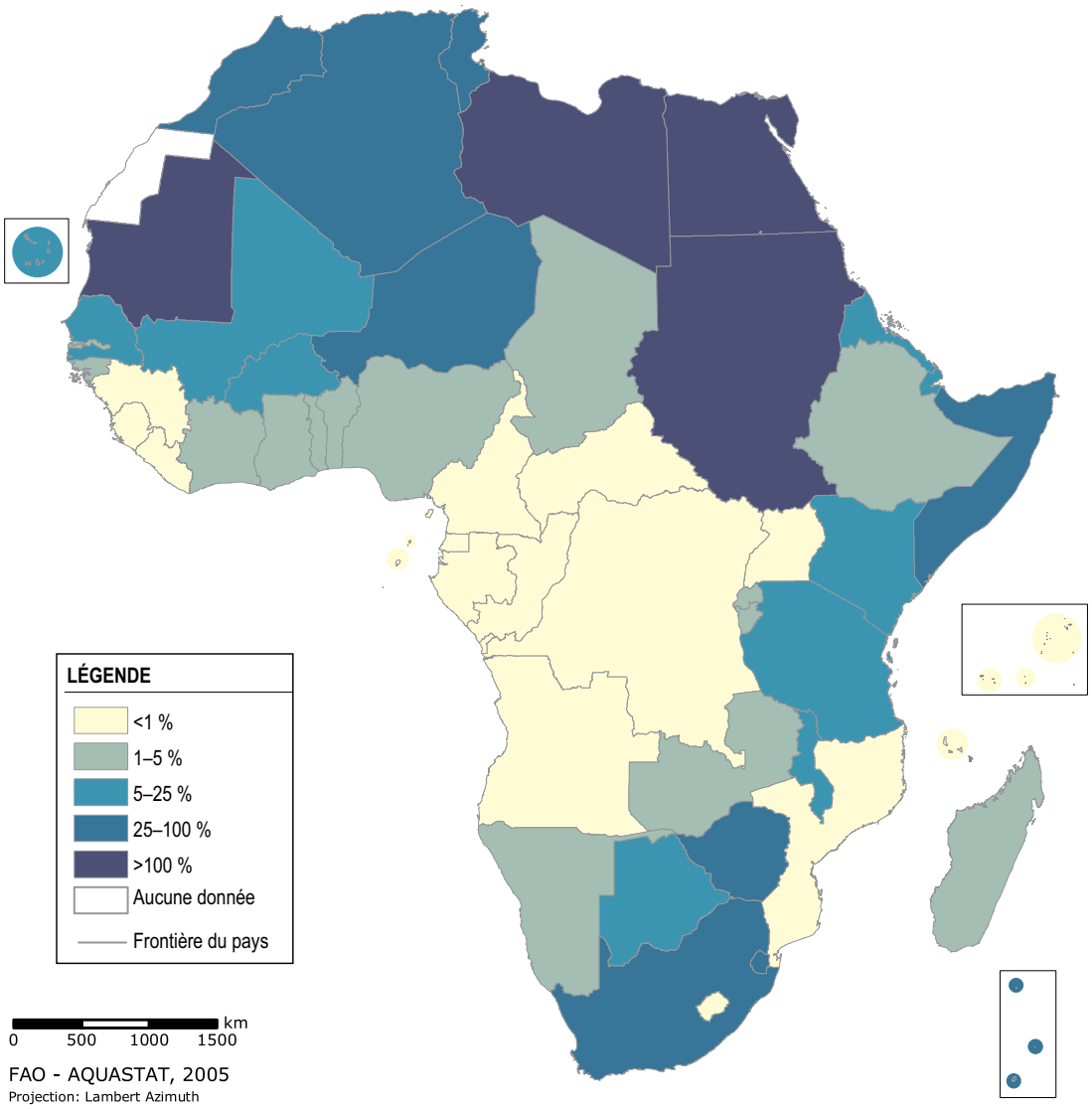


FIGURE 12
Potentiel d'irrigation par bassin versant

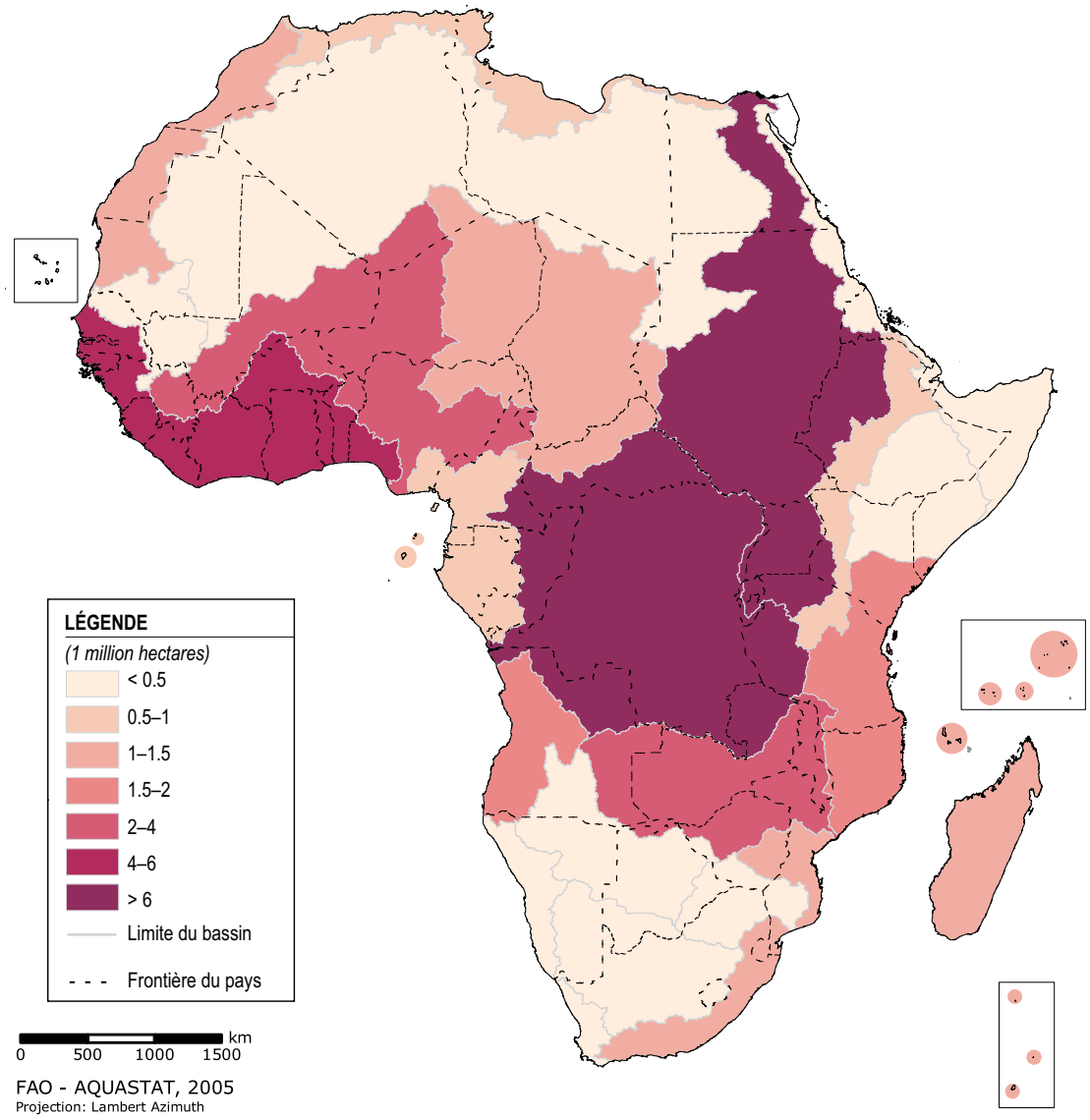


FIGURE 13
Superficies en contrôle de l'eau

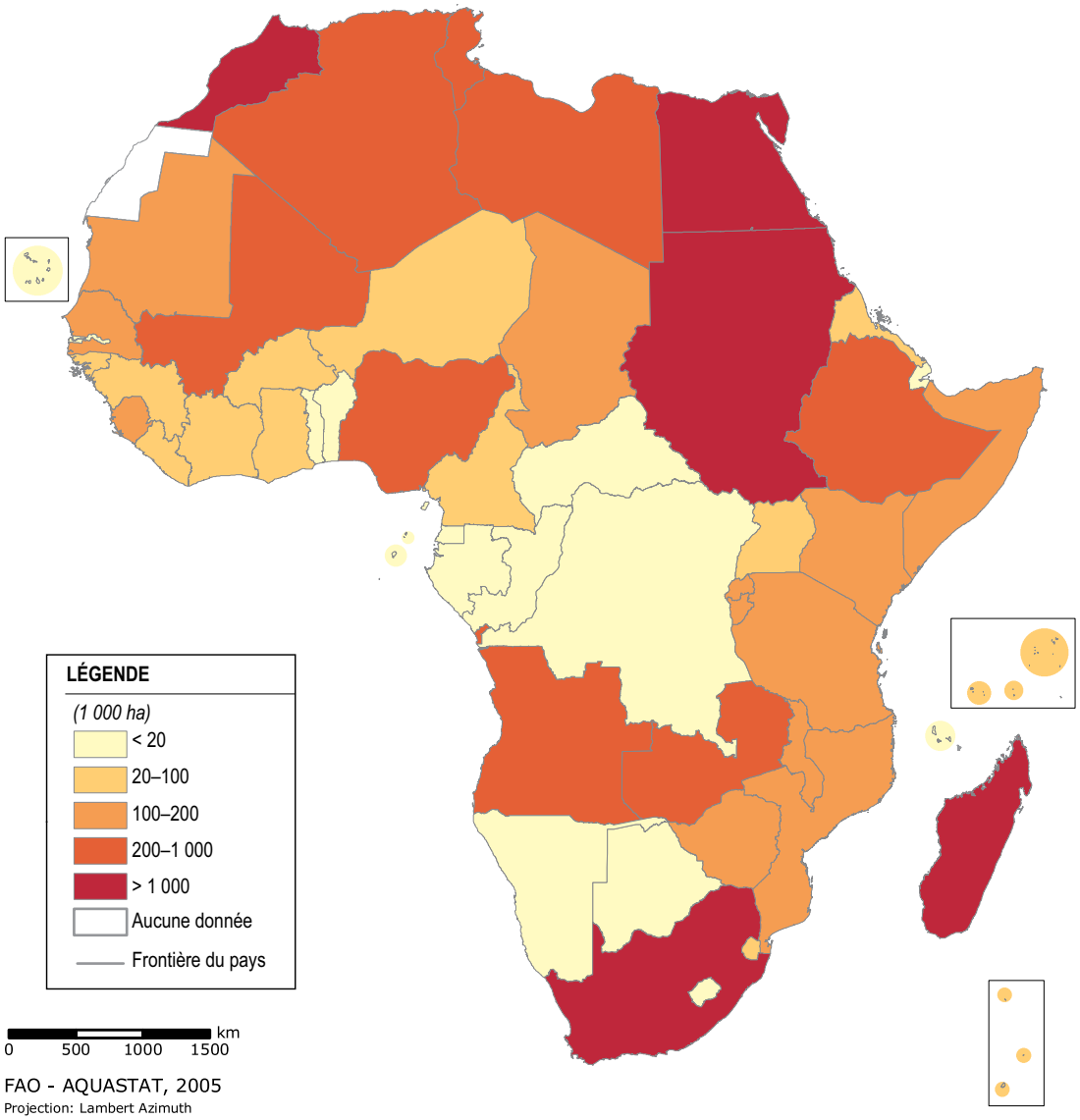


FIGURE 14
Irrigation

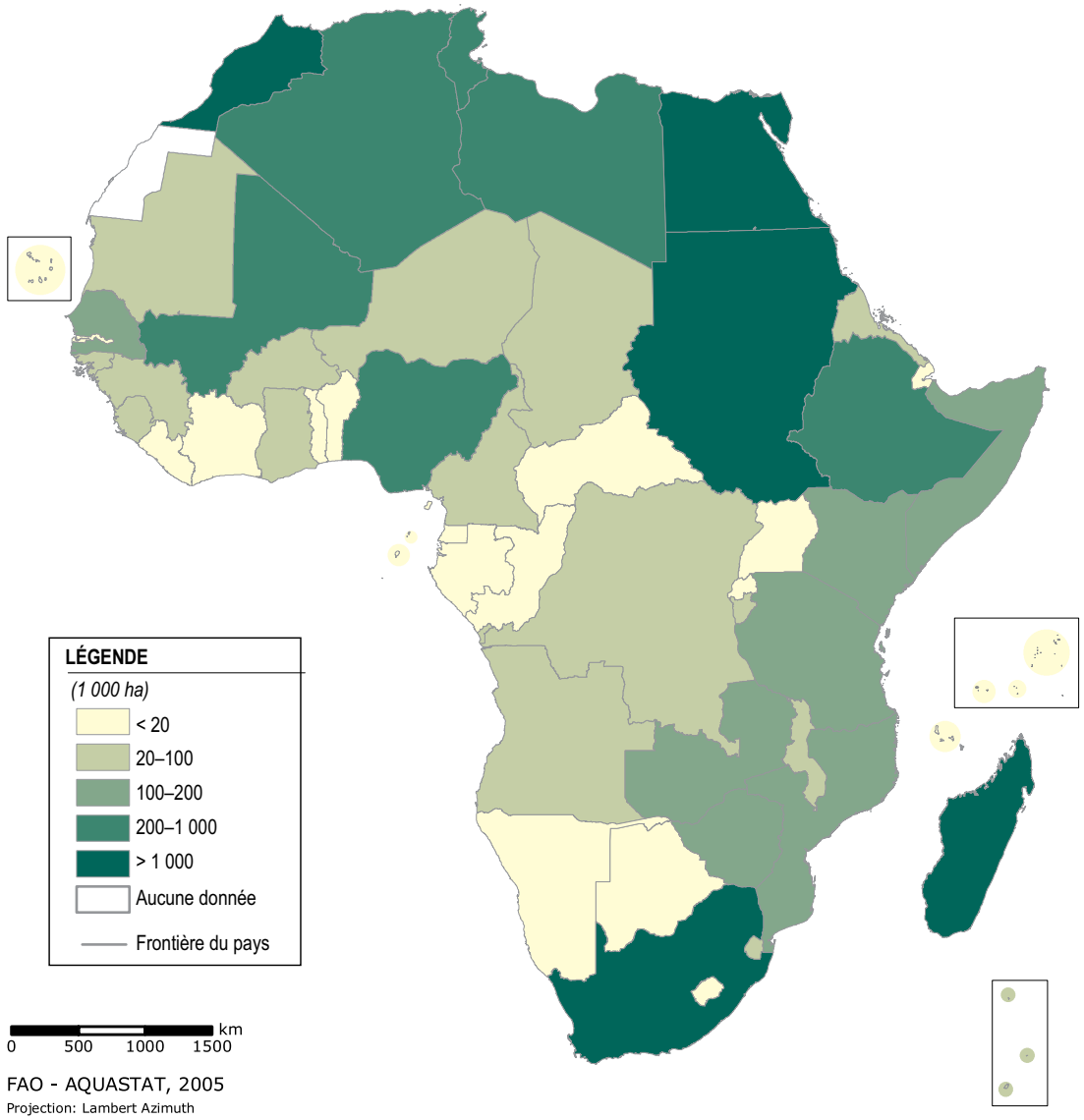
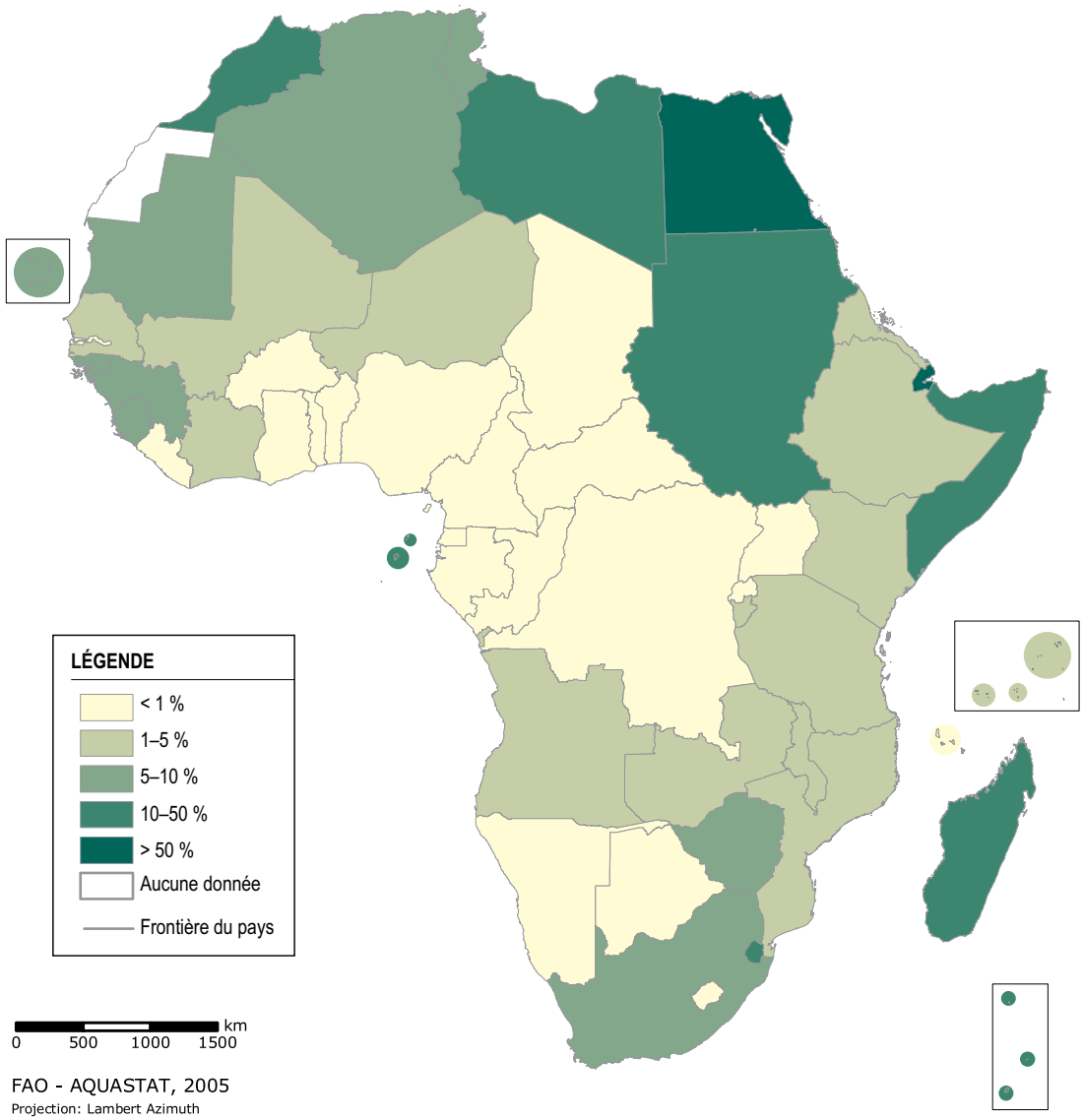


FIGURE 15
Irrigation en pourcentage des superficies cultivées



Monographies par pays

Monographies par pays

NOTE EXPLICATIVE

Danse cette section les monographies pour les 53 pays de l'Afrique ont été mises comme un supplément à la publication et chaque monographie possède des numéros de tableaux et figures exclusivement attribués à cette monographie.

La raison principale pour cela est que ces monographies ont été ajoutées également sur la page web d'AQUASTAT des pays (http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries/indexfra.stm) où elles peuvent être téléchargées aussi individuellement en format PDF

Algérie

GÉOGRAPHIE, CLIMAT ET POPULATION

L'Algérie est située au nord-ouest de l'Afrique en bordure de la Méditerranée. Elle possède une superficie de presque 2.4 millions de km², ce qui en fait le second pays du continent après le Soudan pour l'étendue. C'est un pays de montagnes d'une altitude moyenne de l'ordre de 800 m. Le Sahara occupe plus de 2 millions de km², ou 84 pour cent de la superficie totale du pays. Les forêts et maquis couvrent 4.1 millions d'ha, soit un taux de boisement de 16.4 pour cent pour le nord de l'Algérie et de 1.7 pour cent seulement pour l'ensemble du pays, si l'on tient compte aussi des régions sahariennes arides. En 2002, sur les 40 millions d'hectares cultivables, les terres cultivées ne représentaient que 8.27 millions d'ha essentiellement concentrés dans la région du nord. Près de 0.5 million d'ha de terres en zone steppique sont en voie de désertification totale et plus de 7 millions d'ha sont menacés. La salinisation touche principalement les plaines agricoles irriguées de l'ouest du pays où certains sols, totalement stérilisés, ont atteint des niveaux de dégradation irréversible.

Trois ensembles fortement contrastés climatiquement caractérisent le territoire:

- Le littoral et les massifs montagneux occupent 4 pour cent de la superficie totale dont 2.5 millions d'ha sont des terres agricoles, riches en ressources et très menacées par la concentration excessive de la population et des activités, ainsi que par l'urbanisation anarchique. Ces terres sont fragiles et peu résistantes à l'érosion. Le climat est de type méditerranéen, avec des pluies très violentes en hiver provoquant une forte érosion. En été, les précipitations sont extrêmement rares et les chaleurs très fortes. Les pluies pouvant atteindre 1 600 mm/an sur les reliefs sont irrégulières d'une année sur l'autre et inégalement réparties.
- Les hauts plateaux qui occupent environ 9 pour cent de la superficie totale, dont 5 millions d'ha de terres agricoles, sont caractérisés par un climat semi-aride (pluviométrie comprise entre 100 et 400 mm/an). Les terres y ont une forte teneur en sel. Le processus de désertification est important du fait de la sécheresse, de la fragilisation des sols soumis à l'érosion éolienne, de la faiblesse des ressources hydriques et de la pratique intensive de l'agropastoralisme.
- Le Sahara, ensemble désertique aride (pluviométrie moyenne inférieure à 100 mm/an), couvre 87 pour cent du territoire et la surface agricole utile est estimée à 100 000 ha. Les terres y sont pauvres, les conditions climatiques extrêmes et les amplitudes thermiques très fortes.

Sur l'ensemble du pays, les précipitations moyennes s'élèvent à 89 mm/an. Les ETP varient de 800 mm dans le nord-est du pays à plus de 2 200 mm dans le sud-est.

L'Algérie comptait environ 32.3 millions d'habitants en 2004, dont 41 pour cent de ruraux (tableau 1). La densité moyenne est de 14 habitants/km², mais la population est fortement concentrée dans la zone côtière composée de terres agricoles plus fertiles et riches en ressources naturelles, ainsi que dans les principales villes et pôles d'activités

TABLEAU 1
Caractéristiques du pays et population

Superficies physiques			
Superficie du pays	2002	238 174 000	ha
Superficie cultivée (terres arables et cultures permanentes)	2002	8 265 000	ha
• en % de la superficie totale du pays	2002	3.5	%
• terres arables (cultures temporaires + prairies et jachères temp.)	2002	7 665 000	ha
• cultures permanentes	2002	600 000	ha
Population			
Population totale	2004	32 339 000	habitants
• dont rurale	2004	41	%
Densité de population	2004	14	habitants/km²
Population active	2004	12 033 000	habitants
• en % de la population totale	2004	37	%
• féminine	2004	30	%
• masculine	2004	70	%
Population active dans le secteur agricole	2004	2 800 000	habitants
• en % de la population active	2004	23	%
• féminine	2004	52	%
• masculine	2004	48	%
Économie et développement			
Produit intérieur brut (PIB)	2003	66 000	millions de $EU/an
• valeur ajoutée du secteur agricole (% du PIB)	2003	11.1	%
• PIB par habitant	2003	2 075	$EU/an
Indice de développement humain (plus élevé = 1)	2002	0.704	
Accès aux sources améliorées d'eau potable			
Population totale	2002	87	%
Population urbaine	2002	92	%
Population rurale	2002	80	%

économiques du pays (215 habitants/km² en 2000, contre 38 habitants/km² dans la région des hauts plateaux et 7 habitants/km² dans le sud). La croissance démographique poursuit son recul avec un taux de 1.6 pour cent en 2003, alors que l'espérance de vie à la naissance atteignait 70 ans pour la même année. L'eau potable était accessible pour 87 pour cent de la population en 2002 (92 pour cent en milieu urbain et 80 pour cent en milieu rural). Le taux de chômage est officiellement estimé à plus de 29 pour cent de la population active avec de fortes différences selon les régions.

ÉCONOMIE, AGRICULTURE ET SÉCURITÉ ALIMENTAIRE

Le secteur agricole continue de jouer un rôle important dans l'économie algérienne, encore que secondaire par rapport aux secteurs pétrolier et industriel, employant 23 pour cent de la population active en 2004, et participant pour 11 pour cent au PIB. La valeur des importations de denrées alimentaires dépasse le quart du total des importations.

Bien que les besoins alimentaires de la population soient globalement satisfaits, le niveau de vie s'est progressivement détérioré depuis le milieu des années 1980 (crise induite au départ par la chute du prix du pétrole alors que le secteur des hydrocarbures est prépondérant dans l'économie). L'essentiel des importations est constitué par trois groupes de produits: 40 pour cent de la valeur des importations de produits agricoles allaient aux céréales et dérivés, 14.3 pour cent au le lait et aux produits laitiers et 10.5 pour cent aux huiles et graisses en 1997. Cette situation range l'Algérie parmi les dix principaux pays importateurs de produits alimentaires au niveau mondial, d'où une dépendance marquée vis-à-vis du marché international.

La quasi-totalité des exploitations du secteur productif agricole est aujourd'hui à gestion privée, malgré la diversité des formes de propriété. Les productions céréalières

en sec et l'élevage extensif de petits ruminants prédominent. Au cours des dernières années, les productions ayant eu la plus forte croissance sont celles aux valeurs ajoutées les plus élevées: fruits, maraîchage. Les cultures industrielles restent marginales (sauf la tomate industrielle et l'huile d'olive). Les céréales continuent à stagner dans l'ensemble et à enregistrer de fortes variations interannuelles.

RESSOURCES EN EAU ET UTILISATION DE L'EAU

Ressources en eau

Le pays est divisé en cinq bassins hydrographiques regroupant les 19 bassins versants du pays (tableau 2). Les ressources en eau superficielle renouvelables internes totalisent environ 9.8 km³/an pour l'ensemble du pays dont le Sahara, bassin le plus important par la surface, ne renferme que 0.6 km³. Les ressources en eau souterraine renouvelables contenues dans les nappes du nord du pays sont estimées à près de 1.5 km³/an. Ces nappes sont alimentées essentiellement par les précipitations dont la répartition demeure irrégulière à la fois dans le temps et dans l'espace. Le sud du pays se caractérise par l'existence de ressources en eau souterraines très importantes provenant des nappes du continental intercalaire et du complexe terminal. Si l'on considère qu'il n'existe pas de partie commune entre eaux de surface et eaux souterraines, les ressources totales renouvelables internes s'élèvent à 11.3 km³/an (tableau 3). Les ressources exploitables sont évaluées à 7.9 km³/an.

TABLEAU 2
Bassins versants par bassins hydrographiques

Bassins hydrographiques	Superficie en km²	Bassins versants
Oranie-Chott Chergui	77 169	Côtiers oranais
		Macta
		Tafna
		Chott Chergui
Chéliff-Zahrez	56 227	Côtiers Dahra
		Chéliff
		Chott Zahrez
Algérois-Hodna-Soummam	47 431	Côtiers algérois
		Sébaou
		Isser
		Soummam
		Chott Hodna
Constantinois-Seybousse-Mellegue	44 348	Côtiers constantinois
		Kébir Rhumel
		Medjerdah Mellegue
		Seybousse
		Hauts Plateaux Constantinois
Sahara	2 018 054	Sahara
		Chott Melghir

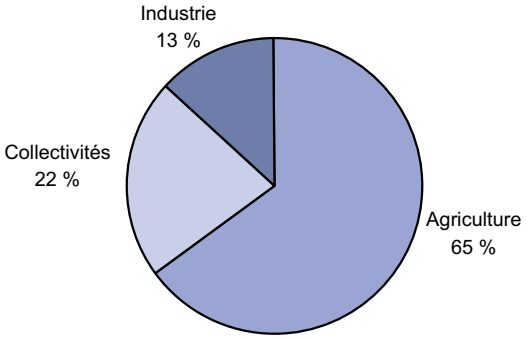
TABLEAU 3
L'eau: ressources et prélèvement

Les ressources en eau renouvelables			
Précipitations moyennes		89	mm/an
		211.5	10^9 m³/an
Ressources en eau renouvelables internes		11.247	10^9 m³/an
Ressources en eau renouvelables réelles totales		11.667	10^9 m³/an
Indice de dépendance		3.6	%
Ressources en eau renouvelables réelles totales par habitant	2004	361	m³/an
Capacité totale des barrages	2003	6 004.5	10^6 m³
Prélèvements en eau			
Prélèvement total en eau	2000	6 074	10^6 m³/an
- irrigation + élevage	2000	3 938	10^6 m³/an
- collectivités	2000	1 335	10^6 m³/an
- industrie	2000	801	10^6 m³/an
• par habitant	2000	201	m³/an
• en % des ressources en eau renouvelables réelles totales	2000	52	%
Ressources en eau non conventionnelles			
Volume d'eaux usées produit	2002	820	10^6 m³/an
Volume d'eaux usées traité		-	10^6 m³/an
Réutilisation des eaux usées traitées		-	10^6 m³/an
L'eau dessalée produite	2002	17.2	10^6 m³/an
Réutilisation des eaux de drainage		-	10^6 m³/an

TABLEAU 4
Barrages par bassins versant et pourcentage utilisé pour l'irrigation

Bassins	Capacité initiale (millions de m³)	Capacité en 2000 (millions de m³)	Nombre de barrages	Irrigation	
				Nombre de barrages	% du volume régularisé
Oranie	660.0	610.2	9	3	41
Chéliff	1 877.9	1 556.5	12	10	82
Algérois	837.4	627.95	11	6	35
Constantinois	1 086.5	1 063.4	12	8	55
Sahara	575.0	493.8	4	4	100
Total	**5 036.8**	**4 351.85**	**48**	**31**	**60**

FIGURE 1
Prélèvements en eau
Total: 6.074 km³ en 2000



La capacité totale initiale des barrages des cinq bassins hydrographiques était d'environ 5 km³ en 2000, mais il est estimé qu'avec l'envasement cette capacité a diminué de plus de 25 pour cent (tableau 4). En 2003, la capacité totale était estimée à environ 6 km³.

Le dessalement de l'eau de mer est pratiqué dans 14 stations réparties dans trois des bassins hydrographiques pour une capacité de 47 000 m³/jour (5 000 m³/jour dans l'Oranie et dans le Constantinois et 37 000 m³/jour dans l'Algérois), soit 17.155 millions de m³/an. La construction d'une station à Arzew dans l'ouest du pays permettra d'augmenter cette capacité de production. Le volume annuel d'eaux usées domestiques rejetées est estimé à 600 millions m³ et celui des eaux usées industrielles à 220 millions de m³.

Utilisation de l'eau

Les ressources en eau prélevées en 2000 sont estimées à 6.074 milliards de m³, dont 3.938 milliards destinés à l'irrigation (65 pour cent), 1.335 milliard aux usages domestiques (22 pour cent) et 801 millions à l'industrie (13 pour cent) (tableau 3 et figure 1).

Eaux internationales: enjeux

Bien que l'Algérie soit comprise dans les bassins du lac Tchad et du fleuve Niger, elle n'est membre ni de la Commission du bassin du lac Tchad (CBLT), qui ne concerne que le bassin conventionnel du lac Tchad, ni de l'Autorité du bassin du Niger (ABN).

DÉVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION ET DU DRAINAGE

Évolution du développement de l'irrigation

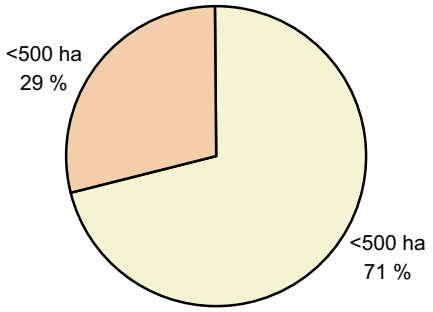
D'après les sources, le potentiel en terres irrigables s'établirait entre un million environ et plus de 2.3 millions d'ha. Ces estimations élevées ne semblent cependant pas tenir compte des faibles ressources en eau. Si l'on considère les ressources en eau renouvelables, ce potentiel est estimé à environ 0.5 million d'ha.

Les superficies irriguées se subdivisent en grands périmètres irrigués (GPI) et en petite et moyenne hydraulique (PMH) (figure 2).

Les GPI ont une superficie équipée de 149 860 ha environ. Ils peuvent être classés en deux catégories: les anciens périmètres hérités de la colonisation, où se pratique l'irrigation traditionnelle gravitaire (112 910 ha), et les périmètres récents réalisés après l'indépendance (36 950 ha). Sur ces 149 860 ha, seule une superficie de 100 300 ha est estimée irrigable, l'écart de 49 560 ha correspondant en grande partie aux zones abandonnées suite à la dégradation avancée des réseaux d'irrigation et/ou des sols (salinisation). Sur ces 100 300 ha irrigables, 33 763 ha seulement ont été effectivement

irrigués en 2001, du fait de la sécheresse et de la réaffectation des eaux d'irrigation à l'alimentation en eau potable des populations. Les GPI utilisent principalement les eaux de surface régularisées par des barrages. La conjugaison de la faiblesse des volumes d'eau vendus, de la limitation du tarif de l'eau d'irrigation et de l'exiguïté des taux de recouvrement des factures d'eau a abouti à une situation financière catastrophique pour les Offices de périmètres irrigués (OPI) qui ne peuvent plus assurer normalement l'exploitation et l'entretien des réseaux d'irrigation. Cette situation entraîne la dégradation continue des équipements.

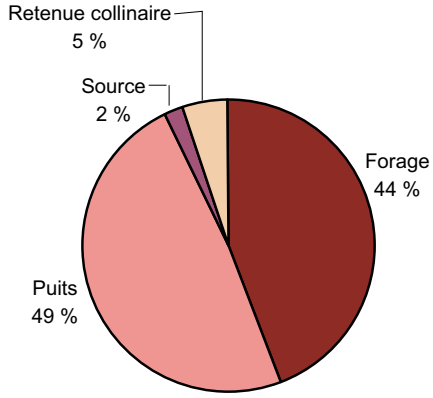
FIGURE 2
Typologie des périmètres irrigués en maîtrise totale/partielle
Total: 513 368 ha en 2001



La superficie irriguée en PMH est évaluée par le Ministère des ressources en eau (MRE) à 363 508 ha. Ces aménagements sont constitués par des périmètres de taille très variable dont l'alimentation en eau est diversifiée (figure 3):

- Utilisation des eaux de forages: 160 143 ha
- Utilisation des eaux de puits: 176 610 ha
- Utilisation des eaux de sources: 8 967 ha
- Utilisation des eaux des retenues collinaires: 17 788 ha

FIGURE 3
Alimentation en eau de la PMH
Total: 363 508 ha en 2001



Le secteur de la PMH est très dynamique et contribue pour une large part à l'approvisionnement en fruits et légumes. Il bénéficie de subventions d'investissement importantes (jusqu'à 80 pour cent) octroyées par le Fonds national de développement rural et agricole (FNDRA). Cependant, le développement de la PMH, qui utilise principalement les eaux souterraines, risque d'avoir des impacts négatifs sur les nappes dont la plupart est déjà surexploitée.

La superficie irriguée par les eaux d'épandage des crues est de 56 050 ha (tableau 5).

Rôle de l'irrigation dans la production agricole, l'économie et la société

La politique hydraulique est sans doute celle qui a le moins souffert des restrictions budgétaires déterminées par la crise pétrolière et qui ont perduré jusqu'à maintenant. Le niveau d'investissement s'est maintenu relativement stable. L'agriculture irriguée occupe environ 7 pour cent des surfaces cultivées et globalement 40 pour cent de la production agricole nationale lui sont imputables.

GESTION DE L'EAU, POLITIQUE ET DISPOSITIONS LÉGISLATIVES RÉGISSANT L'UTILISATION D'EAU EN AGRICULTURE

Institutions

Les directions les plus actives dans la gestion de l'eau sont les suivantes:

- Le Ministère des ressources en eau (MRE): la Direction des études et des aménagements hydrauliques (DEAH), la Direction de la mobilisation des ressources en eau (DMRE), la Direction de l'alimentation en eau potable

TABLEAU 5
Irrigation et drainage

Potentiel d'irrigation			**510 300**	**ha**
Contrôle de l'eau				
1. Irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée		2001	513 368	ha
- irrigation de surface			-	ha
- irrigation par aspersion		1992	40 000	ha
- irrigation localisée			-	ha
• partie irriguée à partir des eaux souterraines		2001	69	%
• partie irriguée à partir des eaux de surface		2001	29	%
• partie irriguée à partir d'un mélange d'eau de surface et souterraine		2001	2	%
2. Zones basses équipées (marais, bas-fonds, plaines, mangroves)			-	ha
3. Irrigation par épandage de crues		2001	56 050	ha
Superficie totale équipée pour l'irrigation (1+2+3)		**2001**	**569 418**	**ha**
• en % de la superficie cultivée		2001	7	%
• augmentation moyenne par an sur les g dernières années		1992'2001	0.3	%
• superficie irriguée par pompage en % de la superficie équipée			-	%
• partie de la superficie équipée réellement irriguée		2001	80	%
4. Marais et bas-fonds cultivés non équipés			-	ha
5. Superficie en cultures de décrue non équipée			-	ha
Superficie totale avec contrôle de l'eau (1+2+3+4+5)		**2001**	**569 418**	**ha**
• en % de la superficie cultivée		2001	7	%
Périmètres en maîtrise totale/partielle	**Critère:**			
Périmètres d'irrigation de petite taille	< ha	2001	0	ha
Périmètres d'irrigation de taille moyenne	< 500 ha	2001	363 508	ha
Périmètres d'irrigation de grande taille	> 500 ha	2001	149 860	ha
Nombre total de ménages en irrigation			-	
Cultures irriguées dans les périmètres en maîtrise totale/partielle				
Production totale de céréales irriguées			-	tonnes
• en % de la production totale de céréales			-	%
Superficie totale en cultures irriguées récoltées			-	ha
• Cultures annuelles/temporaires: superficie totale			-	ha
- maraîchage		1986	95 000	ha
- céréales		1986	8 000	
• Cultures permanentes: superficie totale			-	ha
- arboriculture		1986	81 000	ha
- palmiers		1986	62 000	
- cultures fourragères		1986	25 000	ha
Intensité culturale des cultures irriguées			-	%
Drainage - Environnement				
Superficie totale drainée		1999	61 061	ha
- partie de la superficie équipée pour l'irrigation drainée		1999	61 061	ha
- autres surfaces drainées (non irriguées)		1999	0	ha
• superficie drainée en % de la superficie cultivée		1999	0.7	%
Superficie protégée contre les inondations			-	ha
Superficie salinisée par l'irrigation			-	ha
Population touchée par les maladies hydriques liées à l'eau			-	habitants

(DAEP), la Direction de l'assainissement et de la protection de l'environnement (DAPE), la Direction de l'hydraulique agricole (DHA), et la Direction de la planification et des affaires économiques (DPAE).

- Au niveau local, dans chacune des 48 wilayas du pays, le MRE dispose d'une direction de l'hydraulique qui, avec les directions locales des autres départements ministériels, constitue «l'exécutif» de la wilaya.
- Au niveau intermédiaire, le MRE est doté de:
  – trois agences (établissements publics à caractère administratif): l'ANRH, l'Agence nationale des barrages (ANB) et l'Agence nationale de réalisation et gestion des infrastructures hydrauliques pour l'irrigation et le drainage

(AGID), chargée du développement des grands périmètres irrigués et de l'appui aux établissements de gestion des périmètres irrigués;
  – cinq agences de bassin hydrographique (établissements publics à caractère industriel et commercial) sous tutelle du MRE, créées dans le cadre de la nouvelle politique de l'eau (1996): l'Agence de bassin hydrographique Algérois-Hodna-Soummam, l'Agence de bassin hydrographique Chellif-Zahrez, l'Agence de bassin hydrographique Constantinois-Seybousse-Mellegue, l'Agence de bassin hydrographique Oranie-Chott Chergui, et l'Agence de bassin hydrographique Sahara. Ces cinq agences sont chargées de la gestion intégrée des ressources en eau (sites des agences de bassin) et s'appuient sur des comités de bassin.
- Les Offices de périmètres irrigués (OPI) chargés de la gestion des GPI.
- Le Conseil national de l'eau (CNE), organe de coordination et de régulation au niveau national.
- Le Ministère de l'intérieur et des collectivités locales.
- Le Ministère de l'agriculture et de la pêche.
- Le Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement (MATE).

En ce qui concerne l'eau potable et l'assainissement, l'Algérienne des eaux (ADE), créée en 2001, est chargée d'assurer, sur tout le territoire national, la mise en oeuvre de la politique nationale de l'eau potable moyennant la prise en charge des activités de gestion des opérations de production, de transport, de traitement, de stockage, d'adduction, de distribution et d'approvisionnement en eau potable et industrielle, ainsi que du renouvellement et du développement des infrastructures connexes. L'Office national de l'assainissement (ONA), créé lui aussi en 2001, est chargé d'assurer la protection de l'environnement hydrique et la mise en oeuvre de la politique nationale d'assainissement en concertation avec les collectivités locales.

Gestion de l'eau

Jusqu'en 1985, la gestion des périmètres était confiée aux subdivisions rattachées aux directions de l'hydraulique de wilaya. En 1985 ont été créés les OPI, chargés de la gestion, de l'exploitation et de l'entretien des infrastructures hydrauliques des périmètres. Les ressources financières de ces offices proviennent des redevances d'eau au titre de l'irrigation. Compte tenu de la nature des périmètres et pour répondre également aux exigences de la gestion deux types d'organismes ont été créés:

- cinq offices à caractère régional sont responsables de la gestion des grands périmètres d'irrigation: Mitidja, vallée du Cheliff, Habra-Sig, El-Tarf et Oued R'Hir;
- huit offices de Wilaya à caractère local gèrent les petits et moyens périmètres d'irrigation: Béchar, Tlemcen, Saida, Boumerdes, Bouira, Béjaia, M'sila et Tizi-Ouzou.

Le cadre contractuel de gestion des OPI est le régime de la concession tel qu'il est défini par le Code des eaux de 1983 modifié en 1996, qui permet à l'administration de charger une personne morale, publique ou privée, d'assurer un service d'intérêt public allant jusqu'à la réalisation d'infrastructures hydrauliques en vue de leur exploitation. Le contrat de concession aux OPI est assorti d'un cahier des charges qui définit les droits et obligations des deux parties.

L'exploitation des superficies irriguées en PMH est assurée principalement par des agriculteurs privés et accessoirement par des associations.

Financement

En contrepartie de leurs prestations, les OPI perçoivent le produit de la redevance d'eau selon la tarification en vigueur. Des subventions sont également prévues pour compenser les différences entre les charges réelles d'exploitation fixées par le cahier des

charges et le produit des ventes d'eau. La redevance due par l'usager agricole pour la fourniture de l'eau d'irrigation est calculée sur la base d'une formule qui tient compte du volume maximum souscrit et du volume réellement consommé.

Le financement de projets sur emprunts par les collectivités locales a cessé à la fin des années 1960. Depuis, la quasi-totalité des infrastructures hydrauliques repose sur le budget d'équipement. L'usager ne participe que faiblement au coût du service public. Sur la base des crédits du budget de l'État affecté à l'alimentation en eau potable et du chiffre d'affaires des établissements de l'eau constitué essentiellement par le produit de la vente de l'eau, la participation de l'usager se situerait autour de 20 pour cent du coût de l'eau. Les financements extérieurs représentent environ 27 pour cent du programme. Ces financements extérieurs couvrent les barrages (75 pour cent), l'alimentation en eau potable (17 pour cent) et l'assainissement (8 pour cent).

Pour 1999, l'utilisation des budgets n'a porté que sur 51 pour cent de l'enveloppe arbitrée et 40 pour cent des besoins exprimés. Ce faible niveau de consommation des crédits confirme la lenteur du rythme de réalisation.

Politique et dispositions législatives

La politique foncière est fondée sur le principe d'une répartition des droits d'usage du sol au seul profit des agriculteurs résidents «travaillant directement et personnellement la terre», et ne bénéficiant que du seul revenu que procure le travail agricole (décrets de mars 1963 sur l'autogestion et ordonnance du 8 novembre 1971 sur la révolution agraire). L'adoption de la loi 87-19 du 8 décembre 1987 détermine le mode d'exploitation des terres agricoles du domaine national et fixe les droits et les obligations des producteurs.

En ce qui concerne le secteur de l'eau, les principaux textes qui ont été promulgués sont:

- la loi n° 83-17 du 1er juillet 1983 portant Code des eaux (complétée par l'ordonnance n° 96-l3 de juin 1996) basé sur cinq principes: (i) une gestion intégrée, (ii) une gestion économe, (iii) une gestion déconcentrée et coordonnée dans le cadre du bassin hydrographique, (iv) la participation des usagers à la gestion, et (v) le principe de compatibilité de la gestion des eaux avec la politique d'aménagement du territoire et la protection de l'environnement;
- la loi n° 83-03 du 5 février 1983 relative à la protection de 1'environnement;
- la loi n° 85-05 du 15 février 1985 relative à la protection et l'amélioration de la santé;
- les lois n° 90-08 du 17 avril 1990 et n° 90-09 du 27 avril 1990 relatives à la commune et à la wilaya et qui définissent les compétences de ces dernières en matière de service public de 1'eau;
- la loi de finance de 1992 instituant une taxe sur les activités polluantes ou dangereuses pour 1'environnement;
- le décret n° 210 du 3 mars 1992 portant transformation de la nature juridique des entreprises de production de gestion et de distribution de 1'eau;
- le décret n° 93-160 du 10 juillet 1993 réglementant les rejets d'effluents liquides industriels;
- le décret n° 93-100 du 6 mars 1996 portant définition du bassin hydrographique et fixant le statut type;
- la loi de finance de 1996 instituant des redevances «d'économie de 1'eau» et de «qualité de 1'eau»;
- le décret n° 96-301 du 15 septembre 1996 définissant les modalités de tarification de l'eau potable, industrielle et agricole et de l'assainissement, ainsi que les tarifs y afférents;
- le décret n° 96-472 du 18 décembre 1996 portant création du CNE;

- le décret n° 94-119 du 1er juin 1994 portant réaménagement du statut type des offices de périmètres irrigués;
- le décret n° 97-253 du 8 juillet 1997 relatif à la concession des services publics de l'alimentation en eau potable et de l'assainissement;
- le décret n° 2000-324 du 25 octobre 2000 fixant les attributions du MRE;
- deux autres décrets du 25 octobre 2000 fixant le transfert des activités hydrauliques agricoles des directions des services agricoles de wilaya aux directions de l'hydraulique de wilaya;
- le décret n° 02-187 du 26 mai 2002 fixant les règles d'organisation et de fonctionnement des directions de l'hydraulique de wilaya qui prévoit un service de l'hydraulique agricole dans chaque wilaya.

ENVIRONNEMENT ET SANTÉ

Qualité des eaux

La pollution des ressources en eau commence à acquérir des proportions inquiétantes, notamment dans le nord où se trouve la plus grande partie de ces ressources. Au plan de la qualité, sur l'ensemble des eaux inventoriées par les études, 44 pour cent seraient de bonne qualité, 44 pour cent de qualité satisfaisante et 12 pour cent de qualité médiocre. Les eaux utilisées en irrigation sont, en général, de qualité assez moyenne et minéralisées. Le développement de l'agriculture entraîne elle-même des dégradations fâcheuses de la qualité de l'eau destinée aux autres usages (pollution par les nitrates des nappes d'eau douce utilisées pour la boisson humaine). À son tour, l'usage de l'eau par les populations provoque une pollution non seulement biologique, mais aussi, et de plus en plus souvent, physico-chimique. Les cartes de qualité des eaux publiées par l'ANRH montrent que des tronçons importants de cours d'eau dans les bassins de Tafna, Macta, Chéliff, Soummam et Seybousse sont aujourd'hui pollués. Le bassin du Chéliff où résident deux millions d'habitants est ainsi exposé à une pollution qui risque de remettre en cause l'alimentation en eau potable de la quasi-totalité des agglomérations desservies par les nappes de la vallée.

Impact de la gestion de l'eau en agriculture sur l'environnement

Les bassins côtiers oranais et celui du Chéliff sont les plus affectés par les sels. La surexploitation des nappes phréatiques côtières se traduit de plus en plus par des intrusions salines irrémédiables (Oran, Alger, Jijel). La nappe du complexe terminal est très salée et celle du continental intercalaire très chaude (50°C°). De même, les nitrates polluent la nappe de Mitidja dans ses parties est et ouest (objet de suivi de 1985 à 1993). Des enquêtes dans le haut Chéliff et dans la nappe de Sidi bel Abbès ont abouti à des conclusions analogues. L'eau du barrage de Keddara est particulièrement dure et il faut la mélanger par moitié avec de l'eau souterraine pour l'adoucir avant de la livrer. Enfin, les taux de manganèse et de chlorures dans l'eau d'alimentation de Constantine sont proches des maxima admis par l'Organisation mondiale de la santé.

L'insuffisance des ressources en eau, la non-conformité des réseaux d'alimentation en eau potable et d'assainissement, l'utilisation de procédés techniques inappropriés, le phénomène des connexions croisées au niveau des réseaux et l'habitat précaire, ainsi que le réutilisation des eaux usées non traitées ou traitées de manière inadéquate expliquent la persistance des maladies à transmission hydrique. C'est la tranche d'âge de population entre 5 et 29 ans qui est la plus touchée par ces maladies. Les statistiques de l'Institut national de la santé publique (INSP) montrent une augmentation de l'incidence des hépatites virales en 1997 sans nette diminution pour la période 1997-2000, situation s'appliquant aussi à la typhoïde et à la dysenterie.

PERSPECTIVES POUR LA GESTION DE L'EAU EN AGRICULTURE

Dans le nord du pays, l'achèvement des 24 barrages en cours de construction et l'étude de faisabilité de 50 autres permettront d'accroître le volume des ressources mobilisables. De même, le transfert des eaux disponibles du sud vers le nord du pays est à l'étude (projet MAO: Mostaganem-Arzew-Oran). Enfin, le recours à des ressources non conventionnelles, telles que la réutilisation des eaux épurées ou le dessalement, pourrait pallier la demande croissante en eau.

Les projets des grands périmètres irrigués inscrits dans le programme de l'AGID portent sur 181 725 ha qui sont à l'étude et 74 095 ha en cours de réalisation. Par ailleurs, pour le relèvement de l'économie oasienne et notamment du patrimoine en palmiers dattiers, un programme de mise en valeur sur 68 000 ha a été mis en œuvre. Une première tranche de 20 000 ha, avec 250 forages et un réseau de 100 km d'électrification des périmètres agricoles, est en cours de réalisation. L'objectif de développement de l'irrigation dans la zone nord du pays (hors Sahara) consiste dans l'extension des superficies des GPI à 350 000 ha environ à l'horizon 2020 (dont 120 000 ha dans les hauts plateaux) et le maintien des superficies actuellement irriguées en PMH. Finalement, 100 000 ha environ nécessitaient des aménagements de drainage en 1999.

En ce qui concerne la gestion, encore publique, la privatisation est en préparation - avec la participation de grandes firmes étrangères. L'objectif principal est d'arriver à vendre l'eau au moins à son prix coûtant, même si les consommateurs urbains les plus démunis bénéficieront de prix moins élevés. En 2002, deux organismes étaient en instance de création, à savoir l'Agence nationale des barrages et transferts (ANBT) et l'Office national de l'irrigation et du drainage (ONID) et ce, en remplacement des agences actuelles (ANRH, ANB, AGEP, AGID).

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

Banque mondiale. 1988. *Democratic and Popular Republic of Algeria: Irrigation engineering project.* Washington DC.

FAO. 1992. *Algérie. Projet d'appui à l'irrigation (PAI).* Rapport d'identification. FAO Centre d'investissement, programme de coopération FAO/Banque mondiale. Rapport N° 4/92 CP-ALG 36. Rome.

FAO. 1996. *Algérie – Suivi du Sommet mondial de l'alimentation: Projet de stratégie pour le développement agricole national – Horizon 2010.*

FAO. 1999. *Étude sur le secteur agricole en Algérie.*

FAO. 2001. *Étude prospective du secteur forestier en Afrique (FOSA) – Algérie.*

IPTRID/FAO. 2002. *Drainage status and capacity building needs in Algeria*. IPTRID Capacity Building Report n°2.

Mechebbek M.A. 1993. *Ressources en eau, irrigation et production alimentaire – Présentation sommaire du cas de l'Algérie*.

MNSRE/MNSIF Région Moyen Orient et Afrique du Nord, Banque mondiale, FAO, AFD. 2003. *République algérienne démocratique et populaire – Secteur de l'eau: Eléments d'une stratégie sectorielle.* Version provisoire.

ONU. 1999. *Évaluation conjointe de pays – Algérie.*

ONU. 2002a. *Sommet de Johannesburg 2002 – Profil de l'Algérie.*

ONU. 2002b. *Plan-cadre des Nations Unies pour la coopération au développement (2002-2006) – Algérie.*

ONU. 2002c. *Aspects du développement durable liés aux ressources naturelles de l'Algérie - Agenda 21.* Disponible sur: http://www.un.org/esa/agenda21/natlinfo/countr/algeria/natur.htm

Pérennes, J.J. 1993. *L'eau et les hommes au Maghreb: Contribution à une politique de l'eau en Méditerranée.* Karthala: CNRS.

République algérienne démocratique et populaire, Conseil national économique et social, Commission sur les perspectives de développement économique et social. 1999. *Problématique de développement agricole: Éléments pour un débat national.*

République algérienne démocratique et populaire, Conseil national économique et social, Commission de l'aménagement du territoire et de l'environnement. 2001. *Avant-projet de rapport «L'eau en Algérie: le grand défi de demain»*.

Angola

GÉOGRAPHIE, CLIMAT ET POPULATION

L'Angola, situé en Afrique australe, couvre une superficie de 1 246 700 km². Le pays est limité à l'ouest par l'océan Atlantique et partage ses frontières avec le Congo et la République démocratique du Congo au nord, la Zambie à l'est et la Namibie au sud. Le pays est divisé en 18 provinces; celle de Cabinda, séparée du pays, se situe entre le Congo et la République démocratique du Congo au nord de l'embouchure du fleuve Congo. Sur les 32 millions d'hectares de terres cultivables, seuls 3.3 millions étaient cultivés en 2002 (tableau 1). Quarante pour cent du pays possèdent une végétation boisée alors que les forêts couvrent 23 millions d'ha (18.5 pour cent du territoire), auxquels il faut ajouter 150 000 ha de plantations. Les savanes et un petit désert sur le littoral sud constituent les autres types de paysages angolais.

TABLEAU 1
Caractéristiques du pays et population

Superficies physiques			
Superficie du pays	2002	124 670 000	ha
Superficie cultivée (terres arables et cultures permanentes)	2002	3 300 000	ha
• en % de la superficie totale du pays	2002	3	%
• terres arables (cultures temporaires + prairies et jachères temp.)	2002	3 000 000	ha
• cultures permanentes	2002	300 000	ha
Population			
Population totale	2004	14 078 000	habitants
• dont rurale	2004	64	%
Densité de population	2004	11	habitants/km²
Population active	2004	6 390 000	habitants
• en % de la population totale	2004	45	%
• féminine	2004	46	%
• masculine	2004	54	%
Population active dans le secteur agricole	2004	4 521 000	habitants
• en % de la population active	2004	71	%
• féminine	2004	54	%
• masculine	2004	46	%
Économie et développement			
Produit intérieur brut (PIB)	2003	13 200	millions de $EU/an
• valeur ajoutée du secteur agricole (% du PIB)	2003	8.8	%
• PIB par habitant	2003	969	$EU/an
Indice de développement humain (plus élevé = 1)	2002	0.381	
Accès aux sources améliorées d'eau potable			
Population totale	2002	50	%
Population urbaine	2002	70	%
Population rurale	2002	40	%

TABLEAU 2
L'eau: ressources et prélèvement

Les ressources en eau renouvelables			
Précipitations moyennes		1 010	mm/an
		1 259	10^9 m³/an
Ressources en eau renouvelables internes		148	10^9 m³/an
Ressources en eau renouvelables réelles totales		148	10^9 m³/an
Indice de dépendance		0	%
Ressources en eau renouvelables réelles totales par habitant	2004	10 513	m³/an
Capacité totale des barrages	2005	4 470	10^6 m³
Prélèvements en eau			
Prélèvement total en eau	2000	343	10^6 m³/an
- irrigation + élevage	2000	211	10^6 m³/an
- collectivités	2000	76	10^6 m³/an
- industrie	2000	56	10^6 m³/an
• par habitant	2000	28	m³/an
• en % des ressources en eau renouvelables réelles totales	2000	0.2	%
Ressources en eau non conventionnelles			
Volume d'eaux usées produit		-	10^6 m³/an
Volume d'eaux usées traité		-	10^6 m³/an
Réutilisation des eaux usées traitées		-	10^6 m³/an
L'eau dessalée produite		-	10^6 m³/an
Réutilisation des eaux de drainage		-	10^6 m³/an

Une faible fertilité caractérise la majorité des sols angolais. Des sols ferralitiques et paraferralitiques sont disséminés sur d'importantes surfaces des plateaux centraux. Les sols sableux peu fertiles des plaines côtières ne retiennent pas l'eau et tendent à se saliniser.

Il existe trois principales zones agro-écologiques:

- Le nord, caractérisé par un climat tropical humide avec des précipitations annuelles supérieures à 1 500 mm. La température moyenne annuelle dépasse 22°C. Le manioc occupe les trois quarts des surfaces plantées, le reste étant cultivé en maïs, haricot, millet, arachide, patate douce en association.
- Le centre au climat tropical tempéré modifié par l'altitude (entre 1 000 et 2 500 m au-dessus du niveau de la mer). Ces hauts plateaux sont caractérisés par des pluies qui varient entre 1 250 et 1 500 mm/an et une température moyenne annuelle de 18-20°C. La culture principale est le maïs, principalement planté en association avec une autre culture traditionnelle telle que le haricot, le sorgho ou millet, l'arachide et la patate douce. L'élevage consiste en quelques têtes de bovins, caprins, porcins, ovins ou volailles par famille.
- Le sud au climat sec, allant du tropical désertique (Namibe) au tropical sec (Cunene), avec de faibles précipitations (200 mm/an en moyenne) et une température annuelle de 20-22°C. La culture prédominante est le sorgho ou millet qui couvre environ 80 pour cent des superficies plantées; les 20 pour cent restant accueillant du maïs en association avec des haricots, arachides et patates douces. L'agriculture n'y est possible que sous irrigation. L'élevage constitué par quelques têtes par famille représente une activité parallèle.

Les précipitations moyennes à l'échelle nationale atteignent 1 010 mm/an (tableau 2). Les deux premières régions connaissent deux saisons des pluies: de septembre à décembre et de février à avril. Au sud, une seule saison des pluies intervient d'octobre à mars.

La population, qui était estimée à environ 14.1 millions d'habitants en 2004, est à 64 pour cent rurale (tableau 1). Luanda, la capitale, comptait 500 000 habitants en 1974 contre 2.5 millions en 1998. Cette migration a largement contribué à la concentration de la population sur les zones côtières moins touchées par la guerre. Une très faible

proportion, estimée à 1.13 million en novembre 2002, sont retournés dans leurs régions d'origine depuis les accords de 2002 mettant fin au conflit. La densité de population moyenne est de 11 habitants/km² et la croissance démographique de 2.8 pour cent sur la période 1997-2003. Seuls 50 pour cent de la population, dont 70 pour cent en milieu urbain et 40 pour cent en milieu rural, avaient accès à l'eau potable en 2002. L'espérance de vie à la naissance en 2002 était de 40 ans, alors que, fin 2001, la prévalence du HIV/SIDA atteignait 5.5 pour cent parmi les personnes âgées de 15 à 49 ans. En 2000, 60 pour cent de la population vivaient en dessous du seuil de pauvreté et le taux de chômage était estimé à 45 pour cent de la population active.

ÉCONOMIE, AGRICULTURE ET SÉCURITÉ ALIMENTAIRE

L'agriculture joue un rôle dominant dans l'économie: avec l'élevage, elle constituait la principale activité économique de 71 pour cent de la population en 2004. Les femmes angolaises tirent leurs revenus en premier lieu du secteur agricole: seules trois femmes actives sur 20 ne travaillent pas dans l'agriculture. Le secteur agricole absorbait 8.8 pour cent du PIB en 2003. Avant la guerre, le pays était autosuffisant vis-à-vis des principales cultures alimentaires, hormis le blé, et exportait des surplus de café, maïs, sisal, banane, tabac, haricot, sucre, huile de palme et riz. Pour le cycle agricole 1999/2000, les 562 000 tonnes de céréales produites n'ont satisfait que 53 pour cent des besoins de consommation nationaux. Le pays a actuellement recours aux importations et à l'aide humanitaire pour nourrir sa population. En 1997-2003, 31 pour cent des enfants souffraient de malnutrition. Du fait de la désorganisation des systèmes de production, l'agriculture a été touchée plus que les autres secteurs. Le budget alloué en 2004 au Ministère de l'agriculture et du développement rural (MINADER) représentait moins de 1 pour cent du budget gouvernemental.

Le système agricole est de deux types. De grandes exploitations spécialisées principalement dans les cultures d'exportation, telles que le café ou le sisal, coexistent avec de petites exploitations familiales. La production est générée à 80 pour cent par les petits producteurs, les producteurs moyens produisent 18 pour cent et les 2 pour cent restants sont le fait de producteurs commerciaux. Sur le plateau central, le maïs domine (fréquemment associé au haricot) et les bas-fonds sont utilisés pour le maïs et les légumes de contre-saison. Avant la guerre, l'élevage jouait un rôle central dans ces systèmes. Le café arabica y est cultivé dans quelques zones. Dans les régions arides au sud du pays, sont cultivés le sorgho ou millet et l'élevage est extensif (le manque de points d'eau étant l'une des principales contraintes). Enfin, la production de fruits et de légumes irrigués se développe près des villes des zones côtières.

RESSOURCES EN EAU ET UTILISATION DE L'EAU

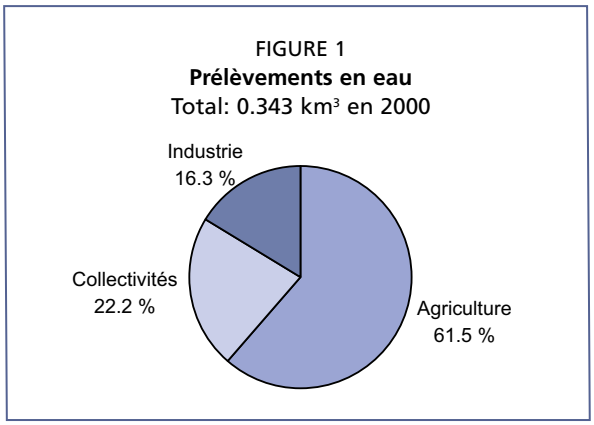
Ressources en eau

Les ressources en eau superficielles sont relativement abondantes. Le réseau hydrographique est composé de 47 bassins regroupés en 6 bassins régionaux (tableau 3). Les fleuves de l'ouest prennent naissance dans le plateau central et ont un régime permanent. Ils s'écoulent vers l'océan approvisionnant les zones côtières. Plusieurs fleuves, principalement dans le sud-ouest, sont intermittents n'ayant de l'eau qu'en saison des pluies.

Les eaux de surface disponibles sont estimées à 4 598 m³/s, soit 145 km³/an, ce qui représente 10 300 m³/habitant par an.

TABLEAU 3
Bassins versants en Angola

Bassin	Superficie (km²)	En % de la superficie totale du pays
Bassin du Congo	285 395	22.9
Bassin du Zambèze	235 423	18.9
Bassins côtiers dans l'ouest	498 651	40.0
Okavango (bassin endoréique)	166 963	13.4
Bassins endoréiques dans le sud	53 118	4.2
Bassins dans la province de Cabinda	7 150	0.6
Total	**1 246 700**	**100.0**



La plupart des cours d'eau proviennent de la région des plateaux. Jouant le rôle de château d'eau, l'Angola fournit à tous les pays voisins un volume d'eau estimé à 119 km³/an au total (84 km³ à la République démocratique du Congo, 25 km³ à la Zambie et 10 km³ à la Namibie), mais elle n'en reçoit pas.

Les eaux souterraines renouvelables sont estimées à 58 km³/an et la partie commune entre eaux de surface et eaux souterraines est évaluée à 55 km³/an, soit un volume total d'eaux renouvelables internes de 148 km³/an. Les aquifères les plus importants sont localisés dans les roches sédimentaires. Généralement, la nappe phréatique le long du littoral varie entre 5 à 30 m de profondeur et dans le plateau central entre 10 et 30 m. Néanmoins, dans la province de Cunene elle peut atteindre 220 m de profondeur loin des fleuves et des sources d'eau. L'inventaire des puits de 1975 montre qu'il en existe dans presque toutes les provinces, excepté dans le nord-ouest. La majorité (plus de 2000) se situe dans le sud-ouest du territoire où sévit une pénurie de sources d'eau et où la pluviométrie est très faible (climat tropical aride et semi-aride). Les puits sont principalement à vocation domestique et agropastorale.

Utilisation de l'eau

L'irrigation est la première consommatrice des eaux superficielles. En 2000, les prélèvements totaux en eau s'élevaient à 343 millions de m³, dont 211 millions, ou presque 62 pour cent, allaient à l'agriculture (tableau 2 et figure 1).

Eaux internationales: enjeux

Les fleuves Congo, Zambèze, Cuando, Cubango, Cuanhama, Cunene et Okavango sont internationaux. Un accord signé en 1969 entre la Namibie et l'Angola fixe les prélèvements pour chacun des pays sur le Cunene. Cette rivière a ses origines dans les montagnes centrales de l'Angola et son débit à la frontière avec la Namibie est d'environ 5 km³/an. Selon l'accord signé, la Namibie a accès à 0.18 km³/an dont 0.13 km³/an est affecté à l'agriculture. Le barrage de Gove, situé en Angola (2.574 km³) sur cette même rivière, lui procure en effet de l'eau pour l'approvisionnement de sa population.

L'Angola est membre de la Commission technique permanente conjointe du fleuve Cunene (PJTC) avec la Namibie, de la «Zambezi Watercourse Commission» (ZAMCOM) créée en 2004 avec les sept autres pays partageant le bassin versant (Botswana, Malawi, Mozambique, Namibie, Tanzanie, Zambie, Zimbabwe), et de la Commission permanente du bassin du fleuve Okavango (OKACOM) créée en 1994 avec la Namibie et le Botswana.

DÉVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION ET DU DRAINAGE

Le potentiel de terres irrigables est de 3.7 millions d'ha. Les projets hydro-agricoles se concentrent dans les régions climatiques considérées comme tropicale désertique, tropicale sèche et tropicale semi-humide (pour cette dernière, l'irrigation est complémentaire). Il existe deux types d'irrigation: l'irrigation publique (ou irrigation formelle), et l'irrigation privée.

Avant l'indépendance en 1975, l'irrigation à grande échelle était considérablement développée au sein de grands périmètres ou fermes commerciales (produisant canne à sucre, bananes et légumes) ou de petites exploitations, totalisant environ 80 000 ha (tableau 4 et figure 2). La longue période de guerre (1975-1994) a rendu difficile le développement de nouveaux périmètres ainsi que la gestion et l'entretien des

infrastructures existantes. La majorité des périmètres publics s'est donc dégradée. Les superficies réellement irriguées étaient estimées à 35 000 ha en 1996 (figure 3). Sur ces 35 000 ha, 25 000 ha étaient irrigués par le secteur privé. Avant l'indépendance, les systèmes d'irrigation «traditionnels» à petite échelle par gravité à partir de sources d'altitude couvraient 320 000 ha.

FIGURE 2
Répartition des superficies avec côntrole de l'eau
Total: 400 000 ha en 1975

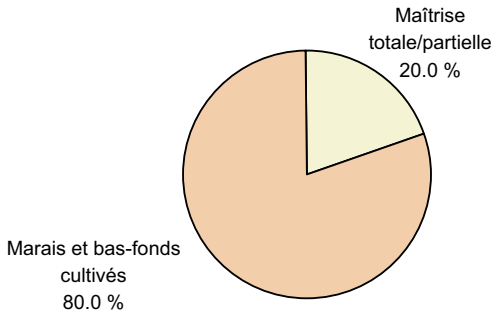
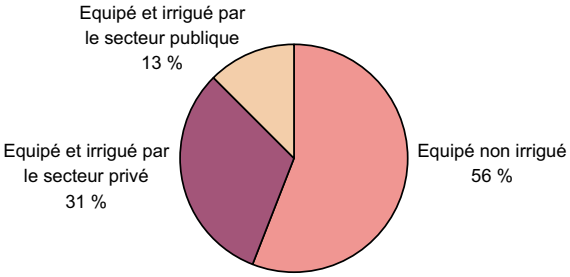


FIGURE 3
Part des périmètres en maîtrise totale/partielle réellement irrigués
Total: 35 000 ha irrigués sur 80 000 ha équipés en 1996



L'irrigation privée s'est développée principalement près des sources ou des cours d'eau sur le plateau central (provinces de Cuanza Sud, Huambo et Bié et, partiellement, provinces de Benguela et de Huila). Dans quelques zones, l'utilisation de petites motopompes à partir de sources superficielles pose le problème du renouvellement de l'équipement. Dans la région sud-ouest, une grande partie des périmètres utilise l'eau souterraine grâce à des puits. Les moyens et grands projets d'irrigation privée ont leur propre dynamique de conception et d'implantation: ce sont des projets techniques bien conçus qui utilisent des technologies modernes d'irrigation, ont des sources de financement privées, produisent des cultures plus rentables (principalement du maraîchage et des fruitiers) et réalisent directement la commercialisation de leurs produits (à l'aide de camions et d'un réseau de distribution). Un exemple typique est le périmètre bananier de la province de Benguela irrigué par aspersion, qui commercialise ses produits à Luanda malgré le mauvais état des routes. Cependant, l'irrigation privée se rencontre surtout en petits périmètres construits de diverses manières: barrage sur le fleuve et canaux en terre jusqu'à la parcelle, dérivation de fleuve et utilisation de motopompe, ou pressurisation à partir des fleuves ou lacs pour une irrigation par aspersion.

Bien que la majeure partie de l'agriculture soit dépendante des pluies qui tombent six mois par an, l'irrigation a aussi un rôle important à jouer dans l'autosuffisance alimentaire.

GESTION DE L'EAU, POLITIQUES ET DISPOSITIONS LÉGISLATIVES RÉGISSANT L'UTILISATION D'EAU EN AGRICULTURE

Institutions

La gestion de l'eau incombe à un réseau complexe d'institutions publiques:

- la Direction nationale de l'hydraulique agricole et du génie rural (DNHAER) du Ministère de l'agriculture et du développement rural (MINADER), constituée d'un service d'études hydrauliques (SHE) et d'un service du cadastre agricole (SCA Prov.). Ses fonctions principales sont la conception, la coordination, l'étude et le contrôle des infrastructures agricoles pour l'irrigation, le drainage, l'hydraulique agricole, l'approvisionnement en eau des zones agricoles à l'intérieur des périmètres irrigués et l'infrastructure sanitaire pour le bétail. Elle est responsable du programme, du développement et de la gestion des systèmes d'irrigation publics;

TABLEAU 4
Irrigation et drainage

Potentiel d'irrigation		**3 700 000**	**ha**
Contrôle de l'eau			
1. Irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée	1975	80 000	ha
- irrigation de surface		-	ha
- irrigation par aspersion		-	ha
- irrigation localisée		-	ha
• partie irriguée à partir des eaux souterraines	1974	0	%
• partie irriguée à partir des eaux de surface	1974	100	%
2. Zones basses équipées (marais, bas-fonds, plaines, mangroves)		-	ha
3. Irrigation par épandage de crues		-	ha
Superficie totale équipée pour l'irrigation (1+2+3)	**1975**	**80 000**	**ha**
• en % de la superficie cultivée		2.4	%
• augmentation moyenne par an sur les …. dernières années		-	%
• superficie irriguée par pompage en % de la superficie équipée		-	%
• partie de la superficie équipée réellement irriguée	1996	44	%
4. Marais et bas-fonds cultivés non équipés	1975	320 000	ha
5. Superficie en cultures de décrue non équipée		-	ha
Superficie totale avec contrôle de l'eau (1+2+3+4+5)	**1975**	**400 000**	**ha**
• en % de la superficie cultivée		12.1	%
Périmètres en maîtrise totale/partiel	**Critère**		
Périmètres d'irrigation de petite taille	< ha	-	ha
Périmètres d'irrigation de taille moyenne	> ha et < ha	-	ha
Périmètres d'irrigation de grande taille	> ha	-	ha
Nombre total de ménages en irrigation		-	
Cultures irriguées dans les périmètres en maîtrise totale/partielle			
Production totale de céréales irriguées		-	tonnes
• en % de la production totale de céréales		-	%
Superficie totale en cultures irriguées récoltées		-	ha
• Cultures annuelles/temporaires: superficie totale		-	ha
- canne à sucre	1972	12 500	ha
- tabac	1972	9 100	ha
• Cultures permanentes: superficie totale		-	ha
- bananes	1972	7 700	ha
- agrumes	1972	3 500	ha
Intensité culturale des cultures irriguées		-	%
Drainage - Environnement			
Superficie totale drainée		-	ha
- partie de la superficie équipée pour l'irrigation drainée		-	ha
- autres surfaces drainées (non irriguées)		-	ha
• superficie drainée en % de la superficie cultivée		-	%
Superficie protégée contre les inondations		-	ha
Superficie salinisée par l'irrigation		-	ha
Population touchée par les maladies hydriques liées à l'eau		-	habitants

- la Direction nationale pour le développement rural (DNDR) au sein du MINADER et ses services provinciaux: Direction provinciale pour l'agriculture, le développement rural, la pêche et l'environnement (DPADRPA);
- la Direction nationale des eaux (DNA), organe du Secrétariat d'État de l'énergie et de l'eau, qui est l'agence exécutive de la gestion des eaux. Elle gère les ressources hydriques et l'assainissement à l'échelle nationale. Elle conçoit, programme, exécute et surveille les projets d'approvisionnement en eau, et reçoit l'appui des provinces par le biais des directions provinciales des eaux, à l'exception des villes de Luanda, de Benguela et de Lobito qui possèdent leurs propres sociétés de distribution de l'eau. La DNA est organisée en trois départements: i) gestion des ressources hydriques, ii) hydraulique, chargé de l'approvisionnement en eau du secteur agricole, et iii) développement;

- le Ministère de la géologie et des mines, qui a lui aussi une juridiction sur l'eau à travers la Société nationale d'eaux souterraines (Hidrominas) dotée d'une autonomie administrative, et qui réalise des études hydrogéologiques et géophysiques pour la construction des puits;
- le Ministère de l'urbanisme et de l'environnement (MINURA);
- le Ministère de la santé, avec la Direction nationale de santé publique (DNSP) dont la mission principale est la promotion de l'assainissement et de l'éducation en milieu agricole;
- le Ministère des travaux publics (MINOPU) responsable de la construction des barrages et des digues.

En ce qui concerne les recherches, elles sont à la charge du MINADER qui les mène par l'entremise de diverses institutions:

- l'Institut de recherche agronomique (IIA), qui a pour principale activité la recherche appliquée et participative en matière de céréales, racines et tubercules, légumes, fruits et horticulture. La Faculté de sciences agronomiques de l'Université de Neto (FAS) collabore étroitement avec l'IIA;
- l'Institut de développement agricole (IDA) à l'échelle des provinces;
- les stations de développement agricole (EDA) à l'échelle municipale.

Gestion de l'eau

Les périmètres publics ont été construits et sont gérés et entretenus par l'État (infrastructures communes telles que barrages, digues, dérivations, portes d'écluse, canaux et drains et postes de pompage). Ils ont été conçus pour irriguer des surfaces de 1 000-5 000 ha. Certains d'entre eux ont été construits par des ex-colons portugais puis expropriés par l'État. Les bénéficiaires des périmètres publics sont de petits agriculteurs (3-4 ha) ou de moyens à grands agriculteurs (15-50 ha). En général, il n'existe pas d'association d'usagers d'eau, mais celles des périmètres de Bon Jésus et Humpata sont chargées des tarifs de l'eau. Néanmoins, le recouvrement des redevances est faible. Le périmètre de Hampata est particulier car l'État a construit les infrastructures communes et le secteur privé a développé l'infrastructure individuelle. Entre 2000 et 2002, 32 pour cent du budget du MINADER ont été alloués à l'hydraulique et aux infrastructures.

Les périmètres privés, notamment moyens à grands, ont leur propre organisation gestionnaire, technique, productive et opérationnelle.

Politiques et dispositions législatives

Un processus de définition des politiques au sein du secteur agricole a été initié par le MINADER à travers «l'examen des options de développement et de redressement agricole». De plus, lors du cycle agricole 2003/2004, le «Programme d'exécution globale pour l'agriculture» (GEPA) du MINADER a tenté de relancer l'agriculture.

Le secteur de l'eau était caractérisé, jusqu'en 2003, par un cadre juridique rudimentaire datant de la colonisation, et régissant l'usage, la conservation, les politiques, le traitement et la gestion des ressources en eau. En 2003 a été promulguée la loi relative à l'eau, qui définit la politique de gestion intégrée des ressources hydriques du pays. Elle devrait permettre l'optimisation de l'utilisation, de la gestion et de la conservation des ressources hydriques pour tous les usages, ainsi que la régularisation de l'utilisation à travers les concessions. Néanmoins, cette loi attend encore une réglementation. Elle représentera une étape importante pour la gestion des ressources, l'utilisation actuelle des eaux superficielles et souterraines étant pratiquement libre.

Un groupe de travail au sein du MINADER analyse et examine actuellement un texte de loi pour l'irrigation nécessaire pour contrôler le développement de l'agriculture irriguée qui accapare les volumes d'eau les plus importants.

PERSPECTIVES POUR LA GESTION DE L'EAU EN AGRICULTURE

À moyen terme, étant donné l'énorme potentiel hydrique du pays, il serait avantageux d'augmenter les superficies irriguées, condition essentielle pour une croissance significative de la production agricole et pour la réduction des variations annuelles.

Les projets publics sont de la plus grande importance parce qu'ils représentent une possibilité concrète d'améliorer la situation productive au niveau national à court et moyen terme. Il existe déjà des infrastructures d'irrigation et des agriculteurs compétents en matière de cultures irriguées. Le gouvernement étudie la possibilité de réactiver certains périmètres d'irrigation et de les transférer aux usagers qui seraient responsables de leur entretien et de leur utilisation, l'objectif étant d'étendre les superficies irriguées qui passeraient des 35 000 ha actuels à 85 000 ha en 2010.

En outre, le processus de planification de l'irrigation et du drainage dépend de la formulation et de la mise en oeuvre de plans directeurs de bassin hydrographique. Seul le bassin du fleuve Cunene, qui est partagé avec la Namibie, est à l'étude pour la mise en place d'un plan coordonné et intégré appelé PLANAGUA. S'inspirant de cette expérience, d'autres bassins devraient en faire de même.

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

Banque mondiale. 1997. *Angola-Water Sector Development. Report N°. PID8331*

Executive Board of UNDP and UNFPA. 2002. *Second country cooperation framework for Angola (2001-2003).*

FAO. 1980. *Angola. Mission de formulation pour le secteur agricole.* Rapport préparé par PNUD/FAO, projet ANG/79/016. Deux volumes. Rome.

FAO. 1992. *République populaire d'Angola. Mission d'identification générale de projets dans le secteur agricole.* FAO Centre d'investissement. Programme de coopération FAO/Banque mondiale/Banque africaine de développement. Rapport N° 3/92 CP/ADB-ANG 11. Rome.

FAO. 1996. Angola - *Suivi du Sommet mondial de l'alimentation – Projet de stratégie pour le développement agricole national – Horizon 2010.*

FAO. 2003. *Réactivation du petit élevage villageois par les femmes chefs de ménage*. TCP/ANG/2906.

FAO. 2004b. *Strengthening a decentralized land administration intervention to promote equitable rural development in Huila province*. MTF/ANG/031/NET

MINADER. 1993. *Plano director de irrigação em Angola.*

MINADER, FAO, PNUD, Banque mondiale, PAM. 2004. *Review of agricultural sector and food security strategy and investment priority setting (TCP/ANG/ 2907) – Volume I.*

MINADER, FAO, PNUD, Banque mondiale, PAM. 2004. *Review of agricultural sector and food security strategy and investment priority setting (TCP/ANG/ 2907) – Working paper n° 9: Irrigated agriculture development.*

République d'Angola, FAO. 2003. *National agricultural development horizon 2015 – Draft strategy brief.*

Union européenne. 2001. *Support to the food security department (Angola) - Phase II.*

Bénin

GÉOGRAPHIE, CLIMAT ET POPULATION

La République du Bénin est un pays d'Afrique occidentale situé entre 6°10' et 12°25' de latitude nord et entre 0°45' et 3°55' de longitude est. Il s'étend sur une superficie de 112 620 km². Les terres potentiellement cultivables sont estimées à environ 7 millions d'hectares, soit presque 63 pour cent de la superficie totale.

Les sols ferrugineux tropicaux lessivés et les sols ferralitiques occupent environ 80 pour cent de la superficie du pays, suivis des sols hydromorphes (8 pour cent), des sols minéraux bruts (7 pour cent) et des sols vertiques (5 pour cent). La végétation est fortement dégradée. Elle consiste en îlots forestiers, savanes arborées et arbustives et quelques forêts classées menacées.

Le pays est caractérisé par deux zones climatiques bien définies, séparées par une zone de transition. Il s'agit de la zone sud au climat de type subéquatorial avec deux saisons pluvieuses par an, et de la zone nord au climat de type tropical continental avec une saison pluvieuse. Le centre du pays connaît un climat de transition qui s'apparente au climat subsoudanien.

Le pays reçoit entre 700 et 1 300 mm par an de précipitations réparties sur 70 à 110 jours dans l'année. Ces précipitations sont caractérisées par d'importantes variations spatio-temporelles rendant les cultures pluviales particulièrement aléatoires. Les températures maximales moyennes sur l'ensemble du pays varient entre 28°C et 33.5°C tandis que les minimales moyennes fluctuent entre 24.5°C et 27.5°C. Les valeurs moyennes de l'évapotranspiration calculées suivant la formule Penman sont comprises entre 3.7 mm et 4.8 mm par jour.

La population totale du pays s'élevait à environ 6.9 millions d'habitants en 2004, dont 55 pour cent sont des ruraux (tableau 1). La densité de la population est de 61 habitants/km², chiffre qui masque d'importantes disparités entre le sud surpeuplé (entre 220 et 442 habitants/km²), le centre moyennement peuplé (59 habitants/km²) et le nord faiblement peuplé (entre 24 et 28 habitants/km²). Plus de la moitié de la population est concentrée dans le sud du pays sur moins de 11 pour cent du territoire national.

Le taux de chômage déclaré est passé de 13.2 pour cent en 1993 à 1.45 pour cent en 1999, tandis que le taux de chômage réel a varié pour la même période entre 6.3 pour cent à 0.46 pour cent. Cette importante diminution est essentiellement due: i) au fait que le phénomène de chômage a pris la forme masquée du sous-emploi; ii) au Programme national de l'emploi, adopté en 1996 par les autorités béninoises, dont la mise en œuvre s'est traduite par des approches novatrices visant la réduction du déséquilibre persistant sur le marché de l'emploi.

Le taux brut de scolarisation était de 76.5 pour cent en 1999: 91 pour cent des garçons étaient scolarisés contre 61 pour cent des filles; et le taux de fréquentation des services de santé était de 34 pour cent cette année-là. Environ 68 pour cent de la population totale a accès aux sources améliorées d'eau potable (tableau 1).

TABLEAU 1
Caractéristiques du pays et population

Superficies physiques			
Superficie du pays	2002	11 262 000	ha
Superficie cultivée (terres arables et cultures permanentes)	2002	2 815 000	ha
• en % de la superficie totale du pays	2002	25	%
• terres arables (cultures temporaires + prairies et jachères temp.)	2002	2 550 000	ha
• cultures permanentes	2002	265 000	ha
Population			
Population totale	2004	6 918 000	habitants
• dont rurale	2004	55	%
Densité de population	2004	61	habitants/km²
Population active	2004	3 163 000	habitants
• en % de la population totale	2004	46	%
• féminine	2004	48	%
• masculine	2004	52	%
Population active dans le secteur agricole	2004	1 583 000	habitants
• en % de la population active	2004	50	%
• féminine	2004	48	%
• masculine	2004	52	%
Économie et développement			
Produit intérieur brut (PIB)	2003	3 500	millions de $EU/an
• valeur ajoutée du secteur agricole (% du PIB)	2003	35.7	%
• PIB par habitant	2003	506	$EU/an
Indice de développement humain (plus élevé = 1)	2002	0.421	
Accès aux sources améliorées d'eau potable			
Population totale	2002	68	%
Population urbaine	2002	79	%
Population rurale	2002	60	%

ÉCONOMIE, AGRICULTURE ET SÉCURITÉ ALIMENTAIRE

La République du Bénin fait partie des pays les moins avancés (PMA) avec un produit intérieur brut (PIB) par habitant de 506 dollars EU en 2003 et un indicateur de développement humain (IDH) de 0.421 en 2002 (tableau 1).

En 2004, le secteur primaire avait mobilisé 50 pour cent de la population active et contribué pour 36 pour cent environ au PIB réel avec un taux de croissance réel dans le secteur de 6.4 pour cent, contre 4.7 pour cent en 1999. Grâce à cette croissance, due essentiellement à la «production végétale», le secteur primaire a apporté une contribution de 2.6 pour cent à la croissance économique.

L'agriculture béninoise demeure essentiellement une agriculture de subsistance. Presque exclusivement pluviale, c'est une agriculture extensive et itinérante sur brûlis, aux rendements et productions aléatoires car tributaires des données climatiques. Il en découle que le pays ne connaît l'autosuffisance alimentaire qu'en année de bonne pluviométrie et de répartition spatio-temporelle favorable des précipitations. La superficie cultivée s'élève à 2.82 millions d'hectares, dont 2.55 millions sont des terres arables et 0.27 million des cultures permanentes (tableau 1).

RESSOURCES EN EAU ET UTILISATION DE L'EAU

Ressources en eau

Les ressources renouvelables internes sont évaluées à 10.3 km³/an et les ressources renouvelables totales, y compris les eaux entrant dans le pays, à 26.4 km³/an (tableau 2). Les ressources totales en eau superficielles et les capacités de recharge des nappes phréatiques sont évaluées à 13.106 km³ (à l'exclusion du Niger, mais en incluant l'eau venant des pays en amont pour quelques autres stations) et à 1.870 km³ d'eau par an respectivement, ainsi qu'il ressort des tableaux 3 et 4.

TABLEAU 2
L'eau: ressources et prélèvement

Les ressources en eau renouvelables			
Précipitations moyennes		1 039	mm/an
		117	10^9 m³/an
Ressources en eau renouvelables internes		10.300	10^9 m³/an
Ressources en eau renouvelables réelles totales		26.393	10^9 m³/an
Indice de dépendance		60.97	%
Ressources en eau renouvelables réelles totales par habitant	2004	3 815	m³/an
Capacité totale des barrages	2001	40	10^6 m³
Prélèvements en eau			
Prélèvement total en eau	2001	130	10^6 m³/an
- irrigation	2001	45	10^6 m³/an
- élevage	2001	14	10^6 m³/an
- collectivités	2001	41	10^6 m³/an
- industrie	2000	30	10^6 m³/an
• par habitant	2001	20	m³/an
• en % des ressources en eau renouvelables réelles totales	2001	0.5	%
Ressources en eau non conventionnelles			
Volume d'eaux usées produit		-	10^6 m³/an
Volume d'eaux usées traité		-	10^6 m³/an
Réutilisation des eaux usées traitées		-	10^6 m³/an
L'eau dessalée produite		-	10^6 m³/an
Réutilisation des eaux de drainage		-	10^6 m³/an

TABLEAU 3
Estimation des ressources en eau superficielles[1]

Bassin	Station	Nombre d'années complètes	Moyenne sur la période	
			(m³/s)	(10^6m³/an)
Pendjari	Porga	38	59	1 881
Niger	Malanville	36	1 006	(31 725)
Mekrou	Kompongou	28	18.5	583
Alibori	Axe Kandi-Banikoara	38	28	883
Sota	Koubéri	36	32.3	1 019
Oueme	Bonou	48	172	5 424
Couffo	Lanta	22	4.8	151
Mono	Athiémé	44	101	3 185

[1] Tableaux 3 et 4 sont tirés du rapport de synthèse sur l'étude de la stratégie nationale de gestion des ressources en eau de septembre 1997. Pour l'estimation des ressources en eau superficielles totales du Bénin, les stations les plus en aval sur le cours des fleuves ou des cours d'eau ont été sélectionnées et le module moyen interannuel a été calculé sur des périodes d'observation qui varient de 22 à 48 ans.

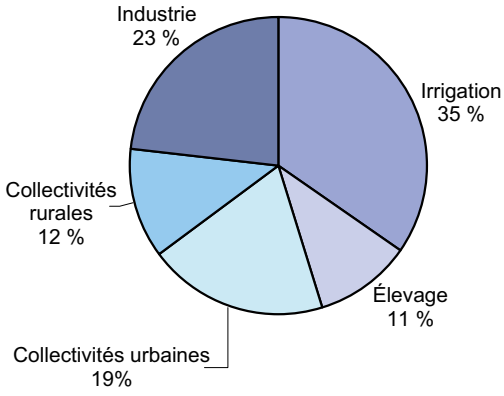
TABLEAU 4
Principales unités hydrogéologiques

Unité	Superficie	Recharge annuelle	
	(km²)	(10^6 m³)	(m³/ha)
Région du Socle	90 400	1 120	123
Grès de Kandi	10 000	125	125
Bassin sédimentaire côtier	11 150	600	500
Alluvions du Niger et dépôt de la Pendjari ou du Bassin voltaïen	1 052	25	1 250
Total	**112 622**	**1 870**	**166**

Les zones humides du Bénin sont essentiellement concentrées dans le sud du pays et représentent environ 250 500 hectares réparties comme suit:

- 2 000 ha de plans d'eau fluviaux;
- 205 000 ha de plaines inondables et de bas-fonds;
- 3 500 ha de plans d'eau dont les retenues d'eau. En 1999, le pays comptait 226 microbarrages stockant entre 10 000 et 150 000 m³ d'eau. Le volume total d'eau stocké dans ces ouvrages est estimé à 40 millions de m³ (dont 24 millions

FIGURE 1
Prélèvements en eau
Total: 0.130 km³ en 2001



de m³ pour le barrage du périmètre sucrier de Savé);

- 40 000 hectares de complexes fluvio-lagunaires.

Riches sanctuaires de diversité biologique, les zones humides du Bénin sont actuellement surexploitées et les espèces vivantes menacées d'extinction du fait des activités anthropiques (constructions, dépotoirs d'ordures, etc.) et du développement de la jacinthe d'eau douce.

Utilisation de l'eau

Les ressources en eau du Bénin sont très peu utilisées. Les prélèvements de 100 millions de m³ d'eau pour l'agriculture, l'élevage et les usages domestiques en l'année 2001 sont évalués sur la base des hypothèses de dimensionnement ou de consommation couramment utilisées et des données recueillies auprès de la Société béninoise d'électricité et d'eau (SBEE) (tableau 2 et figure 1):

- Irrigation des cultures 45 millions de m³
- Abreuvement du bétail 14 millions de m³
- Alimentation en eau potable des populations 41 millions de m³
  dont: - population urbaine: 25 millions de m³
  - population rurale: 16 millions de m³

Pour 2025 sont prévus 1.068 milliard de m³ de prélèvements totaux pour l'agriculture, l'élevage et les usages domestiques:

- agriculture et élevage (45 000 ha + 3 291 000 têtes de bétail) 653 millions de m³
- usages domestiques 415 millions de m³

Eaux internationales: enjeux

Le Bénin partage ses grands bassins hydrographiques (Niger, Mono, Volta) avec ses pays limitrophes. Il est membre de l'Autorité du bassin du Niger (ABN) et prévoit la mise en valeur des ressources hydriques qu'il a en commun avec le Togo et le Niger. Il participe aussi aux réflexions en cours sur la prévention des conflits liés à l'exploitation et à la gestion des ressources en eaux partagées.

DÉVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION ET DU DRAINAGE

Evolution du développement de l'irrigation

La documentation existante évalue le potentiel hydro-agricole connu à 322 000 ha de terres irrigables, dont 117 000 ha de vallées et 205 000 ha de bas-fonds et plaines inondables. L'irrigation au Bénin demeure embryonnaire et occupe une très faible frange des producteurs.

Les terres équipées à des fins d'irrigation avec maîtrise totale de l'eau totalisent 10 973 hectares dont 9 349 ha sont des périmètres formels et 1 624 des périmètres informels. Les aménagements avec maîtrise partielle de l'eau intéressent 1 285 ha de bas-fonds équipés de diguettes isohypses de rétention dotées d'ouvrages de vidange et de régulation (tableaux 5 et 6).

L'évolution de l'irrigation au Bénin entre 1994 et 2002 concernait 835 ha de bas-fonds dont plus de 300 ha relevant presque exclusivement des initiatives privées (tableau 7). Pendant cette période, l'évolution des superficies des périmètres formels en maîtrise totale et des périmètres informels s'explique par une meilleure connaissance des superficies concernées, et non par de nouveaux aménagements.

TABLEAU 5
Irrigation et drainage

Potentiel d'irrigation		**322 000**	**ha**
Contrôle de l'eau			
1. Irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée	2002	10 973	ha
- irrigation de surface	2002	5 043	ha
- irrigation par aspersion	2002	4 570	ha
- irrigation localisée	2002	1 360	ha
• partie irriguée à partir des eaux souterraines	2002	20	%
• partie irriguée à partir des eaux de surface	2002	80	%
2. Zones basses équipées (marais, bas-fonds, plaines, mangroves)	2002	1 285	ha
3. Irrigation par épandage de crues		-	ha
Superficie totale équipée pour l'irrigation (1+2+3)	**2002**	**12 258**	**ha**
• en % de la superficie cultivée	2002	0.5	%
• augmentation moyenne par an sur les 8 dernières années	1994-2002	2.3	%
• superficie irriguée par pompage en % de la superficie équipée		-	%
• partie de la superficie équipée réellement irriguée	2002	23	%
4. Marais et bas-fonds cultivés non équipés	1994	6 988	ha
5. Superficie en cultures de décrue non équipée		-	ha
Superficie totale avec contrôle de l'eau (1+2+3+4+5)	**2002**	**19 246**	**ha**
• en % de la superficie cultivée	2002	0.7	%
Périmètres en maîtrise totale/partielle **Critère**			
Périmètres d'irrigation de petite taille < 50 ha	2002	1 723	ha
Périmètres d'irrigation de taille moyenne > 50 - 100 ha	2002	1 328	ha
Périmètres d'irrigation de grande taille > 100 ha	2002	7 922	ha
Nombre total de ménages en irrigation		-	
Cultures irriguées dans les périmètres en maîtrise totale/partielle			
Production totale de céréales irriguées		-	tonnes
• en % de la production totale de céréales		-	%
Superficie totale en cultures irriguées récoltées		-	ha
• Cultures annuelles/temporaires: superficie totale		-	ha
- riz	2001	563	ha
- pomme de terre	1998	10	ha
- légumes	1998	1 107	ha
• Cultures permanentes: superficie totale		-	ha
Intensité culturale des cultures irriguées		-	%
Drainage - Environnement			
Superficie totale drainée	2001	563	ha
- partie de la superficie équipée pour l'irrigation drainée	2001	563	ha
- autres surfaces drainées (non irriguées)		-	ha
• superficie drainée en % de la superficie cultivée		-	%
Superficie protégée contre les inondations		-	ha
Superficie salinisée par l'irrigation		-	ha
Population touchée par les maladies hydriques liées à l'eau		-	habitants

TABLEAU 6
Répartition des terres équipées par département (hectares)

Département	**Maîtrise totale de l'eau**		**Maîtrise partielle de l'eau**	**Irrigation totale**
	Périmètre formel	**Périmètre informel**		
Atacora-Donga	322	89	497	908
Borgou-Alibori	751	607	257	1 615
Atlantique-Littoral	1200	128	0	1 328
Mono-Couffo	257	114	103	474
Oueme-Plateau	1200	635	27	1 862
Zou-Colline	5 619	51	401	6 071
TOTAL	**9 349**	**1 624**	**1 285**	**12 258**

Les aménagements importants, datant des années 1970, sont presque entièrement à l'abandon et, sur une superficie totale équipée pour l'irrigation de 12 258 ha, 2 823 ha (23 pour cent) seulement sont réellement irrigués. Les superficies effectivement exploitées

TABLEAU 7
Evolution de l'irrigation de 1994 à 2002

Type de périmètre aménagé	Superficies en hectares	
	1994	2002
Aménagement avec maîtrise totale de l'eau: périmètres formels	9 240	9 349[a]
Aménagement avec maîtrise totale de l'eau: périmètres informels	546	1 624[b]
Aménagement avec maîtrise partielle de l'eau	450	1 285
TOTAL	**10 236**	**12 258**

[a] La différence entre 1994 et 2002 est due à des rectifications de superficie de périmètres antérieurement aménagés car aucun nouvel aménagement n'a eu lieu.
[b] Le chiffre actuel de 1624 ha provient des enquêtes menées préalablement à l'élaboration du Programme national de promotion de l'irrigation privée au Bénin.

FIGURE 2
Techniques d'irrigation en maîtrise totale/partielle
Total: 10 973 ha in 2002

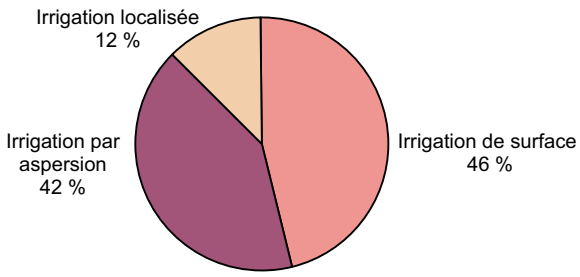
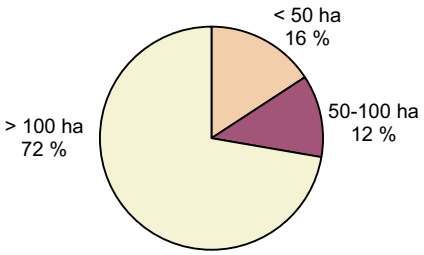


FIGURE 3
Typologie des périmètres irrigués en maîtrise totale/partielle
Total: 10 973 ha en 2002



sous irrigation avec maîtrise totale de l'eau pour la campagne 1999/2000 s'élevaient à 563 ha de périmètres formels (soit 6 pour cent des terres équipées en périmètres formels) et à environ 1 300 ha de périmètres informels (80 pour cent des terres équipées en périmètres informels). En ce qui concerne les 563 ha, il s'agit des quatre périmètres rizicoles de Malanville, Koussin-Lélégo, Dévé et Tchi-Ahomadégbé qui couvrent une superficie totale de 858 ha et ont été réhabilités entre 1985 et 1999. Quant aux aménagements avec maîtrise partielle de l'eau, 960 ha sont exploités, soit 75 pour cent des terres aménagées. L'abandon des espaces aménagés s'explique par la mauvaise gestion technique et financière des aménagements, la non-maîtrise des itinéraires techniques de production sous irrigation, la dégradation des éléments des réseaux d'irrigation et l'appauvrissement des sols.

En ce qui concerne la technique d'irrigation, l'irrigation de surface se pratique sur 46 pour cent de la superficie totale, suivie de l'irrigation par aspersion sur 42 pour cent de la superficie totale (tableau 5 et figure 2). Les grands périmètres (> 100 ha) constituent la majorité de l'irrigation en maîtrise totale (tableau 5 et figure 3). Enfin en périmètres formels en maîtrise totale (9 349 ha), l'élévation d'eau est nécessaire pour 98.5 pour cent des superficies équipées. En zone urbaine et périurbaine, une multitude de maraîchers utilisent des systèmes d'exhaure manuelle. L'irrigation informelle et les périmètres en maitrise partielle ne sont pas pris en compte dans cette classification, car ils ne sont pas encore caractérisés.

Rôle de l'irrigation dans la production agricole, l'économie et la société

Autour et au sein des principales villes du pays (Cotonou, Porto-Novo, Parakou, Natitingou) une multitude de ménages agricoles pratiquent l'irrigation traditionnelle ou traditionnelle améliorée pour produire essentiellement des légumes sur des superficies inférieures à 2 000 m² par ménage agricole. Il s'agit surtout d'activités de subsistance.

Au cours des 15 dernières années, une attention toute particulière a été accordée aux femmes. Elles sont actuellement les principales bénéficiaires des bas-fonds aménagés avec maîtrise partielle de l'eau, bien qu'elles ne soient presque jamais propriétaires des terres qu'elles exploitent.

Les fourchettes prévisionnelles de coût à court terme pour un hectare s'établissent comme suit:

- aménagement d'un périmètre collectif public (canaux revêtus et station de pompage): 8 500 - 11 500 dollars EU, toutes taxes comprises (TTC);

- aménagement de périmètres privés (transport de l'eau sous pression et distribution par rigoles, par submersion ou par arrosage manuel): 2 000 - 2 800 dollars EU, TTC;
- aménagement par l'État des bas-fonds collectifs: 800 - 1 200 dollars EU, TTC;
- Réhabilitation des périmètres collectifs: 5 700 - 7 000 dollars EU, TTC.

Les principales cultures irriguées au Bénin sont le riz, l'oignon, la tomate et les légumes feuilles. Le riz irrigué est produit sur moins de 563 ha en maîtrise totale de l'eau avec un rendement moyen national d'environ 5 t/ha (tableau 5). L'oignon, la pomme de terre et certains légumes feuilles sont irrigués traditionnellement par de petits maraîchers. La non-maîtrise des itinéraires techniques par les irrigants conduit à des rendements trop bas pour intéresser les promoteurs privés. Compte tenu de son faible niveau de développement, l'irrigation n'a aucune incidence mesurable sur l'économie nationale. Cependant, les cultures irriguées contribuent à l'équilibre de la ration alimentaire et, de ce fait, concourent à l'autosuffisance alimentaire.

État et évolution des systèmes de drainage

Les périmètres irrigués réhabilités (563 ha) présentent un réseau de colatures et de drains à ciel ouvert pour l'évacuation des eaux excédentaires et la vidange des casiers. D'autre part, dans la basse vallée de l'Ouémé, l'assainissement des terres cultivées au moment de la «petite crue» (encore appelée «crue locale») se fait à l'aide de réseaux semblables aux précédents.

GESTION DE L'EAU, POLITIQUES ET DISPOSITIONS LÉGISLATIVES RÉGISSANT L'UTILISATION D'EAU EN AGRICULTURE

Institutions

Le pays a opté pour la gestion intégrée des ressources en eau. Trois ministères sont chargés de cette gestion et devraient travailler en synergie pour réaliser le développement durable:

- le Ministère des mines, de l'énergie et de l'hydraulique (MMEH) assure le suivi de l'évolution quantitative des ressources en eau et de leur utilisation pour l'approvisionnement en eau potable de la population et la production d'énergie par l'entremise de la Direction de l'hydraulique, la Direction de l'énergie et la Société béninoise d'électricité et d'eau (SBEE);
- le Ministère de l'agriculture, de l'élevage et de la pêche (MAEP) oeuvre par l'entremise de la Direction du génie rural (DGR) et de la Cellule bas-fonds sous sa tutelle, de la Direction de l'élevage, de la Direction des pêches, de la Direction des forêts et des ressources naturelles (DFRN), et des Centres d'action régionale pour le développement rural (CARDER). Ce Ministère (et ses délégations villageoises) est chargé de l'hydraulique agricole et pastorale, de la conservation des eaux et des sols, de l'aquaculture, et de l'aménagement des forêts et du reboisement;
- le Ministère de l'environnement de l'habitat et de l'urbanisme (MEHU) travaille de concert avec la Direction de l'environnement (DE), la Direction de l'aménagement du territoire (DAT), l'Agence béninoise pour l'environnement (ABE) et la Commission nationale de développement durable.

Il existe actuellement un chevauchement de compétences entre ces trois Ministères. De même, la lutte contre la pollution relève de plusieurs entités différentes rattachées au MMEH, au Ministère de la santé publique, au MEHU et au Ministère de l'intérieur, de la sécurité et de la décentralisation.

Le principal promoteur de l'irrigation et du drainage au Bénin est donc en premier lieu le secteur public qui, au travers du MAEP, a mobilisé l'essentiel du financement destiné à la réalisation des aménagements existants et de ceux prévus pour le court et

le moyen terme. La situation s'est donc inversée par rapport à la précédente où les premiers aménagements étaient réalisés à l'aide de dons et de subventions. Aujourd'hui, les ressources extérieures sont principalement constituées de prêts.

Le secteur privé est encore timide dans le domaine du développement de l'irrigation, faute de mesures incitatives. Les promoteurs privés bénéficient cependant de l'appui financier de certains projets de promotion de l'agriculture et de l'autoemploi. En outre le pays vient de se doter d'un programme national de promotion de l'irrigation privée dont la mise en œuvre à moyen terme facilitera le désengagement progressif de l'État et sa relève par un secteur privé dynamique et opérationnel.

Gestion de l'eau

Les prélèvements des ressources en eau par les différents utilisateurs sont anarchiques et incontrôlés. Il n'existe encore actuellement aucune organisation de gestion de l'eau en agriculture.

Les aménagements mis en place sont légués aux bénéficiaires sans contrepartie significative, mais ils sont chargés d'en assurer la gestion de façon autonome. Pourtant, la vente des produits récupérés, au titre des redevances calculées en fonction des superficies, n'assure généralement pas l'entretien des éléments des réseaux et des équipements. Une fois le réseau endommagé, les agriculteurs exploitent ces espaces en cultures pluviales ou les abandonnent en attendant que l'État procède à leur réhabilitation. Quant aux irrigants privés, ils entretiennent assez bien leurs installations sans tenir de comptabilité régulière et sans être assujettis à des charges fiscales.

Sous l'égide de la Direction de l'hydraulique, se sont créées des Associations des usagers d'eau (AUE) conçues initialement pour la gestion des points d'eau potable dans les anciennes communes (futurs arrondissements). Leur fédération au niveau départemental et l'extension de leurs activités à la gestion des ressources en eau débutent timidement mais seront prises en compte dans l'élaboration de leurs statuts qui, à ce jour, n'existent pas encore. L'objectif à terme est de trouver un mécanisme permettant la création d'Agences de bassin et de sous-bassin agissant de manière participative.

Politiques et dispositions législatives

S'il est vrai que les grandes orientations et les approches stratégiques des aménagements hydro-agricoles sont définies, elles ne sont pas encore consignées dans un document. Elles visent la création des conditions nécessaires pour une agriculture moderne, intensive et compétitive, capable d'assurer la sécurité alimentaire du pays et de servir de fondement à son économie, et pour une gestion intégrée et durable des ressources naturelles disponibles. Le renforcement de la sécurité alimentaire, la diversification agricole, l'augmentation de la productivité et la conservation du patrimoine écologique sont les principaux objectifs susceptibles d'influencer la gestion des ressources en eau, et sont fixés dans le Schéma directeur de développement agricole et rural, et la Lettre de déclaration de la politique de développement rural. Deux études stratégiques ont été conduites, l'une sur la gestion des ressources en eau en 1996, et l'autre sur les zones humides en 2001. En ce qui concerne cette dernière, les négociations avec les partenaires se poursuivent.

Les lois suivantes constituent le cadre législatif, juridique et réglementaire dont dispose le pays:

- une loi portant régime des forêts en République du Bénin (Loi n° 93-009 du 02 juillet 1993);
- une loi-cadre sur l'environnement (Loi n° 98-030 du 12 février 1999);
- un code de l'eau et un code d'hygiène publique datant d'avant l'indépendance, vieux et caduques, mais en cours d'actualisation avec la possibilité d'une fusion des deux textes;

- un projet de code foncier récemment élaboré et validé par tous les acteurs en 2001 mais non encore voté par l'organe législatif.

Actuellement, les règles locales, coutumières ou traditionnelles de gestion du foncier, forment le cadre presque exclusif de référence des populations.

Enfin, le pays a adhéré à un certain nombre de conventions internationales ayant trait à l'eau et à l'environnement, à savoir la Convention de RAMSAR (1971), la Convention sur la diversité biologique (1992), la Convention-cadre concernant les changements climatiques (1992), et la Convention de lutte contre la désertification (1994). Le pays possède deux sites officiels RAMSAR: le complexe lagunaire ouest et le complexe lagunaire est.

ENVIRONNEMENT ET SANTÉ

Qualité des eaux

Le Bénin dispose de suffisamment d'eau de bonne qualité pour satisfaire ses besoins. Toutefois, des risques de pollution bactériologique, chimique et biologique des eaux existent dans les zones de très forte concentration humaine et productrices de coton. Malheureusement, on ne dsipose d'aucun mécanisme opérationnel de suivi pour en mesurer l'évolution. L'irrigation, du fait de son très faible niveau de développement, n'a encore aucune incidence mesurable et mesurée sur la qualité des eaux.

Impact de la gestion de l'eau en agriculture sur l'environnement

Bien que le pays n'exploite encore qu'environ 32 pour cent des terres cultivables, des pratiques culturales impropres (agriculture extensive et itinérante sur brûlis, application d'engrais chimiques, exploitation de versants abrupts et labours parallèles aux lignes de plus grande pente) sont à l'origine d'une accélération de l'érosion et, dès lors, de l'ensablement des plans d'eau.

Du point de vue des impacts de l'irrigation sur la santé, un taux relativement élevé de prévalence de certaines maladies liées à l'eau (paludisme, bilharziose, maladies diarrhéiques, ou gonflements des pieds dans les villages riverains des aménagements hydro-agricoles et hydropastoraux) est signalé dans les zones riveraines des aménagements.

PERSPECTIVES POUR LA GESTION DE L'EAU EN AGRICULTURE

Les possibilités de développement de l'irrigation sont multiples: l'importance relative du potentiel hydro-agricole, qui offre d'intéressantes possibilités techniques et économiques de mise en valeur, l'existence d'une multitude de technologies endogènes utiles à faible coût et adaptées au niveau de technicité des producteurs (la pratique la plus répandue est celle consistant à irriguer manuellement les cultures par pomme d'arrosage sous pression alimentée par de petits groupes motopompes pompant l'eau de la nappe alluviale à moins de sept mètres de profondeur), et enfin une dynamique associative naissante permettront une meilleure organisation du monde paysan. Parmi les contraintes qui s'opposent à l'essor de l'irrigation, on peut citer: le faible niveau de revenu de la population et sa difficulté d'accès au crédit, la non-maîtrise des itinéraires techniques de production irriguée et l'inexistence d'un dispositif d'encadrement à la base, la pression agrodémographique excessive sur les terres au sud du pays, et l'inexistence d'infrastructures de stockage, de conservation et de transformation des produits.

«Vision Eau Bénin pour 2025» prévoit l'aménagement de 35 000 ha de terres supplémentaires par rapport aux 45 000 ha prévus (1 400 ha de périmètres irrigués avec maîtrise totale de l'eau et 1 500 ha avec maîtrise partielle de l'eau sont déjà financés). De plus, on envisage pour 2025 la construction de barrages hydro-électriques entraînant la mobilisation d'environ 4 km^3 d'eau. Enfin, la décentralisation du pouvoir de l'État portera à un réajustement de la politique de gestion des ressources en eau et du

cadre institutionnel actuel. En effet, elle attribue d'importants rôles décisionnels aux communautés locales en matière de gestion des ressources naturelles. L'eau ne sera vraisemblablement pas un facteur limitant pour le développement de l'irrigation et socioéconomique du pays dans le court et le moyen terme. Le défi majeur que devra relever le pays consiste dans la conservation de cet important atout et la réalisation d'une bonne planification et d'une gestion intégrée et durable des ressources en eau disponibles.

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

BCEOM/SOGREAH/ORSTOM. 1993. *Évaluation hydrologique de l'Afrique subsaharienne. Rapport de pays: Bénin.*

Cellule bas-fonds de la DGR. 2002. *Inventaire et mise en valeur des bas-fonds au Bénin.* MAEP.

Cellule macro-économique de la Présidence de la République. 2001. *Rapport sur l'état de l'économie nationale: développements récents et perspectives à moyen terme.*

Centre d'étude de projet de développement rural. 1993. *Rapport de l'étude de l'impact socio-économique du projet BEN/91/002 sur les populations bénéficiaires directes et indirectes.*

DANIDA – Ministère des affaires étrangères du Danemark. 2002. *Rapport technique – Suivi de la qualité de l'eau (composante «Appui à la gestion des ressources en eau en République du Bénin»).*

Dekrin Traore, J. 1993. *Aménagement des bas-fonds et approche participative au Bénin.* Expérience du projet [PNUD/FAO] BEN/84/012.

Direction de l'analyse de la prévision et de la synthèse du Ministère du développement rural. 1993. *Compendium des statistiques agricoles et alimentaires (1970-92).*

Direction de l'hydraulique. 2002. *Vision Eau 2025 – Bénin.* MMEH.

Direction du génie rural. 2002 (projet d'édition). *Stratégie nationale des aménagements hydro-agricoles en République du Bénin.*

FAO. Dates diverses. Projets BEN/84/012 et BEN/91/002, *Inventaire, étude et aménagement des bas-fonds.* Rapports divers. Rome.

Haskoning/AIDEnvironnement. 2001. *Stratégie nationale de gestion des zones humides du Bénin: rapport institutionnel.*

Institut national de la statistique et de l'analyse économique. 1994. *Deuxième recensement général de la population et de l'habitation*. Février 1992.

Institut national de la statistique et de l'analyse économique. 1998 et 1999. *Tableau de bord social: Profil social et indicateurs de développement humain. Projet Ben/96/001 «Programme-cadre de renforcement des capacités institutionelles et de gestion».* Ministère du plan, de la restructuration économique et de la promotion de l'emploi.

Le Barbe, L. *et al.* 1993. *Les ressources en eaux superficielles de la République du Bénin*. ORSTOM.

MAEP. 2001. *Déclaration de politique de développement rural.*

Ministère d'État chargé de la coordination de l'action gouvernementale, du plan, du développement et de la promotion de l'emploi. 1999. *Document de politique et stratégies du secteur eau (avant projet).*

ORSTOM & *Direction de l'hydraulique du Bénin.* 1993. Ressources en eaux superficielles de la République du Bénin.

Piaton, H. 1986. *Plan national d'irrigation en République populaire du Bénin.* Rapport de la mission d'identification.

Pofagi, M.K., Tonouhewa, A. 2001. *Renversement de la tendance à la dégradation des terres et des eaux dans le bassin béninois du fleuve Niger.*

SOGREAH/SCET-TUNISIE. 1997. *Étude de la stratégie nationale de gestion des ressources en eau du Bénin. Rapport R4, Définition de la stratégie nationale* et *Rapport R7, Rapport final - Synthèse*

Tonouhewa, A. 2001. *Étude de faisabilité portant création d'un partenariat national de l'eau (GWP) au Bénin – Rapport définitif.* Comité technique consultatif de l'Afrique de l'Ouest (GWP/WATAC).

Botswana

GEOGRAPHY, CLIMATE AND POPULATION

Botswana is a landlocked country lying in the centre of Southern Africa between Zambia, Zimbabwe, South Africa and Namibia. At no point is it closer than 500 km to either the Atlantic or the Indian Ocean. The total area within national boundaries is 581 730 km². Its altitude averages about 1 000 m above sea level, but most of the country is flat with gentle undulations and occasional rocky outcrops. The main forested areas are in the north and northeastern parts of the country. Most soils in the country are light with limited water-holding capacity. According to 2002 figures, only 5 percent of the land is suitable for agricultural production and less than 1 percent is cultivated (Table 1).

Three agro-ecological zones can be distinguished in the country:

TABLE 1
Basic statistics and population

Physical areas			
Area of the country	2002	58 173 000	ha
Cultivated area (arable land and area under permanent crops)	2002	380 000	ha
• as % of the total area of the country	2002	0.7	%
• arable land (annual crops + temp. fallow + temp. meadows)	2002	377 000	ha
• area under permanent crops	2002	3 000	ha
Population			
Total population	2004	1 795 000	inhabitants
• of which rural	2004	48	%
Population density	2004	3	inhabitants/km²
Economically active population	2004	808 000	inhabitants
• as % of total population	2004	45	%
• female	2004	45	%
• male	2004	55	%
Population economically active in agriculture	2004	352 000	inhabitants
• as % of total economically active population	2004	44	%
• female	2004	57	%
• male	2004	43	%
Economy and development			
Gross Domestic Product (GDP) (current US$)	2003	7 400	million US$/yr
• value added in agriculture (% of GDP)	2003	2.5	%
• GDP per capita	2003	4 146	US$/yr
Human Development Index (highest = 1)	2002	0.589	
Access to improved drinking water sources			
Total population	2002	95	%
Urban population	2002	100	%
Rural population	2002	90	%

- In the centre and west, the Kalahari Desert covers over two-thirds of the total area. Although it has low rainfall, the predominant landscape is not desert but savannah grasslands interspersed with woodland. The sandy soils are not well suited to cultivation, but support considerable numbers of cattle, goats, other livestock and wildlife;
- The east of the country, consisting of loamy clay soils, has a less harsh climate and more fertile soils than the Kalahari. Rainfall is generally in excess of 400 mm annually. The predominant landscape is savannah grasslands and woodlands, with a small amount of forest;
- In the northwest, the Okavango Delta presents a different landscape: vast areas of open water and lush, green wetlands with an abundance of wildlife. The area of the Delta varies according to season and rainfall. To the east of the Delta lie the Makgadikgadi Pans: vast, flat, salty depressions, where there was once a huge lake, the endpoint of the Okavango River.

The climate is arid and semi-arid, with low rainfall and high rates of evapotranspiration. Mean annual rainfall is 416 mm, ranging from 650 mm in the north to 250 mm in the extreme southwest. Rainfall occurs in the form of localized showers and thunderstorms, resulting in large temporal and spatial variations. Rain generally falls between October and March, but the pattern is highly irregular. Drought is a recurring problem, although in early 2000 record rainfall caused serious flooding. Daytime temperatures in summer can reach 40 °C while winter days are invariably sunny and cool to warm (5-23 °C). Annual open water evaporation varies from about 1 900 mm to 2 200 mm. Evaporation rates are highest in the summer when 80-95 percent of the rainfall occurs.

Population is estimated at almost 1.8 million (2004) and about 48 percent of inhabitants are rural (Table 1). Average population density is 3 inhabitants/km^2, but 80 percent of the inhabitants are concentrated in the east where most of the livestock grazes and most crop production takes place. Population growth was only 1.5 percent between 1997 and 2003. As a result of the highest HIV/AIDS prevalence rates in the world, life expectancy has fallen sharply, from around 65 in 1991 to 38 years in 2002. Some 95 percent of the population has access to improved drinking water sources (100 percent in urban areas and 90 percent in rural areas). Primary school was completed by 90 percent of the children and 70 percent continued to secondary school in 2000. Unemployment was officially estimated at 15.8 percent of the labour force in 2000.

ECONOMY, AGRICULTURE AND FOOD SECURITY

The contribution of the agricultural sector to GDP decreased from 40 percent at independence in 1966 to 2.5 percent in 2003, partly because of the expansion of mining but also as a result of the stagnation of the sector itself and recurrent droughts. Despite all this, the agricultural sector remains fundamental as a source of food and income for nearly 50 percent of the total population (2001). HIV/AIDS has become another major challenge for the country, as it mainly concerns the skilled and productive section of the population, affecting 38 percent of the 15-49 age group and thus threatening Botswana's impressive economic gains (2002).

The contribution of agriculture to total exports and imports in 2001 was 5 percent and 17 percent respectively. Most of the exported agricultural production comes from the livestock sub-sector which is the third source of foreign exchange. A significant part of the annual cereal requirements of 250 000 - 300 000 tonnes is imported from South Africa. The undernourished population has increased from 17 percent to 25 percent between 1992 and 1998, making poverty one of the highest priorities of the government.

The agricultural sector is composed of two distinct farming systems, the commercial and the traditional systems which both engage in crop and livestock production. The

difference between commercial and traditional farming is based on land tenure, use of technology and marketing as opposed to consumption of production:

- Commercial farms tend to specialize in cattle production. They cover 8 percent of the total land area and represent less than 1 percent of all farms. In 1993 they held 14 percent of all cattle and accounted for 37 percent of the total production of cereals and pulses;
- Two-thirds of traditional farmers practise mixed farming, with cropping on individually-managed holdings and livestock grazing on communal land. In 1993, traditional farms held 86 percent of all cattle, 98 percent of goats and 83 percent of sheep. As the incidence of drought is high, small farmers are highly vulnerable to crop failure because they are totally reliant on rainfed crop production and do not use drought-resistant varieties.

The average yield of cereal crops on commercial farms is 500 kg/ha, compared with 200 kg/ha on traditional farms. Commercial farms also have higher annual calving rates and lower animal mortality.

WATER RESOURCES AND USE

Water resources

Five major drainage basins exist in the country:

- The Limpopo basin occupies about 14 percent of the country in the east;
- The Orange basin occupies about 12 percent in the south;
- The Zambezi basin occupies a small area (2 percent) in the north;
- The Okavango basin, which is an endorheic basin, occupies about 9 percent in the northwest;
- The South Interior, which also is an endorheic basin, occupies the remaining area (about 63 percent) and includes the Kalahari Desert and the Makgadikgadi Pans.

Low rates of surface runoff and groundwater recharge are typical. Even during the wet season stream flow is not continuous, with internal rivers only flowing for 10-75 days a year. The Okavango Delta in the northwest is a large inland delta including about 6 000 km^2 of permanent swamp and between 7 000 and 12 000 km^2 of seasonally inundated swampland. Together with the Chobe and Linyati rivers, it accounts for 95 percent of all surface water in the country. An estimated 11 km^3 of water flows every year into the delta, but most of it is lost through evapotranspiration. There is a spillway from this area to the Chobe river in the Zambezi basin in periods of high floods.

Internal renewable surface water resources are estimated at 0.8 km^3/year. Most dams on rivers have been constructed for urban water supplies or for livestock watering. The major dams are constructed on the larger rivers and some have required international agreements. It is considered that most 'good' sites for larger dams have now been used or are reserved for large water supply dams (for urban and industrial water uses), which are expected to be constructed in the near future. The smaller dams on smaller rivers currently suffer from sedimentation and irregular stream flows, making planning for use by irrigation difficult. Many earth dams built for livestock watering and irrigation (over 240 since 1970) have also suffered from lack of maintenance and many are now not in use.

Groundwater resources are used throughout the country for livestock and domestic watering and for small areas of irrigation. These resources are geologically old and quality can be affected by salinity and concentrations of fluorides, nitrates and other elements. Current groundwater recharge rates are equivalent to about 1.7 km^3/year. Considering an overlap of about 0.1 km^3/year between surface water and groundwater, the total internal renewable water resources are 2.4 km^3/year (Table 2). In most parts of Botswana groundwater abstraction effectively mines a limited resource. It is estimated that over 21 000 boreholes exist in the country, but many are not used and capped. Just

TABLE 2
Water: sources and use

Renewable water resources			
Average precipitation		416	mm/yr
		241.83	10^9 m³/yr
Internal renewable water resources		2.4	10^9 m³/yr
Total actual renewable water resources		12.2	10^9 m³/yr
Dependency ratio		80.39	%
Total actual renewable water resources per inhabitant	2004	6 819	m³/yr
Total dam capacity	1995	380	10^6 m³
Water withdrawal			
Total water withdrawal	2000	194	10^6 m³/yr
- irrigation + livestock	2000	80	10^6 m³/yr
- domestic	2000	79	10^6 m³/yr
- industry	2000	35	10^6 m³/yr
• per inhabitant	2000	112	m³/yr
• as % of total actual renewable water resources	2000	1.6	%
Non-conventional sources of water			
Produced wastewater	2000	43	10^6 m³/yr
Treated wastewater	1999	8	10^6 m³/yr
Reused treated wastewater		-	10^6 m³/yr
Desalinated water produced		-	10^6 m³/yr
Reused agricultural drainage water		-	10^6 m³/yr

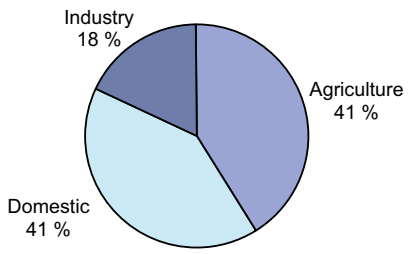
over half of the registered boreholes in the country are owned by the government, the remainder by private individuals. Although the amount of water potentially available is large, it is relatively expensive to exploit and it is saline in many places. Aquifers also have to be protected carefully from contamination, mainly caused by faecal material from septic tanks and pit latrines.

Water use

Human settlements are consuming an ever-increasing share of water in Botswana. Of the 113 million m³ of water consumed in 1992, irrigation and livestock accounted for 47 percent, domestic use 34 percent and industries 20 percent. In 2000, water withdrawals increased to 194 million m³, including 80 million m³ for irrigation, forestry, livestock and wildlife (41 percent), 79 million m³ for urban use, villages, settlements and small industry (41 percent) and 35 million m³ for mining and energy (18 percent) (Table 2 and Figure 1). By the year 2020, total water demands are expected to reach 336 million m³ annually and the domestic sector and small industry are expected to account for 52 percent of total consumption.

Groundwater supplies two-thirds of the water consumption. Rural areas depend on groundwater resources. Water from dams, rivers and other surface water sites currently contributes about one-third to national water consumption. Four large dams supply some of the urban areas with water. A pipeline of 360 km, from the dams of Letsibogo to the water plant of Mmamshia, is under construction with the aim of supplying water to the capital city of Gaborone. A pilot project using wastewater for irrigation is being developed in Glen Valley close to Gaborone.

FIGURE 1
Water withdrawal
Total: 0.194 km³ in 2000



International water issues

Most of the rivers in Botswana (the Okavango, Limpopo, Zambezi and Orange rivers) are shared with other countries.. The Okavango River Basin Water Commission (OKACOM)

was created in 1994 between Angola, Namibia and Botswana, the three countries sharing this basin; and the Zambezi Watercourse Commission was created in 2004 between the eight countries sharing the basin.

IRRIGATION AND DRAINAGE DEVELOPMENT

Evolution of irrigation development

Around 13 000 ha have been identified as suitable for irrigation on the basis of soil and water availability in the Limpopo, Okavango and Chobe river basins. However, this figure is based on major surface water resources thus ignoring the potential for small-scale irrigation from minor surface water or groundwater resources.

Irrigation in Botswana is more or less synonymous with horticulture. Some irrigation of fodder (mostly alfalfa) occurs in very small areas but generally irrigation is used for the production of vegetables (mainly tomatoes, potatoes, cabbage and leafy vegetables, green mealies, onions, water melons, butternut squash and beetroot) and citrus crops (mainly oranges) (Figure 2).

The 1 381 ha developed for full/partial control irrigation in 1992 increased to 1 439 ha in 2002, but only about 620 ha was irrigated in the dry season in 2002 (Table 3 and 4 and Figure 3). The rest of the surfaces were not irrigated owing to factors such as no water, poor marketing conditions or simply the cost of irrigating. No recent figures on irrigation technology are available, but in 1992, 15 percent of the equipped area was equipped for surface irrigation, 65 percent for sprinkler irrigation and 20 percent for localized irrigation (Figure 4).

Depending on the amount of flooding experienced, there are up to 6 500 ha of recession agriculture - *molapo* - in the Okavango and Chobe river basins, with the main areas being Chobe and Ngamiland West and East districts. Extensive low-lying areas regularly flood at two different times of the year:

- In the Chobe area this flooding begins with the start of the rainfall (runoff is constrained by flat topography and depressions with slightly heavier soils) in January-February and continues through to March-April when water is received from the Rivers Linyati (Kwando in Angola) and Chobe and also from the Zambezi (all with sources in Angola);
- In the Okavango area, further west, the flooding from the river starts in June-July. The Okavango has its source in Angola and rises in March-April but the floods are attenuated by the distance. These floods start to recede in October

FIGURE 2
Main irrigated crops in 2002

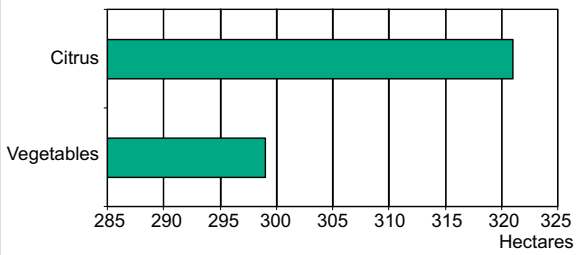


FIGURE 3
Evolution of irrigation area

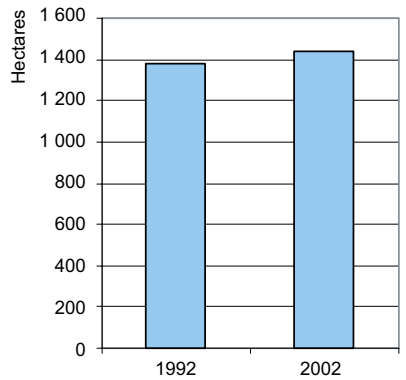
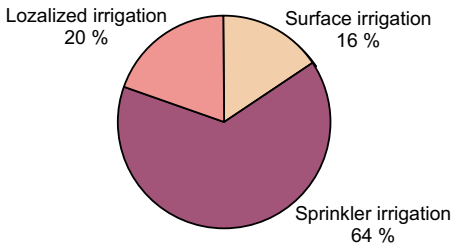


FIGURE 4
Irrigation techniques
Total: 1 381 ha in 1992



and then any residual moisture is supplemented by rainfall from November onwards.

TABLE 3
Irrigation and drainage

Irrigation potential			**13 000**	**ha**
Water management				
1. Full or partial control irrigation: equipped area		2002	1 439	ha
- surface irrigation		1992	218	ha
- sprinkler irrigation		1992	892	ha
- localized irrigation		1992	271	ha
• % of area irrigated from groundwater		1992	44.3	%
• % of area irrigated from surface water		1992	51.8	%
• % of area irrigated from mixed water		1992	3.9	%
2. Equipped lowlands (wetland, ivb, flood plains, mangroves)			-	ha
3. Spate irrigation			-	ha
Total area equipped for irrigation (1+2+3)		**2002**	**1 439**	**ha**
• as % of cultivated area		2002	0.4	%
• average increase per year over the last 10 years		2002	0.4	%
• power irrigated area as % of total area equipped			-	%
• % of total area equipped actually irrigated		2002	-	%
4. Non-equipped cultivated wetlands and inland valley bottoms			-	ha
5. Non-equipped flood recession cropping area		1992	6 500	ha
Total water-managed area (1+2+3+4+5)		**2002**	**7 939**	**ha**
• as % of cultivated area		2002	2.1	%
Full or partial control irrigation schemes	**Criteria**			
Small-scale schemes	< ha		-	ha
Medium-scale schemes			-	ha
Large-scale schemes	> ha		-	ha
Total number of households in irrigation			-	
Irrigated crops in full or partial control irrigation schemes				
Total irrigated grain production			-	tonnes
• as % of total grain production			-	%
Total harvested irrigated cropped area			-	ha
• Annual crops: total			-	ha
- vegetables		2002	299	ha
- Permanent crops: total		2002	321	ha
- orchard/citrus		2002	321	ha
Irrigated cropping intensity			-	%
Drainage - Environment				
Total drained area			-	ha
- part of the area equipped for irrigation drained			-	ha
- other drained area (non-irrigated)			-	ha
• drained area as % of cultivated area			-	%
Flood-protected areas			-	ha
Area salinized by irrigation			-	ha
Population affected by water-related diseases			-	inhabitants

TABLE 4
Irrigation inventory in the dry season (March-October) of 2002

Region	**Area developed (ha)**	**Area cultivated (ha)**			**Number of farms**
		Vegetables, field crops	**Orchard (citrus)**	**Total**	
Western	49.8	1.9	0.09	1.99	39
Central	586.5	108.0	250.7	258.7	82
Francistown	208.3	41.3	4.2	45.5	61
Gaborone	149.7	29.3	9.4	38.7	50
Southern	249.9	96.3	7.0	103.3	32
North-West	194.4	21.8	50.1	71.9	21
Total	**1 438.6**	**298.6**	**321.49**	**620.09**	**285**

Local subsistence farmers have developed a system of agriculture to utilize residual moisture according to the time of year. At the end of the flood season, areas are ploughed (using animal power) and may be bunded if further floods are possible. Bunds are usually used for protecting planted areas and not for water control. The flooding varies considerably from year to year and the farmers have developed a system to cope with these changes. Crops are planted on the ploughed areas and also on the margins of the receding flood and at other times on the banks or beds of the streams and rivers.

The main crop grown is maize for green mealies, sold in the markets of Maun and Kasane as early as December, and for grain. Other crops include water melons and pumpkins as well as vegetables, beans and similar short-season cash and food supplement crops. Cash crops tend to be grown more in locations close to the main towns of Kasane and Maun.

Role of irrigation in agricultural production, the economy and society

The Ministry of Agriculture calculates in-field costs, excluding pumping and delivery costs to the farm/scheme boundary, as follows:

- Micro-jet (6 m x 6 m spacing for citrus or similar tree crops): US$1 040/ha
- Drip irrigation (0.9 m lateral spacing for row crops): US$6 455/ha
- Drip irrigation (3.0 m lateral spacing for trees): US$2 180/ha
- Sprinkler irrigation (3 laterals per ha - hand move): US$2 745/ha
- Centre-pivot (13-ha machine): US$30 910/unit

The recent Contract Award Wastewater Reuse Project to develop 203 ha (about 180 ha net) in Gaborone at Glen Valley has a contract cost of over US$1.8 million which, with in-field works, is likely to have a development cost of over US$13 000/ha: about US$10 000/ha for land clearance, the main pumping station, provision of potable water and sewerage piping and drainage works and about US$3 000/ha for the in-field sprinkler works.

WATER MANAGEMENT, POLICIES AND LEGISLATION RELATED TO WATER USE IN AGRICULTURE

Institutions

The main institutions involved in the water management are:

- The Ministry of Minerals, Energy and Water Affairs (MMEWA) is responsible for national water policy. There are two water supply units under the Ministry, the Department of Water Affairs (DWA) and the Water Utilities Corporation (WUC), which are responsible for managing the country s water supply systems. The WUC is responsible for supplying water to all urban and mining centres. The DWA is the lead agency in water resources and provides support to the National Conservation Strategy Agency in the implementation of the National Conservation Strategy (Okavango), and is responsible for supplying water to the 17 major villages;
- In some situations, such as in the livestock and agricultural sector, water provision is the responsibility of the Ministry of Agriculture (MoA) and its Irrigation Section (IS), established in 1982 under the Department of Crop Production and Forestry within the Land Utilization Division. The MoA constructs small dams in farming areas used for livestock and assists syndicates (user groups);
- In the rural areas, the District Councils under the Ministry of Local Government, Lands and Housing (MLGLH), oversee the water supply to rural villages.

Water management and finances

Until 1993 the MoA supplied water to farmers at no charge. Farmers were responsible for operating and maintaining the dams, which mainly involved building and maintaining fencing around the dams and keeping the spillways in good repair. In 1993 the ministry changed its policy and asked farmers to contribute 15 percent of dam construction costs. The ministry also gives grants to syndicates to finance a portion of the costs of sinking boreholes for livestock watering. Syndicates operate and maintain the boreholes, but pay nothing for the water. They are required to obtain water rights from the Water Apportionment Board, which are free of charge.

The National Development Plan 8 (NDP 8) consists of the construction of 30 small agricultural dams, maintenance and rehabilitation of existing dams, assisting farmers in establishing small-scale irrigation schemes and promoting the utilization of treated effluent for irrigated crop production. In order to implement NPD 8, the government earmarked the sum of US$3.1 million for the period 1997/98 - 2002/03.

Policies and legislation

There are three main categories of land tenure: state land (25 percent), freehold land (5 percent) and tribal land (70 percent). State land consists of national parks and game reserves, forest reserves, wildlife management areas, and urban areas. Freehold land is used mainly for cattle ranching. Tribal land, which is either communal or leasehold, constitutes most of the national territory. All Batswana, irrespective of sex, are entitled to use communal land for residential, commercial or agricultural purposes. Responsibility for the allocation and supervision of tribal land, once the responsibility of traditional chiefs, now rests with local Land Boards. The land cannot be sold and generally stays within the same family indefinitely as long as it is used for the allocated purpose. The ownership of a borehole on tribal land, however, gives the owner *de jure* rights to the groundwater and *de facto* rights to the surrounding grazing land, as well as woodland and veldt products.

The National Water Supply and Sanitation Plan was written in 1999. The main objective was to estimate water demand and availability and the development potential of the water resources. Related legislation comprises the Water Act, the Water Utilities Corporation Act, the Aquatic Weeds (Control) Act and Orders, the Boreholes Act, the Waterworks Act, the Town Councils (Public Sewers) Regulations and the Mines and Minerals Act.

ENVIRONMENT AND HEALTH

Water pollution is a growing problem that affects both surface water and groundwater. Groundwater becomes polluted primarily through pit latrines and livestock excrement.

PERSPECTIVES FOR AGRICULTURAL WATER MANAGEMENT

NDP 9 for the period 2003-2009 stresses the need to be less dependent on diamonds and to diversify the agricultural production base. For the latter, under the new plan, the government has adopted the following strategies in irrigation and water development:

- Development of a gender sensitive irrigation policy;
- Establishment of two irrigation schemes using treated effluent at Lobatse and Francistown;
- Establishment of an irrigation systems testing centre;
- Construction of new dams and assistance to farmers in rehabilitating existing dams and upgrading some of them to multipurpose status;
- Continuation of the well rehabilitation programme;
- Exploration of rainwater harvesting technologies in settlements to promote backyard gardening;

- Contracting private companies to complement government efforts in the development of irrigation and water resources.

Ample scope exists for developing irrigation for high value crops, including horticultural crops, and for fodder for the dairy industry, among others. However, the irrigation sub-sector is faced with several constraints, among which the lack of an Irrigation Policy and Strategy to guide the country's irrigation development. At present FAO is assisting the country in the formulation of an Irrigation Policy and Strategy with the active participation of stakeholders.

MAIN SOURCES OF INFORMATION

African Unification Front. 2005. *The Limpopo basin.*

Arntzen J., Masike S., Kgathi L. 2000. *Water values, prices and water management in Botswana.*

FAO. 1991. *Irrigation subsector review: Prospects and constraints.* Report prepared by C. Chapman for project FAO TCP/BOT/0051, Assistance in irrigation development. Rome.

FAO. 1994. *Project findings and recommendations.* Terminal Report of UNDP/FAO project BOT/86/010, Water conservation facilities and irrigation development. Rome.

FAO. 1996. *Botswana – World food summit follow-up. Draft Strategy for National Agricultural Development. Horizon 2010.*

FAO. 1999. *Botswanian funds-in-trust. Technical assistance in irrigation development.* Botswana – Project findings and recommendations.

FAO. 2000. *National irrigation policy and strategy.* TCP/BOT/0065 (A).

FAO. 2001. *Botswana. Forestry outlook study for Africa.*

FAO. 2003a. *Botswana. National irrigation policy and strategy – Irrigation situation analysis.* Report November 2003 (second draft) by Stephens T.F. TCP/BOT/0065 (A).

FAO. 2003b. *Botswana – Strategy brief for national food security and agricultural development. Horizon 2015.*

Gieske, A., & Gould, J. (eds). 1994. *Proceedings of the integrated water resources management workshop 1994.* Kanye, Gaborone, 17-18 March 1994. Published by the Department of Environmental Science and Geology, Univ. of Botswana, Gaborone, with SIDA funding.

Hellmuth M., Sanderson W. 2001. *Afrique australe : pénurie d'eau vers 2021 ?* Le Courrier ACP-UE, Nov-Dec. 2001.

Hitchcock R.K. 2000. *The Kavango basin: a case study*.

Ministry of Mineral Resources and Water Affairs, Department of Water Affairs. 1992. *Botswana National Water Plan Study.* Prepared by SMEC/KPB/SGAB.

SADCC [Southern African Development Coordination Conference]/AIDAB [Australian International Development Assistance Bureau]. 1992. *Regional irrigation development strategy. Country report: Botswana.* Harare.

UNDP. 2005 *Environment programme: Botswana's environmental profile*.

United Nations. 2001. *Botswana : Towards national prosperity. Common country assessment of the United Nations agencies working in Botswana (vol. 1).*

World Bank. 1997. *Water pricing experiences – an international perspective.*

Burkina Faso

GÉOGRAPHIE, CLIMAT ET POPULATION

Le Burkina Faso est un pays enclavé d'Afrique de l'Ouest d'une superficie totale de 274 000 km². On dénombre au total 390 500 ha de parcs nationaux, 2 545 500 ha de réserves de faune et 880 000 ha de forêts classées. La superficie cultivable s'élève à 9 millions d'hectares, soit 33 pour cent de la superficie totale. La superficie cultivée est de 4.40 millions d'hectares, dont 4.35 millions en terres arables et 0.05 million en cultures permanentes, soit 16 pour cent de la superficie totale et 49 pour cent de la superficie cultivable (tableau 1).

Le relief est relativement plat et l'altitude moyenne (400 m) avec des extrêmes allant de 125 m au sud-est (région de Pama) à 749 m au sud-ouest (pic de Ténakourou). Les sols sont en général peu profonds, vulnérables à l'érosion hydrique et éolienne, et ce notamment en raison de la forte pression démographique et de l'intensité des cultures.

TABLEAU 1
Caractéristiques du pays et population

Superficies physiques			
Superficie du pays	2002	27 400 000	ha
Superficie cultivée (terres arables et cultures permanentes)	2002	4 400 000	ha
• en % de la superficie totale du pays	2002	16	%
• terres arables (cultures temporaires + prairies et jachères temp.)	2002	4 348 000	ha
• cultures permanentes	2002	52 000	ha
Population			
Population totale	2004	13 393 000	habitants
• dont rurale	2004	82	%
Densité de population	2004	49	habitants/km²
Population active	2004	6 235 000	habitants
• en % de la population totale	2004	47	%
• féminine	2004	48	%
• masculine	2004	52	%
Population active dans le secteur agricole	2004	5 475 000	habitants
• en % de la population active	2004	92	%
• féminine	2004	49	%
• masculine	2004	51	%
Économie et développement			
Produit intérieur brut (PIB)	2003	4 200	millions de $EU/an
• valeur ajoutée du secteur agricole (% du PIB)	2003	31	%
• PIB par habitant	2003	314	$EU/an
Indice de développement humain (plus élevé = 1)	2002	0.302	
Accès aux sources améliorées d'eau potable			
Population totale	2002	51	%
Population urbaine	2002	82	%
Population rurale	2002	44	%

Ils sont en général pauvres en éléments nutritifs. On distingue huit grands groupes de sol: i) les sols ferrugineux tropicaux peu lessivés et lessivés sur matériaux sablo–argileux ou argilo–sableux, qu'on trouve dans plus du tiers du pays; ii) les sols peu évolués d'érosion sur matériaux gravillonnaires et d'apports alluviaux, qui occupent environ le quart du pays; iii) les sols minéraux bruts d'érosion sur matériaux divers et cuirasse; iv) les sols hydromorphes minéraux à pseudogley sur matériaux à texture variée; v) les sols brunifiés sur matériaux argileux; vi) les vertisols; vii) les sols sodiques à structure dégradée; viii) les sols ferralitiques moyennement désaturés sur matériaux sablo–argileux.

Le climat est de type soudano-sahélien caractérisé par l'alternance d'une saison sèche et d'une saison des pluies dont le rythme est déterminé par le déplacement du front intertropical (FIT). Le volume des précipitations croît du nord vers le sud. Les rares averses sont généralement violentes et de forte intensité (plus de 60 mm/h), accompagnées de brusques coups de vent. La moyenne des températures varie selon les saisons entre 27°C et 30°C au sud et 22°C et 33°C au nord. Le pays est divisé en trois zones selon le climat. Ces zones recoupent les unités phytogéographiques:

- la zone soudanienne méridionale: sa pluviométrie annuelle moyenne est comprise entre 900 et 1 200 mm et étalée sur six à sept mois; elle est située au sud du parallèle 11°30'. C'est le domaine des forêts galeries le long des cours d'eau;
- la zone soudanienne septentrionale: elle a une pluviométrie annuelle moyenne comprise entre 600 et 900 mm répartie sur quatre à cinq mois, et elle se situe entre les parallèles 11°30' et 14°00'N. On y trouve des formations ligneuses plus denses, et le tapis herbacée y est plus continu. C'est la zone la plus étendue et la plus soumise à la pression anthropique;
- la zone sahélienne: elle est au nord de 14°00'N, et a une pluviométrie annuelle moyenne comprise entre 300 et 600 mm et concentrée sur trois mois. La végétation est constituée de steppes à arbrisseaux, arbustes et arbres épais ou en fourrés.

La population était estimée à 13.4 millions d'habitants (2004) et formée pour 82 pour cent de ruraux (tableau 1). La densité de population est de 49 habitants/km^2. La migration, volontaire ou encouragée par l'État, a touché 10 pour cent de la population entre 1985 et 1996. Le taux annuel de croissance démographique est estimé à 2.4 pour cent. Les approvisionnements en eau potable se sont nettement améliorés mais restent insuffisants pour couvrir les besoins des populations rurales et urbaines. En 2002, seuls 12 pour cent des burkinabés avaient accès aux services sanitaires et 51 pour cent aux sources améliorées d'eau potable (tableau 1). En 2001, 6.5 pour cent des adultes (15-49 ans) étaient atteints du VIH/SIDA. L'espérance de vie en 2002 était de 43 ans. Bien qu'en net progrès, le taux de scolarisation reste faible: 41 pour cent de taux brut de scolarisation en 1998-1999 dont environ 35 pour cent concernaient les filles. L'analphabétisme des adultes en 2001 était de 75.2 pour cent avec une grande disparité entre les hommes et les femmes.

ÉCONOMIE, AGRICULTURE ET SÉCURITÉ ALIMENTAIRE

En dépit des importants progrès économiques accomplis (le PIB s'est accru de 4 pour cent en moyenne au cours des cinq dernières années), la population burkinabé demeure extrêmement pauvre. Le produit intérieur brut (PIB) est de 314 dollars EU/habitant par an (2003). L'indice de développement humain est l'un des plus faibles du monde (IDH=0.302 en 2002). Les dépenses publiques relatives à la santé étaient de 1.4 pour cent du PIB en 1999. Les dépenses pour l'éducation en 1998 représentaient 1.5 pour cent du PIB. Pour faire face à cette pauvreté persistante, le gouvernement a mis en place depuis 1999 un cadre stratégique de lutte contre la pauvreté.

L'agriculture et l'élevage sont les principales sources de croissance de l'économie nationale et contribuent pour près de 31 pour cent au PIB et pour 60 pour cent aux

exportations. Le secteur agricole emploie 92 pour cent de la population active. Il y a environ 1.3 million d'exploitations agricoles dont 87 pour cent pratiquent une agriculture de subsistance et/ou un élevage extensif marqué par une faible productivité. La performance de l'agriculture a été irrégulière dans les années 1980 mais, avec un redressement moyen de 4 pour cent par an, et la croissance du secteur rural a été supérieure à la croissance démographique. Durant la première moitié des années 1990, la croissance a été faible (environ 2 pour cent) jusqu'à la dévaluation; par la suite elle a connu, grâce à la production de coton, un accroissement supérieur à 6 pour cent entre 1995 et 1997. La faible productivité de l'agriculture et de l'élevage exerce une forte pression sur les ressources naturelles déjà fragiles, notamment dans les zones densément peuplées du plateau central.

Le niveau de couverture des besoins nutritionnels reste encore faible, se situant à 2 300 calories en 1996 contre les 2 500 requis. Quant à la femme burkinabé, elle demeure encore victime des préjugés et des pratiques rétrogrades et ne participe pas suffisamment à la vie publique nationale.

RESSOURCES EN EAU ET UTILISATION DE L'EAU

Ressources en eau

Le réseau hydrographique est formé de nombreux cours d'eau et mares dans la partie méridionale du pays. Il se divise en trois principaux bassins:

- le bassin de la Volta qui s'étend sur 63 pour cent du territoire au centre et à l'ouest et est constitué des fleuves Mouhoun, Nakambé, Nazinon et Pendjari qui se rejoignent au Ghana;
- le bassin du Niger, qui occupe 30 pour cent du pays, draine l'est et le nord avant de se jeter dans le fleuve Niger;
- le bassin de la Comoé, qui s'étend sur 7 pour cent du pays, traverse la Côte d'Ivoire avant de se jeter dans le golfe de Guinée.

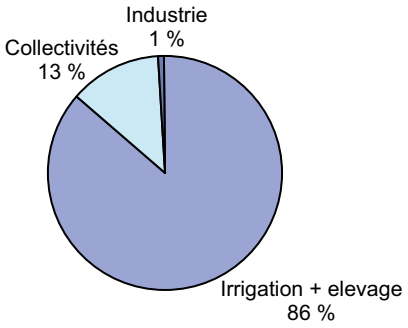
Le pays compte de nombreuses zones humides qui occupent près de 180 000 ha de plans d'eau.

La pluviométrie moyenne est de 748 mm pour l'ensemble du pays. Compte tenu de la partie commune des ressources en eau de surface et souterraine, le total des ressources en eau renouvelables internes est estimé à 12.5 km^3/an (tableau 2). Les ressources en eau

TABLEAU 2
L'eau: ressources et prélèvement

Les ressources en eau renouvelables			
Précipitations moyennes		748	mm/an
		205	10^9 m^3/an
Ressources en eau renouvelables internes		12.5	10^9 m^3/an
Ressources en eau renouvelables réelles totales		12.5	10^9 m^3/an
Indice de dépendance		0	%
Ressources en eau renouvelables réelles totales par habitant	2004	933	m^3/an
Capacité totale des barrages	2001	5 100	10^6 m^3
Prélèvements en eau			
Prélèvement total en eau	2000	800	10^6 m^3/an
- irrigation + élevage	2000	690	10^6 m^3/an
- collectivités	2000	104	10^6 m^3/an
- industrie	2000	6	10^6 m^3/an
• par habitant	2000	67	m^3/an
• en % des ressources en eau renouvelables réelles totales	2000	6.4	%
Ressources en eau non conventionnelles			
Volume d'eaux usées produit		-	10^6 m^3/an
Volume d'eaux usées traité		-	10^6 m^3/an
Réutilisation des eaux usées traitées		-	10^6 m^3/an
L'eau dessalée produite		-	10^6 m^3/an
Réutilisation des eaux de drainage		-	10^6 m^3/an

FIGURE 1
Prélèvements en eau
Total 0.800 km³ en 2000



renouvelables de surface sont évaluées à 8 km³/an. A l'exception de celles du sud-ouest du pays, toutes les rivières du Burkina Faso sont temporaires. En année sèche ce potentiel tombe à 4.3 km³/an. Le volume total des ressources en eau souterraine renouvelables est de l'ordre de 9.5 km³/an. Cependant, d'après l'état des lieux des ressources en eau, préparé par le Ministère de l'environnement et de l'eau en 2001, les fluctuations observées au niveau des aquifères depuis 20 ans permettent de conclure qu'il n'existe pratiquement pas de ressources en eau souterraine renouvelables au Burkina Faso.

Utilisation de l'eau

Les prélèvements d'eau totaux s'élevaient en 2000 à 690 millions de m³ pour l'irrigation et l'élevage (86 pour cent du total), 104 millions pour les usages domestiques (13 pour cent) et 6 millions pour l'industrie (1 pour cent) (tableau 2 et figure 1).

Eaux internationales: enjeux

Dans le cadre de la gestion des bassins versants du Niger et de la Volta, le Burkina Faso a établi des accords avec les pays partageant ces bassins. En effet ses principaux cours d'eau (Nakambé, Mouhoun, Comoé et affluents du Niger) arrosent aussi les pays limitrophes. Le Burkina Faso est membre de l'Association du bassin du Niger (ABN) qui vise à promouvoir la coopération entre les pays membres dans tous les domaines où l'eau est présente, et participe au projet de gestion intégrée du bassin de la Volta.

DÉVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION ET DU DRAINAGE

Évolution du développement de l'irrigation

L'irrigation (maîtrise totale ou partielle) n'occupe que 0.6 pour cent des superficies cultivées, et 15 pour cent du potentiel irrigable estimé à 165 000 ha. La superficie totale avec contrôle de l'eau en 2001 était de 46 400 ha, alors qu'elle était de 45 730 ha en 1992 (tableau 3). La répartition selon le mode de gestion de l'eau, la taille du périmètre, et l'origine de l'eau pour l'irrigation est présentée au tableau 4.

On a recensé 6 400 ha de bas-fonds équipés. Les bas-fonds simples représentent une superficie de 21 400 ha et l'on y pratique la «riziculture traditionnelle». En 1998, les zones équipées en sites antiérosifs représentaient environ 86 000 ha. Il s'agit principalement de terrains sur lesquels sont construites des terrasses en pierres ou des diguettes suivant les courbes de niveau pour améliorer la conservation de l'eau dans le sol.

Le riz occupe plus de 50 pour cent des superficies avec maîtrise totale et partielle de l'eau. Les intensités culturales varient en fonction du niveau de maîtrise d'eau et du type de gestion des périmètres:

- 170 pour cent (maximum 200 pour cent) pour les superficies équipées avec maîtrise totale de l'eau;
- 150 pour cent pour les aménagements en aval des barrages où l'eau est généralement disponible en contre-saison;
- 100 pour cent dans les bas-fonds améliorés (ils sont trop secs durant la deuxième saison);
- 50 pour cent dans les bas-fonds simples.

L'aspersion est utilisée dans les grands périmètres: rampe frontale pour la canne à sucre de la Société sucrière de la Comoé (SOSUCO) et pivots pour l'AMVS (figure 2).

TABLEAU 3
Irrigation et drainage

Potentiel d'irrigation		**165 000**	**ha**
Contrôle de l'eau			
1. Irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée	2001	18 600	ha
- irrigation de surface	2001	14 700	ha
- irrigation par aspersion	1995	3 900	ha
- irrigation localisée		-	ha
• partie irriguée à partir des eaux souterraines		-	%
• partie irriguée à partir des eaux de surface		-	%
2. Zones basses équipées (marais, bas-fonds, plaines, mangroves)	1998	6 400	ha
3. Irrigation par épandage de crues		-	ha
Superficie totale équipée pour l'irrigation (1+2+3)	**2001**	**25 000**	**ha**
• en % de la superficie cultivée	2001	0.6	%
• augmentation moyenne par an sur les 9 dernières années	1992-2001	0.3	%
• superficie irriguée par pompage en % de la superficie équipée	2001	8.3	%
• partie de la superficie équipée réellement irriguée		-	%
4. Marais et bas-fonds cultivés non équipés	1992	21 400	ha
5. Superficie en cultures de décrue non équipée		-	ha
Superficie totale avec contrôle de l'eau (1+2+3+4+5)	**2001**	**46 400**	**ha**
• en % de la superficie cultivée	2001	1.1	%
Périmètres en maîtrise totale/partielle **Critère**			
Périmètres d'irrigation de petite taille < 1 000 ha	2001	8 215	ha
Périmètres d'irrigation de taille moyenne	2001	0	ha
Périmètres d'irrigation de grande taille > 1 000 ha	2001	10 385	ha
Nombre total de ménages en irrigation		-	
Cultures irriguées dans les périmètres en maîtrise totale/partielle			
Production totale de céréales irriguées		-	tonnes
• en % de la production totale de céréales		-	%
Superficie totale en cultures irriguées récoltées		-	ha
• Cultures annuelles/temporaires: superficie totale		-	ha
- riz	2002	9 470	ha
- maïs	2002	566	ha
- autres céréales (niébé)	2002	111	ha
- légumes	1997	4 045	ha
- canne à sucre	1997	3 900	ha
- pommes de terre	1997	61	ha
- tabac	1997	60	ha
- autres cultures annuelles	1997	20	ha
• Cultures permanentes: superficie totale		-	ha
Intensité culturale des cultures irriguées		-	%
Drainage - Environnement			
Superficie totale drainée		-	ha
- partie de la superficie équipée pour l'irrigation drainée		-	ha
- autres surfaces drainées (non irriguées)		-	ha
• superficie drainée en % de la superficie cultivée		-	%
Superficie protégée contre les inondations		-	ha
Superficie salinisée par l'irrigation		-	ha
Population touchée par les maladies hydriques liées à l'eau	2001	655 000	habitants

Les périmètres irrigués sont classés en cinq types selon le mode de gestion et d'encadrement, le niveau de maîtrise de l'eau, et les cultures (figure 3):

- **Type 1**: Périmètres de grande taille avec maîtrise totale de l'eau à production vivrière, dotés d'une gestion et d'un système d'encadrement propres. La production est essentiellement rizicole mais on cultive aussi le blé, le maïs, le soja et les fruitiers. La taille des parcelles varie entre 0.5 et 1 ha.
- **Type 2**: Périmètres fruitiers ou maraîchers (essentiellement cultures de rente: pommes de terre, haricots verts, limes). L'irrigation se fait par pompage et le

TABLEAU 4
La typologie des superficies avec contrôle de l'eau en 2001 (maîtrise totale/partielle)

Typologie des périmètres	Origine de l'eau d'irrigation	Principales cultures	Mode de gestion	Superficie (ha)	Pourcentage
Grands périmètres					
Sucrier	Aspersion	Canne à sucre	Administration	3 900	
AMVS[1], DI, G-L	Pompage, gravitaire	Riz, maïs, maraîchage	Administration	3 200	
Bagre	Barrage	Riz, maïs	Administration	1 885	
Kou	Dérivation	Riz, maïs, maraîchage	Administration	1 400	
Sous-total				**10 385**	**22.5**
Petits/moyens périmètres					
Banzon	Dérivation	Riz, maïs, maraîchage	Administration	585	
Karfiguéla	Barrage de 55×10^6 m^3	Riz, maïs, maraîchage	Administration	375	
Douna	Barrage	Riz, maïs, maraîchage	Administration	450	
Petits périmètres à l'aval de barrage (ONBAH[2])	Barrage Puits/Périphérie grands péri≠mètres amont barrages	Riz, maïs, sorgho, maraîchage	Privé	2 805	
Sous-total				**4 215**	**9**
Irrigation privée		**Maraîchage/ fruitiers**	**Privé**	**4 000**	**8.5**
Bas-fonds					
Bas-fonds améliorés (isohyète > 1 000 mm)	Crues et eaux de ruissellement	Riz	Administration + groupement ou ONG	6 400	14
Bas-fonds simples (isohyète < 1 000 mm)	Crues et eaux de ruissellement	Riz	Communautés villageoises	21400	46
Sous-total				**27 800**	**60**
TOTAL				**46400**	**100**

[1]AMVS : Autorité pour la mise en valeur de la vallée de Sourou.
[2]ONBAH : Office national des barrages et des aménagements hydro-agricoles

réseau est de type californien ou gravitaire. Les parcelles sont de petite taille (0.25 ha).

- **Type 3**: Périmètres de taille modeste (50 ha en moyenne) situés essentiellement en aval des barrages. L'irrigation y est gravitaire. Les exploitations sont familiales (0.10-0.25 ha). Ce type est de loin le plus répandu notamment dans le plateau central.
- **Type 4**: Périmètres situés dans les plaines hydromorphes ou les bas-fonds. La maîtrise de l'eau est partielle (submersion contrôlée). Les parcelles sont de petite taille (0.1-0.5 ha)
- **Type 5**: Irrigation informelle ou privée. Ces périmètres sont généralement situés près des retenues d'eau ou dans les zones où la nappe phréatique est peu profonde. L'exhaure est manuelle ou réalisée parfois à l'aide de petites pompes, à partir des puits ou puisards.

Rôle de l'irrigation dans la production agricole, l'économie et la société

L'irrigation a permis de renforcer la sécurité alimentaire grâce à la culture de céréales telles que le riz et le maïs. La production irriguée de riz est de l'ordre de 20 000 tonnes par an, représente 40 pour cent de la production totale de riz, et couvre 14 pour cent des besoins nationaux. Le riz irrigué occupait 9 470 ha en 2002 (tableau 3 et figure 4). L'irrigation emploie environ 350 000 personnes pour l'ensemble des périmètres irrigués (y compris les emplois agricoles indirects et dans le secteur des services). Le développement des activités en amont et en aval de la production irriguée, notamment la transformation des

fruits, des céréales et des légumes, a favorisé la création d'unités agroindustrielles. Des dizaines de milliers de femmes commercialisent les produits maraîchers.

En 2001, le coût moyen d'investissement par hectare (hors étude et gestion) s'élevait à:

- Pompage: 16 400 dollars EU
- Fil de l'eau (petits ouvrages de diversion des eaux): 13 400 dollars EU
- Barrage et périmètre: 24 500 dollars EU
- Périmètre (hors coût du barrage): 11 300 dollars EU
- Bas-fonds amélioré: 2 300 dollars EU.

La centralisation de la planification, de la conception et de la gestion des projets joue un rôle significatif dans le coût d'aménagement. L'ONBAH, qui s'est occupé de la réalisation de nombreux barrages et aménagements hydro-agricoles au Burkina Faso, a estimé les coûts d'entretien des périmètres entre 5 et 10 pour cent de leur amortissement annuel.

Les marges par hectare sont de 242 dollars EU pour le riz, 1 015 dollars EU pour le haricot vert, 1 892 dollars EU pour la pomme de terre, 483 dollars EU pour la tomate, 1 288 dollars EU pour les oignons, et 966 dollars EU pour la banane. Alors que la production céréalière donne un revenu inférieur au salaire minimum garanti (SMIG), les spéculations maraîchères apportent aux producteurs des revenus de cadres moyens.

FIGURE 2
Techniques d'irrigation
Total: 18 600 ha en 2001

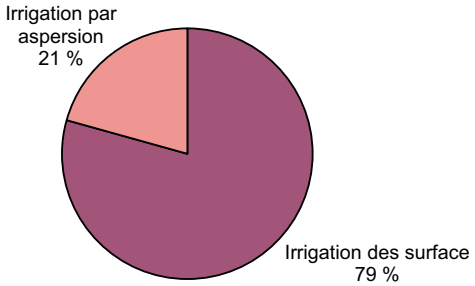


FIGURE 3
Typologie des périmètres irrigués en maîtrise totale/partielle
Total: 18 600 ha en 2001

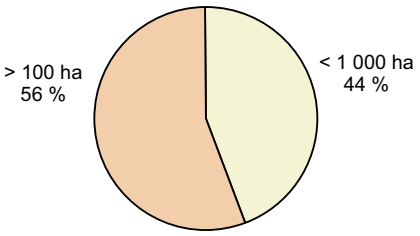
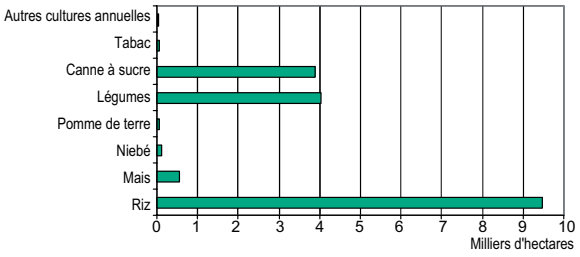


FIGURE 4
Principales cultures irriguées en 2002



GESTION DE L'EAU, POLITIQUES ET DISPOSITIONS LÉGISLATIVES RÉGISSANT L'UTILISATION D'EAU EN AGRICULTURE

Institutions

Le secteur de l'eau a été rattaché au Ministère de l'agriculture, de l'hydraulique et des ressources halieutiques depuis juillet 2002. Avant cette date, il relevait du Ministère de l'environnement et de l'eau. L'eau prélevée pour des usages autres que l'agriculture est gérée par l'entremise du Conseil national de l'eau. Mais le Ministère de l'agriculture reste le garant de la gestion intégrée des ressources en eau de l'ensemble du pays.

La gestion de l'eau relève de trois ministères:

- le Ministère de l'agriculture de l'hydraulique et des ressources halieutiques et six services qui lui sont rattachés:
  - i) Direction générale de l'hydraulique agricole (DGHA)
  - ii) Autorité de la mise en valeur du Sourou (AMVS)
  - iii) Maîtrise d'ouvrage de Bagré (MOB)
  - iv) Fonds de l'eau et de l'équipement rural (FEER)
  - v) Office national des barrages et aménagements hydro-agricoles (ONBAH)

vi) Programme de gestion intégrée des ressources en eau (GIRE), financé par le Danemark par le biais de son agence de coopération DANIDA
- le Ministère des ressources animales
- le Ministère de l'environnement et du cadre de vie.

La Direction générale de l'hydraulique agricole est chargée d'élaborer et de surveiller l'application de la législation en matière d'hydraulique agricole. Une sous–direction pour la promotion de la petite irrigation villageoise installe des pompes à pédales à faible coût dans les bas-fonds. L'AMVS et la MOB aménagent les terres, puis gèrent les infrastructures et les redevances sur leur territoire d'intervention respectif. Le FEER gère des fonds extérieurs destinés à de petits aménagements. Enfin le GIRE étudie la mise en place du nouveau cadre de gestion des ressources en eau.

Ces institutions sont appuyées par:
- le Conseil national pour l'environnement et le développement durable (CONEDD) chargé des questions liées à l'environnement;
- les associations des professionnels de l'irrigation (APIPAC);
- le Comité national de l'irrigation et du drainage (CNID) regroupant les cadres de l'irrigation;
- l'Institut national de l'environnement et des recherches agricoles (INERA) chargé de la recherche agronomique;
- le Comité Inter–États de lutte contre la sécheresse dans le Sahel (CILSS).

Gestion de l'eau

La plupart des périmètres ont été conçus suivant le modèle du paysannat avec irrigation au tour d'eau. La DGHA tente de promouvoir l'organisation d'associations des usagers des eaux de surface et la gestion participative de l'irrigation par le truchement des organisations de producteurs et des collectivités locales décentralisées. Le GIRE s'occupe de la gestion de l'eau au travers des agences de l'eau qui seront installées dans les quatre bassins versants nationaux. La gestion des ressources en eau présente des lacunes importantes:
- l'absence d'une gestion concertée des ressources en eau dans les bassins versants et les unités aquifères, qui donne lieu à des interventions désordonnées dans le secteur et au risque de saturation en ouvrages de certains bassins versants;
- l'absence de documents reconnus par tous les acteurs permettant d'orienter les décisions en matière de gestion des eaux au niveau des grands cours d'eau et des grands bassins et sous–bassins.

Financement

Les diverses sources de financement de l'irrigation devraient consister dans:
- la taxe de prélèvement de l'eau destinée à alimenter le Fonds national de l'eau (FNE) mais qui n'est pas appliquée à cause des difficultés de fixation de son montant, du mode de recouvrement et de la gestion du fonds;
- la taxe relative à la pollution qui n'est pas encore fixée;
- la redevance hydro-agricole servant à financer la gestion de l'eau et des infrastructures hydrauliques sur les périmètres irrigués. Elle est recouvrée et gérée directement par les exploitants;
- la taxe d'assainissement qui alimente le Fonds d'assainissement (FONAS).

De 1993 à 1998, le taux de recouvrement des redevances a varié entre 40 pour cent à 94 pour cent sur sept sites d'une superficie moyenne de 20 ha dans l'ouest du Burkina. Les taux de recouvrement des redevances y sont plus élevés que sur les grands périmètres de l'État (30 pour cent en moyenne). Ce meilleur recouvrement s'explique par la contribution obligatoire de l'irrigant au fonds de roulement du périmètre avant son adhésion, le calcul de la redevance et la négociation de ce taux avec les paysans, et l'imposition de sanctions à l'encontre des producteurs en retard sur leurs paiements.

Certains bailleurs de fonds auxquels le pays est obligé de recourir se demandent s'il est justifié de développer l'agriculture irriguée lorsque la rentabilité interne des projets n'est pas toujours assurée. Hormis les grands aménagements comme le Sourou ou Bagré, les bailleurs de fonds ont abandonné le secteur des petits barrages et leur aval.

Politiques et dispositions législatives

Le rapport final du séminaire national sur la politique de l'eau de 1976 présente, pour la première fois, une politique de développement de l'irrigation. Les objectifs qu'il assigne à l'hydraulique agricole demeurent encore valables aujourd'hui: contribuer à la sécurité alimentaire, améliorer le revenu et les conditions de vie des populations rurales, améliorer la balance commerciale, protéger et restaurer l'environnement, et limiter la migration vers les régions côtières et l'exode rural. En mai 1992, la Lettre de politique de développement agricole (LPDA) a fondamentalement modifié les orientations stratégiques du secteur agricole et de l'hydraulique agricole, considérée comme un sous-secteur d'appui à la production agricole. Elle vise au désengagement de l'État, à l'intensification de la production et à l'amélioration de la gestion des ressources naturelles. En août 1993, a été publiée une note sur la politique d'hydraulique agricole qui comprenait un diagnostic général de la situation actuelle, détaillé par type d'aménagement, les mesures et les orientations nouvelles imposées par ladite situation, et un programme d'investissements présenté par groupe d'aménagements similaires. Finalement, la politique nationale de l'eau adoptée par le gouvernement du Burkina Faso en juillet 1998 vise à contribuer au développement durable en apportant des solutions appropriées aux problèmes liés à l'eau, afin que celle-ci ne devienne pas un facteur limitant du développement socio-économique.

La gestion des ressources hydriques fait aussi appel aux textes suivants:

- La loi N° 23-94 du 19 mai 1994 du code de la santé publique (article 12) évoque les normes de potabilité réglementaires et les règlements sanitaires auxquels toute distribution d'eau doit être soumise.
- La loi N° 014/96/ADP du 23 mai 1996 sur la réorganisation agraire et foncière (RAF) et son décret d'application N° 97-054/PRES/PM/MEF du 6 février 1997 fixent les compétences de l'État et les dispositions législatives de la gestion de la ressource en eau.
- La loi N° 005/97/ADP du 30 janvier 1997 du Code de l'environnement: les articles 48 et 50 réglementent les activités susceptibles de dégrader la qualité des eaux de surface ou souterraines et des sols.
- La loi N° 006/97/ADP du 31 janvier 1997 du Code forestier (titre 4) définit les mesures de protection des eaux.
- Le décret N° 97-598/PRES/PM/MEE/AGRI porte sur l'adoption d'un cahier des charges pour la gestion des aménagements hydro-agricoles.
- La loi N° 023/97/II/AN du 22 octobre 1997 du code minier (article 70) exige une étude d'impact environnemental accompagnée d'un programme de préservation et de gestion de l'environnement avant d'entreprendre tout travail.
- La loi N° 040/98/AN du 3 août 1998 sur la décentralisation et les lois N° 041 et N° 042/98/AN du 6 août 1998 sur l'organisation du territoire burkinabé et des collectivités locales devront gérer les infrastructures hydrauliques.
- Les arrêtés conjoints N° 98-032/MEE/MA/MEF/MATS et 98-033/MEE/MA/MEF/MATS portent sur la vallée du Sourou, la haute vallée du Mouhoun, et les aménagements hydro-agricoles de Bagré.
- La loi N° 002-2001/AN du 8 février 2001 d'orientation de la gestion de l'eau donne les nouvelles orientations de la politique nationale de l'eau visant une gestion intégrée des ressources.
- Le décret N° 2002-317/PRES/PM/MAHRH du 17 juillet 2002 organise le Ministère de l'agriculture, de l'hydraulique et des ressources halieutiques.

TABLEAU 5
Maladies liées à l'eau en 2001 (Source: Ministère de la santé, 2001)

Maladies	Cas d'hospitalisation	Cas de consultation
Choléra	493	429
Diarrhées (fébriles et autres)	7 043	121 829
Paludisme (simple et grave)	40 298	520 241
Schistosomiases	4	8 811
Dysenterie amibienne	174	-
Fièvres typhoïdes et paratyphoïdes	830	3 703
Ver de Guinée	1 031	-
TOTAL	**49 873**	**655 013**

ENVIRONNEMENT ET SANTÉ

Qualité des eaux

Les eaux de surface du Burkina Faso contiennent en général peu de matières dissoutes. Les contaminations bactériologiques des eaux sont liées notamment à l'élevage et à la présence d'habitations à proximité des points d'eau.

De même que les eaux souterraines, elles paraissent en général d'assez bonne qualité. Des concentrations élevées en nitrates (plus de 100mg/l) et en chlorures sont présentes dans les régions de Mouhoun et Sourou. Dans certaines zones du sud-est, la salinité paraît élevée vis-à-vis des normes de l'OMS.

Impact de la gestion de l'eau en agriculture sur l'environnement

Les barrages et les aménagements hydro-agricoles, comme les milieux naturels aquatiques, constituent des pôles d'attraction pour la population et favorisent ainsi le développement d'agents pathogènes dont le cycle de reproduction dépend de la proximité de l'être humain des sources d'eau (tableau 5).

Un des problèmes importants pour les relations eau - environnement est l'absence d'une politique de l'eau efficace susceptible de faire appliquer les dispositions prévues par la loi sur l'eau N° 002-2001/AN.

PERSPECTIVES POUR LA GESTION DE L'EAU EN AGRICULTURE

Avec l'adoption de textes relatifs à l'exploitation des périmètres du type agroindustriel, le pays s'oriente vers le désengagement de l'État du domaine de l'irrigation. Le futur plan d'action de la gestion intégrée des ressources en eau au Burkina Faso prévoit quatre agences de bassin: Mouhoun, Niger, Comoe et Nakambe.

En supposant une superficie moyenne de 750 ha par an aménagée en maîtrise totale et de 1 200 ha de bas-fonds à partir de 2000, en 2025 seront aménagés 18 750 ha en maîtrise totale et 30 000 ha de bas-fonds. La contribution de l'irrigation à la production agricole à l'horizon 2025 pourrait avoir un résultat très important: tripler la production nationale du riz paddy et accroître de 20 pour cent la production céréalière. L'irrigation pourrait combler les déficits de la production pluviale et freiner les importations de riz qui représentent une grande sortie de devises.

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

DGHA. 2002. *Étude d'un programme de développement de la petite irrigation villageoise.*

Direction de la promotion de la petite irrigation. 2003. *Rapport d'activités campagne pilote de la petite irrigation villageoise 2001-2002.*

FAO. 1987. Projet BKF/86/012. *Aménagements hydro-agricoles*: rapport sectoriel préparé par A. Chiguer. Mission de programmation du 4ème cycle PNUD en matière de développement rural (1987-1991). Ouagadougou.

FAO. 1989. Burkina Faso: *Irrigation sector review desk study.* FAO/World bank Cooperative Programme. Report No. 28/89 CP-BKF 22 SR. Rome.

FAO. 1993. *Note de politique d'hydraulique agricole.* Préparé pour le Ministère de l'eau et le Ministère de l'agriculture et des ressources animales, avec l'assistance de FAO dans le cadre du projet TCP/BKF/1353. Ougadougou.

Hibraïm, A. 1993. *L'irrigation au Burkina Faso: Historique, situation, perspectives.* Contribution au séminaire-atelier: Quel environnement pour le développement de l'irrigation au Burkina Faso? Ouagadougou, 1-3 février 1993. Ministère de l'eau, Ougadougou.

Ministère de l'agriculture - CILSS. 2000. *Processus de réflexion, concertation et propositions sur la maîtrise de l'eau pour une agriculture durable au Burkina Faso.*

Ministère de l'agriculture, de l'hydraulique et des ressources halieutiques. 2003. *Résultats de l'enquête permanente agricole campagne 2001-2002.*

Ministère de l'agriculture de l'hydraulique et des ressources halieutiques. 2003. *Stratégie nationale de développement durable de l'irrigation au Burkina Faso.*

Ministère de l'eau et Ministère de la coopération des Pays-Bas. 1989. *Étude du bilan d'eau au Burkina Faso.* Rapport intermédiaire de la deuxième phase 1987-90. Tome II: Inventaire des ressources en eau. Ougadougou.

Ministère de l'eau et Ministère de la coopération des Pays-Bas. 1991. *Étude du bilan d'eau au Burkina Faso. Étude du schéma directeur d'approvisionnement en eau potable du Burkina Faso (1990-2005).* Version définitive. Tome I: Rapport national. Ougadougou.

Ministère de l'économie et des finances. 2000. *Cadre stratégique de lutte contre la pauvreté.*

Ministère de l'économie et des finances. 2000. *Recensement général de la population et de l'habitation 10-20 décembre 1996-fichier des villages BF-DD.*

Ministère de l'environnement et de l'eau. 2001. *État des lieux des ressources en eau et leur cadre de gestion.*

Ministère de l'environnement et de l'eau. 1998. *Politique et stratégies en matière d'eau.*

Ministère de la santé. 2001. *Annuaire statistique de la santé.*

Burundi

GÉOGRAPHIE, CLIMAT ET POPULATION

Le Burundi, pays totalement enclavé, se trouve entre 2°45' et 4°28' de latitude sud, et 28°50' et 30°50' de longitude est. Il partage ses frontières avec le Rwanda au nord, la République-Unie de Tanzanie à l'est et au sud, et la République démocratique du Congo à l'ouest, où se trouve aussi le lac Tanganyika. Il occupe une superficie de 27 834 km². En 2002, la superficie cultivée s'élevait à 1 351 000 ha, dont 986 000 ha de terres arables et 365 000 ha de cultures permanentes (tableau 1)

Du point de vue morphologique, le pays regroupe la plupart des reliefs de l'Afrique orientale. L'Imbo, plaine d'effondrement comblée de sédiments, s'étale au nord du lac Tanganyika. Les montagnes de la crête Congo-Nil bordent le fossé du Tanganyika à l'est de celui-ci, tandis qu'une multitude de collines dissèquent le versant nilotique de la crête. Quant aux hautes terres du centre et de l'est du pays, coupées de larges vallées,

TABLEAU 1
Caractéristiques du pays et population

Superficies physiques			
Superficie du pays	2002	2 783 400	ha
Superficie cultivée (terres arables et cultures permanentes)	2002	1 351 000	ha
• en % de la superficie totale du pays	2002	49	%
• terres arables (cultures temporaires + prairies et jachères temp.)	2002	986 000	ha
• cultures permanentes	2002	365 000	ha
Population			
Population totale	2004	7 068 000	habitants
• dont rurale	2004	90	%
Densité de population	2004	254	habitants/km²
Population active	2004	3 739 000	habitants
• en % de la population totale	2004	53	%
• féminine	2004	49	%
• masculine	2004	51	%
Population active dans le secteur agricole	2004	3 355 000	habitants
• en % de la population active	2004	90	%
• féminine	2004	53	%
• masculine	2004	47	%
Économie et développement			
Produit intérieur brut (PIB)	2003	669	millions de $EU/an
• valeur ajoutée du secteur agricole (% du PIB)	2003	49	%
• PIB par personne	2003	95	$EU/an
Indice de développement humain (plus élevé = 1)	2002	0.339	
Accès aux sources améliorées d'eau potable			
Population totale	2002	79	%
Population urbaine	2002	90	%
Population rurale	2002	78	%

elles s'abaissent par paliers de l'ouest vers l'est. Les types de sol les plus importants sont les kaolisols (les sols dominants), les sols récents tropicaux, les sols bruns tropicaux, les terres noires tropicales, les sols récents texturaux, les sols minéraux bruts et les sols organiques.

La répartition des pluies dans l'année est caractérisée par l'alternance saison sèche - saison des pluies. Les pluies tombent de septembre jusqu'en avril. Tous ces mois reçoivent des précipitations dont l'intensité est plus ou moins grande. Le maximum est atteint au mois d'avril. De mi-décembre à mi-février, les pluies diminuent ou elles s'arrêtent parfois pendant quelques semaines. En général, les pluies tarissent en mai et c'est le début de la saison sèche.

Le paysage du pays est varié, aux altitudes comprises entre 775 m et 2 670 m, ce qui permet de distinguer onze régions naturelles aux caractéristiques climatiques, pédologiques et hydrographiques différentes. Ces régions naturelles sont regroupées dans les cinq zones climatiques suivantes:

- la zone de l'ouest du pays le long du lac Tanganyika: elle est formé de plaines de basse altitude (774-1 000 m) avec un climat tropical chaud (23°C de température moyenne), une faible pluviosité (800-1 000 mm/an) et une saison sèche de cinq à six mois. Elle occupe 7 pour cent du territoire;
- les escarpements occidentaux: ils sont constitués par le versant occidental de la zone la plus montagneuse, avec des altitudes allant de 1 000 à 2 000 m. Les précipitations annuelles sont comprises entre 1 100 et 1 800 mm et les températures varient entre 23°C et 17°C en fonction de l'altitude. Cette zone occupe 10 pour cent du territoire;
- la zone des plateaux centraux: l'altitude est comprise entre 1 500 et 2 000 m, tandis que les précipitations moyennes annuelles varient entre 1 150 et 1 500 mm. Le climat est de type tropical à courte saison sèche de quatre mois (juin-septembre). Les températures sont fraîches, les moyennes se situant entre 16 et 18°C. Cette zone couvre 44 pour cent du territoire national;
- La crête du Congo-Nil: l'altitude va de 2 000 à 2 670 m et la zone est caractérisée par des précipitations annuelles comprises entre 1 500 et 2 000 mm, et par un climat de montagne à tendance équatoriale avec des températures moyennes annuelles de 12 à 16°C. Sur les plus hauts sommets la température baisse. La saison sèche s'étale sur trois mois, de juin à août, tandis que la saison des pluies se caractérise par des pluies quasi quotidiennes, particulièrement abondantes aux mois d'avril et de novembre. C'est la zone la plus arrosée du pays. C'est là que se trouve le parc national de la «Kibira», forêt naturelle et véritable château d'eau d'où prennent leur source de nombreux cours d'eau; l'évaporation n'y est pas très importante car le taux d'humidité de l'air reste élevé. La zone occupe 15 pour cent du pays;
- la dépression de l'est et du nord-est: l'altitude est comprise entre 1 320 et 1 500 m et des températures élevées, mais surtout une sécheresse plus marquée, caractérisent cette zone. Les températures moyennes annuelles avoisinent 20°C. La pluviométrie annuelle dépasse rarement 1 100 mm, pouvant descendre aux environs de 600 mm. L'humidité atmosphérique n'est jamais très élevée, la moyenne annuelle s'établissant entre 65 et 70 pour cent. Le nombre de mois secs varie entre cinq et huit mois consécutifs auxquels s'ajoute le mois de février. Cette zone recouvre 24 pour cent du territoire du pays.

En 2004, la population était estimée à plus de sept millions d'habitants, dont 46 pour cent étaient constitués par des jeunes de moins de 15 ans. Sa densité démographique, une des plus fortes d'Afrique, est de l'ordre de 254 habitants/km^2 avec des zones où elle atteint 400-500 habitants/km^2. Le taux de croissance annuel était estimé en 2000 à environ 3 pour cent. Près de 90 pour cent de la population vivent en milieu rural et dépendent de l'agriculture et de l'élevage. Ce secteur est dominé par les cultures

vivrières. La taille moyenne de l'exploitation familiale est estimée à 0.7 ha et elle se réduit à 0.4 ha dans les régions de fortes densités.

Dans les 11 dernières années, la pauvreté et la vulnérabilité ont augmenté aussi bien dans les villes que dans les campagnes. Le pourcentage de personnes vivant en dessous du seuil de pauvreté monétaire est passé, au niveau national, de 35 à 58 pour cent en moyenne. La paupérisation a été plus rapide en milieu urbain que dans les campagnes.

ÉCONOMIE, AGRICULTURE ET SÉCURITÉ ALIMENTAIRE

Le secteur agricole occupe 90 pour cent de la population active, contribue pour 49 pour cent au produit intérieur brut (PIB) et lui sont imputables plus de 80 pour cent des recettes nationales en devises. L'agriculture burundaise est relativement traditionnelle. Sur le plan économique, la situation est préoccupante. Avec la crise sociopolitique de 1993 (assassinat du Président de la république et massacres interethniques qui s'ensuivirent), une grande partie des structures de production a été détruite, la production du secteur agricole a chuté de 15 pour cent, le PIB a régressé de 20 pour cent sur la période 1993-1998, le taux d'investissement est tombé à 6.4 pour cent du PIB alors qu'il atteignait 17 pour cent avant la crise, et la situation des finances publiques s'est fortement détériorée.

Dans les années 1980 et au début des années 1990, la malnutrition a pris une grande ampleur dans les régions rurales du pays: la sécurité alimentaire des ménages, compromise par la diminution des terres cultivées et des pratiques culturales inadéquates, a été aggravée par des habitudes alimentaires impropres.

L'analyse de la sécurité alimentaire, ces 11 dernières années, laisse apparaître un déficit énergétique d'environ 80 pour cent, la couverture insuffisante des besoins en protéines (essentiellement d'origine végétale) et des carences lipidiques. Ce déséquilibre du régime alimentaire engendre au sein de la population une malnutrition et des déficits alimentaires, ainsi qu'une situation sanitaire précaire caractérisée par la recrudescence des affections endémiques telles que le paludisme, les maladies respiratoires, des épidémies périodiques de choléra, de dysenterie bacillaire et de méningite, et une plus grande vulnérabilité des personnes atteintes du VIH/SIDA. Il est estimé aujourd'hui que 11.3 pour cent de la population adulte est infectée par ce virus ce qui a des conséquences néfastes sur la production.

L'offre alimentaire est relativement instable avec des périodes d'abondance alternant avec des pénuries. Cette instabilité est le résultat à la fois de l'uniformité des systèmes de culture, de l'insuffisance des moyens techniques et matériels de conservation et de transformation, et de la faible circulation des biens alimentaires. Pendant les dix dernières années, l'augmentation de la production vivrière a été lente et n'a pas été de pair avec le taux de croissance démographique qui est élevé (tableau 2). L'accès aux aliments est assuré en milieu rural par l'autoconsommation des productions vivrières et le recours, en période de soudure et de mauvaise récolte due aux aléas climatiques, à des achats de proximité dans les marchés ruraux. Les ressources financières limitées provenant des cultures de rente ne permettent pas toujours de subvenir aux besoins (éducation, santé, habillement) et de satisfaire par la voie commerciale les besoins

TABLEAU 2
Evolution de la production vivrière (en milliers de tonnes)

Année	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Céréales	292	295	293	300	306	300	213	290	273	297	314	266	251	274
Légumineuses	360	357	366	375	383	374	292	345	324	298	291	262	224	282
Tubercules et racines	1 403	1 400	1 411	1448	1 485	1 449	1 155	1 403	1 364	1 296	1 501	1 497	1 481	1 613
Bananes	1 209	1 524	1 547	1586	1 626	1 585	1 305	1 564	1 544	1 527	1 573	1 526	1 516	1 549

alimentaires. En milieu urbain, l'emploi formel est en régression. L'inflation et le blocage des salaires font que le pouvoir d'achat des travailleurs s'est beaucoup érodé, limitant l'accès aux aliments et accroissant l'insécurité alimentaire.

La production moyenne par habitant est estimée à environ 600 kg/an (toutes catégories confondues) et elle est orientée vers une logique d'autosuffisance alimentaire qui ne permet pas la constitution d'un excédent commercialisable. Les cultures sont en général associées pour minimiser les risques, et les rendements sont très bas suite à la dégradation des sols et à une faible utilisation des intrants agricoles. Ces rendements varient d'une région à une autre. La baisse de fertilité des sols et les problèmes phytosanitaires des légumineuses ont incité les agriculteurs à remplacer ces dernières par des tubercules d'une faible valeur nutritive, surtout protéique, ce qui porte préjudice à l'équilibre nutritionnel et protéique.

RESSOURCES EN EAU ET UTILISATION DE L'EAU

Ressources en eau

D'une manière générale, le pays est doté d'un réseau hydrographique très dense, notamment dans les plateaux centraux où il existe de nombreuses vallées à fond plat souvent mal drainées et traversées par des rivières.

Toutes les ressources en eau du pays proviennent des précipitations dont la plus grande quantité (77 pour cent) tombe entre les mois de novembre et avril. En moyenne les précipitations annuelles s'élèvent à 1 274 mm. Ces eaux de pluies alimentent les cours d'eau dont le réseau est dense dans la plupart des régions, à l'exception des plaines de l'Imbo, du Bugesera et d'une partie du Moso. Celles-ci ont peu de sources mais elles sont traversées par des rivières provenant des régions d'altitude où les précipitations sont plus abondantes.

Les trois grands lacs que possède le Burundi sont tous situés aux frontières et partagés avec des pays voisins. Il s'agit du lac Tanganyika, un des plus profonds du monde (1 453 m) et des lacs du nord, Cohoha et Rweru, caractérisés par de faibles profondeurs.

En moyenne, les ressources en eau disponibles sur le territoire national sont estimées à 319 m^3/s ou 10.060 km^3/an. Le débit des cours d'eau frontaliers s'élève à 336 m^3/s ou 10.596 km3/an. La seule rivière qui importe de l'eau dans le territoire burundais est la rivière Kaburantwa dont le débit s'élève à 4 m^3/s ou 0.126 km^3/an. La quantité d'eau disponible à l'intérieur du pays est donnée dans le tableau 3. Le débit moyen des cours d'eau (10.06 km^3/an) représente les ressources en eaux superficielles et en eaux souterraines. Il s'agit de la totalité des ressources en eaux internes renouvelables disponibles. Le débit de base est alimenté par le drainage des nappes d'eau souterraines. Pour une année moyenne, le débit de base estimé s'élève à 237 m^3/s ou 7.47 km^3/an, soit 74 pour cent de l'écoulement total. Dans les différents bassins, les débits de base observés oscillent entre 63 et 89 pour cent du débit moyen, en fonction de la capacité de rétention du bassin versant qui dépend notamment de la capacité des aquifères (volume de stockage) et des alluvions des vallées, y compris les marais. Le débit garanti sur 95 pour cent du temps, estimé à 157 m^3/s ou 4.95 km^3/an, caractérise le minimum des ressources à la fin de la saison sèche. Il est inférieur à la moyenne du mois le plus sec de l'année (en général le mois de septembre), mais toujours supérieur au débit minimum

TABLEAU 3
Ressources en eau renouvelables internes

Bassin	Superficie*	Débit moyen			Débit de base			Débit garanti sur 95 %		
	(km^2)	(km^3/an)	(m^3/s)	($l/s*km^2$)	(km^3/an)	(m^3/s)	($l/s*km^2$)	(km^3/an)	(m^3/s)	($l/s*km^2$)
Nil	13 218	4.32	137	10.4	3.09	98	7.4	2.08	66	5.0
Congo	11 817	5.74	182	15.4	4.38	139	11.8	2.87	91	7.7
Total	25 035	10.06	319	12.7	7.47	237	9.5	4.95	157	6.3

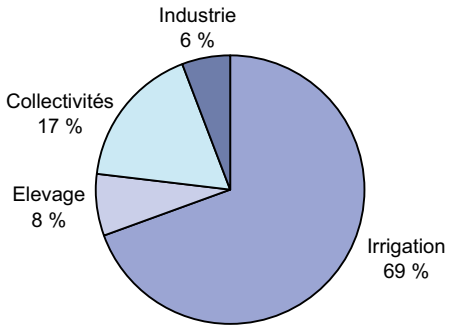
TABLEAU 4
Bilan hydrologique d'une année moyenne

Précipitations	Evapotranspiration	Débit de base	Ruissellement
1 274 mm/an	872 mm/an	299 mm/an	103 mm/an
1 011 m³/s	692 m³/s	237 m³/s	82 m³/s
100 %	68 %	23 %	9 %

annuel. Le bilan hydrologique d'une année moyenne pour l'ensemble du pays est présenté au tableau 4, où les précipitations sont égales à la somme de l'évapotranspiration, plus le débit de base et le ruissellement. L'écoulement total (débit de base + ruissellement) est de 319 m³/s correspondant à une lame de 402 mm ou 32 pour cent des précipitations moyennes (1 274 mm/an).

Le pays détient un important potentiel en eau de sources. On estime leur nombre à environ 36 000 dont 14 500 sont localisées. Le débit des sources répertoriées (886 000 m³/jour) permet théoriquement d'approvisionner plus de 40 millions de personnes avec une consommation spécifique de 20 l/jour. Quant aux puits et forages, ils sont au nombre de 491 et se répartissent comme suit: 291 puits, 174 forages et 26 sondages. Ils servent tous à l'alimentation en eau potable.

FIGURE 1
Prélèvements en eau
Total: 0.288 km³ en 2000



Utilisation de l'eau

En 2000, les prélèvements d'eau étaient estimés à 288 millions de m³, dont 200 millions pour l'agriculture (69 pour cent), 22 millions m³ pour l'élevage (8 pour cent), 49 millions m³ pour les usages domestiques (17 pour cent) et 17 millions m³ pour l'industrie (6 pour cent) (tableau 5 et figure 1).

TABLEAU 5
L'eau: ressources et prélèvement

Les ressources en eau renouvelables			
Précipitations moyennes		1 274	mm/an
		35.460	10^9 m³/an
Ressources en eau renouvelables internes		10.060	10^9 m³/an
Ressources en eau renouvelables réelles totales		12.536	10^9 m³/an
Indice de dépendance		19.75	%
Ressources en eau renouvelables réelles totales par habitant	2004	1 774	m³/an
Capacité totale des barrages		-	10^6 m³
Prélèvements en eau			
Prélèvement total en eau	2000	288	10^6 m³/an
- irrigation + élevage	2000	222	10^6 m³/an
- collectivités	2000	49	10^6 m³/an
- industrie	2000	17	10^6 m³/an
• par habitant	2000	46	m³/an
• en % des ressources en eau renouvelables réelles totales	2000	2.3	%
Ressources en eau non conventionnelles			
Volume d'eaux usées produit		-	10^6 m³/an
Volume d'eaux usées traité		-	10^6 m³/an
Réutilisation des eaux usées traitées		-	10^6 m³/an
L'eau dessalée produite		-	10^6 m³/an
Réutilisation des eaux de drainage		-	10^6 m³/an

Eaux internationales: enjeux

Le Burundi est compris dans les bassins du fleuve Congo (Zaïre) et du Nil. Il est donc membre de l'Initiative du bassin du Nil lancée en 1999 par le Conseil des ministres des ressources hydriques des États du bassin du Nil (connu sous le nom de Nile-COM).

DÉVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION ET DU DRAINAGE

Selon une enquête réalisée en 1978-1979 par le Département du génie rural, le potentiel des terres irrigables au Burundi est très important. La superficie est estimée à 215 000 ha, dont 75 000 ha de plaines dans l'Imbo (ouest) et la dépression du Moso (est), 20 000 ha de bas-fonds au pied des collines et 120 000 ha de marais selon l'inventaire des surfaces marécageuses dressé par le même département en 1984.

La méthode d'irrigation actuellement pratiquée est l'irrigation de surface (irrigation par bassins, rigoles, sillons ou ados) avec prélèvement des eaux des rivières résultant du ruissellement et de l'infiltration des eaux de pluies. Cette méthode facile correspond bien aux besoins des agriculteurs n'ayant que peu ou pas de connaissances en irrigation. Sa conception, ainsi que les plans de bassin, les digues et les rigoles, est relativement simple et aucun ouvrage spécifique n'est nécessaire. L'entretien ne présente guère de difficulté et peut être réalisé localement par les producteurs eux-mêmes.

Les besoins en eau et les débits des cours d'eau utilisés ne nécessitent pas de retenues d'eau collinaires avec stockage d'eau, car les périodes d'irrigation du riz correspondent à la saison des pluies (janvier à mai), et les superficies irriguées sont encore limitées. Les projets d'irrigation avec des barrages en dérivation, d'une superficie totale de 21 430 ha, sont réalisés dans les plaines de l'Imbo et de Moso-Sud, ainsi que dans les marais d'altitude où se pratique la riziculture. Ces projets consistent en:

- cultures maraîchères et de café à l'Imbo-Nord: 1 300 ha;
- riziculture dans la plaine de l'Imbo-Centre: 4 050 ha;
- riziculture au Moso: 160 ha;
- canne à sucre au Moso (Sosumo): 1 450 ha;
- riziculture d'altitude: 14 470 ha.

L'irrigation en maîtrise totale et partielle est peu développée (figures 2 et 3). En effet, les superficies indiquées ci-dessus sont très faibles vis-à-vis des potentialités existantes. Beaucoup de marais se trouvent entre 1 000 et 1 700 m d'altitude. En 1990 on a estimé que près de 40 pour cent des marais étaient exploités par les paysans de manière traditionnelle et sans encadrement technique adéquat. Le pourcentage des marais exploités, selon un inventaire de 1999, atteint environ 69 pour cent soit près de 83 000 ha. Actuellement, il est fortement modifié suite à l'extension de la riziculture d'altitude. La superficie des marais aménagés avec un suivi régulier est estimée à environ 14 470 ha, soit 12 pour cent de la superficie totale des marais. La superficie totale avec contrôle de l'eau est évaluée à 104 430 ha (tableau 6).

La superficie des marais à protéger s'élève à 7 113 ha, représentant 6 pour cent de la superficie totale des marais du Burundi (120 000 ha).

FIGURE 2
Répartition des superficies avec contrôle de l'eau
Total: 104 430 ha en 2000

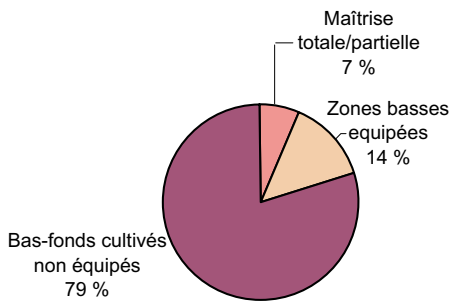


FIGURE 3
Principales cultures irriguées en 2000

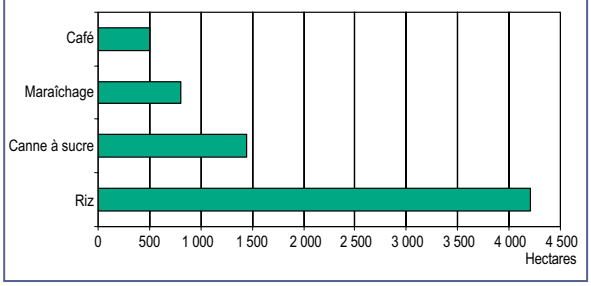


TABLEAU 6
Irrigation et drainage

Potentiel d'irrigation		**215 000**	**ha**
Contrôle de l'eau			
1. Irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée	2000	6 960	ha
- irrigation de surface	2000	6 960	ha
- irrigation par aspersion		-	ha
- irrigation localisée		-	ha
• partie irriguée à partir des eaux souterraines		-	%
• partie irriguée à partir des eaux de surface		-	%
2. Zones basses équipées (marais, bas-fonds, plaines, mangroves)	2000	14 470	ha
3. Irrigation par épandage de crues		-	ha
Superficie totale équipée pour l'irrigation (1+2+3)	**2000**	**21 430**	**ha**
• en % de la superficie cultivée	2000	1.6	%
• augmentation moyenne par an sur les 15 dernières années	1985-2000	2.7	%
• superficie irriguée par pompage en % de la superficie équipée		-	%
• partie de la superficie équipée réellement irriguée		-	%
4. Marais et bas-fonds cultivés non équipés	1999	83 000	ha
5. Superficie en cultures de décrue non équipée		-	ha
Superficie totale avec contrôle de l'eau (1+2+3+4+5)	**2000**	**104 430**	**ha**
• en % de la superficie cultivée	2000	7.9	%
Périmètres en maîtrise totale/partielle **Critère**			
Périmètres d'irrigation de petite taille < 50 ha	2000	800	ha
Périmètres d'irrigation de taille moyenne > 50 ha - 100 ha	2000	500	ha
Périmètres d'irrigation de grande taille > 100 ha	2000	5 660	ha
Nombre total de ménages en irrigation		-	
Cultures irriguées dans les périmètres en maîtrise totale/partielle			
Production totale de céréales irriguées	2000	25 260	tonnes
• en % de la production totale de céréales		10	%
Superficie totale en cultures irriguées récoltées		-	ha
• Cultures annuelles/temporaires: superficie totale		-	ha
- riz	2000	4 210	ha
- canne à sucre	2003	1 450	ha
- légumes	2003	800	ha
- café	1997	500	ha
• Cultures permanentes: superficie totale		-	ha
Intensité culturale des cultures irriguées		-	%
Drainage - Environnement			
Superficie totale drainée		-	ha
- partie de la superficie équipée pour l'irrigation drainée		-	ha
- autres surfaces drainées (non irriguées)		-	ha
• superficie drainée en % de la superficie cultivée		-	%
Superficie protégée contre les inondations		-	ha
Superficie salinisée par l'irrigation		-	ha
Population touchée par les maladies hydriques liées à l'eau		-	habitants

GESTION DE L'EAU, POLITIQUES ET DISPOSITIONS LÉGISLATIVES RÉGISSANT L'UTILISATION D'EAU EN AGRICULTURE

Trois ministères sont chargés directement de la gestion des ressources naturelles et de l'environnement: le Ministère de l'agriculture et de l'élevage, le Ministère de l'énergie et des mines et le Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement. La gestion, la protection et la conservation de la ressource relèvent du Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement, tandis que la responsabilité de l'exploitation et de l'utilisation incombe aux autres Ministères qui interviennent dans la gestion des ressources en eau de par la nature de leurs activités ou des activités qu'ils encadrent. Il a été créé une Commission nationale de l'eau, organe interministériel de gestion des ressources en eau, placée sous la tutelle du Ministère de l'énergie et des mines. Le Ministère de l'agriculture et de l'élevage est chargé, entre autres, d'encadrer

les agriculteurs - éleveurs dans le domaine de la production agricole, de l'élevage et de la gestion des eaux et des sols en vue de leur conservation. Le Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement est notamment responsable de la conception et du suivi des aménagements hydro-agricoles, des ouvrages d'art et des constructions agricoles (hangars, étables, dippings tanks, etc.). Il est chargé aussi de la collecte et de la gestion des données hydrométéorologiques, de la vulgarisation des méthodes de conservation des eaux et des sols, ainsi que du contrôle de leur application.

ENVIRONNEMENT ET SANTÉ

Aucune analyse systématique n'a été effectuée sur les eaux, sauf en ce qui concerne les eaux alimentant les réseaux de la REGIDESO, c'est-à-dire les adductions desservant uniquement les centres urbains. La qualité de l'eau des rivières est influencée par l'érosion, les activités minières, l'utilisation d'intrants agricoles et la mise en culture des marais. D'une manière générale, malgré l'érosion due au relief accidenté et à l'insuffisance des dispositifs antiérosifs, la qualité des eaux superficielles est adaptée à l'irrigation et à la pisciculture. Les autres facteurs ne sont guère importants du fait que l'exploitation minière n'est pas développée et que l'utilisation des intrants agricoles reste encore faible.

Parmi les maladies liées à l'irrigation, les plus fréquentes sont le paludisme et la bilharziose.

PERSPECTIVES POUR LA GESTION DE L'EAU EN AGRICULTURE

L'objectif global de la politique sectorielle du Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement en matière de ressources en eau est l'amélioration de leur gestion et de leur protection. Les objectifs spécifiques sont: l'évaluation des disponibilités en eau, de la demande d'eau et des risques de pollution, la maîtrise de l'eau en vue de l'augmentation de la production et la sensibilisation de l'administration et des décideurs aux enjeux des négociations en cours en matière de partage des eaux. Le Ministère de l'agriculture et de l'élevage, de concert avec le Ministère de l'aménagement du territoire et du tourisme, entend promouvoir la petite irrigation, améliorer la connaissance du potentiel des marais et mettre en place un schéma directeur d'aménagement et de mise en valeur. C'est ainsi qu'un projet d'irrigation de tous les centres semenciers est en cours d'élaboration. Dans le cadre de la maîtrise de l'eau, le Département du génie rural et de la protection du patrimoine foncier a mis au point un programme de rétention des eaux de pluies, de développement de la petite irrigation, d'aménagement des marais et de mesures antiérosives.

Par ailleurs, la politique nationale de gestion des ressources en eau du Burundi vient d'être élaborée et a été discutée au cours d'un atelier tenu en février 2000. Les programmes et les projets ne sont pas encore établis.

Les besoins en eau d'irrigation pour l'an 2010 sont estimés à 758 millions de m^3 contre 200 millions actuellement, et concernent une superficie sous irrigation de 24 662 ha, dont 22 221 ha dans l'Imbo, 1 941 ha dans le Moso et 500 ha à Buragane.

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

Banque mondiale. 1993. *Burundi. Private sector development in agriculture.* Report 9686-BU. Washington DC.

CSLP. 2002. *Cadre stratégique intérimaire de croissance économique et de lutte contre la pauvreté*. CSLP-intérimaire, juillet 2002.

FAO. 1989. *Burundi. Projet d'aménagement et de mise en valeur des marais à Karuzi.* Rapport de formulation. FAO Centre d'investissement Programme de coopération FAO/FENU. Rapport 84/89 CDF-BDI 16. Rome.

FAO. 1992. *Programme de gestion des ressources naturelles et de l'environnement,* Mission de pré-préparation. FAO/DDC rapport 25/92 CP-BDI 25. Rome.

FAO. 1992. *Projet de loi sur l'eau.* Rapport préparé par J. Sironneau. Rome.

FAO. 1998. *Programme d'appui au Programme national de restauration et de gestion de l'environnement*. Rapport définitif du consultant en hydrologie, météorologie et cartographie, janvier 1998.

MAC SYS. 2000. *Étude de faisabilité de la filière nationale de riz*. Rapport définitif, juillet 2000.

Ministère de l'énergie et des mines, Direction générale de l'eau et de l'énergie. 1997. *Plan directeur national de l'eau*. Mars 1997.

Ministère de l'agriculture et de l'élevage. 2003. *Consultation thématique sur la politique nationale de sécurité alimentaire durable*. Rapport de synthèse, janvier 2003.

Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement. 2000. *La politique nationale de gestion des ressources en eau au Burundi*. Janvier 2000.

Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement. 1999. *Politique sectorielle*. Octobre 1999.

Ministère de l'agriculture et de l'élevage. 1996. *Politique sectorielle*.

PNUD/FAO. 1985. *La mise en valeur hydro-agricole au Burundi. Etat actuel et stratégie pour l'avenir.* Rapport préparé par N. Van Leeuwen. Rome.

PNUD/FAO. 1999. *Schéma directeur d'aménagement et de mise en valeur des marais*. Rapport de mission de Tarek SHETA, mai 1999.

Cameroun

GÉOGRAPHIE, CLIMAT ET POPULATION

Le Cameroun est situé en Afrique centrale. Il s'étend entre 2° et 13° de latitude nord et entre 8° et 13° de longitude est. Il couvre une superficie de 475 440 km² entre le lac Tchad au nord et l'océan Atlantique au sud. La superficie cultivée (terres arables et cultures permanentes) est de 7.16 millions d'hectares (tableau 1). Le relief est dans son ensemble contrasté avec:

- des régions de hautes terres que sont les Mandara au nord, le plateau de l'Adamaoua au centre, et les hauts plateaux à l'ouest qui se prolongent vers le sud-ouest jusqu'à l'océan Atlantique par une chaîne montagneuse dont le principal sommet est le mont Cameroun (4 070 m);
- des plaines, dont les principales sont les plaines côtières, la plaine du Tchad, la plaine du Diamaré et les cuvettes de la Benoué.

TABLEAU 1
Caractéristiques du pays et population

Superficies physiques			
Superficie du pays	2002	47 544 000	ha
Superficie cultivée (terres arables et cultures permanentes)	2002	7 160 000	ha
• en % de la superficie totale du pays	2002	15	%
• terres arables (cultures temporaires + prairies et jachères temp.)	2002	5 960 000	ha
• cultures permanentes	2002	1 200 000	ha
Population			
Population totale	2004	16 296 000	habitants
• dont rurale	2004	48	%
Densité de population	2004	34	habitants/km²
Population active	2004	6 807 000	habitants
• en % de la population totale	2004	42	%
• féminine	2004	39	%
• masculine	2004	61	%
Population active dans le secteur agricole	2004	3 728 000	habitants
• en % de la population active	2004	55	%
• féminine	2004	45	%
• masculine	2004	55	%
Économie et développement			
Produit intérieur brut (PIB)	2003	12 400	millions de $EU/an
• valeur ajoutée du secteur agricole (% du PIB)	2003	44.5	%
• PIB par habitant	2003	761	$EU/an
Indice de développement humain (plus élevé = 1)	2002	0.501	
Accès aux sources améliorées d'eau potable			
Population totale	2002	63	%
Population urbaine	2002	84	%
Population rurale	2002	41	%

On peut distinguer cinq grandes zones agro-écologiques du nord au sud du pays:

- la zone soudano-sahélienne ou zone I;
- la zone des hautes savanes guinéennes ou zone II;
- la zone des hauts plateaux de l'ouest ou zone III;
- la zone de forêt humide à pluviométrie mono modale ou zone IV;
- la zone forestière à pluviométrie bimodale ou zone V.

À l'intérieur de chaque zone agro-écologique on rencontre plusieurs systèmes de culture qui sont en fait des variantes des deux grands systèmes suivants:

- Le système irrigué subdivisé en deux sous-systèmes: le sous-système irrigué traditionnel et le sous-système irrigué intensif de subvention et d'aspersion.
- Le système pluvial est subdivisé en trois sous-systèmes: le sous-système extensif ou itinérant, le sous- système pluvial semi–extensif et le sous-système pluvial intensif

Le Cameroun se divise en trois grandes zones climatiques:

- La zone soudano–sahélienne s'étend au-delà de 10° de latitude nord. Elle se caractérise par une saison sèche de sept à neuf mois, et des précipitations peu abondantes variant de 900 à 300 mm/an du sud vers le nord. La végétation est aussi variée que le relief et le climat, elle passe de la forêt équatoriale (qui couvre 40 pour cent du pays) au sud à la savane puis à la steppe au nord. La température moyenne annuelle dépasse 28°C dans l'extrême nord, décline assez régulièrement jusqu'à l'Adamaoua, exception faite des monts Mandara plus frais, et de la zone de Garoua au contraire plus chaude.
- La zone soudanienne s'étend du 7° au 10° de latitude nord. La saison sèche dure ici de cinq à six mois. On y observe une température moyenne de 22°C, et 1 000 mm de pluie tombent durant l'année.
- La zone équatoriale s'étend de 2° à 6° de latitude nord et se caractérise par des précipitations abondantes atteignant une moyenne annuelle de 2 000 mm. La température moyenne se situe autour de 25°C.

Le Cameroun est abondamment arrosé. La hauteur moyenne annuelle de pluie des 10 dernières années a été d'environ 1 600 mm, mais elle est irrégulière sur l'ensemble du pays. Dans le nord, les minima de température se rencontrent en décembre–janvier et les maxima en mars–avril. Au sud, les minima (très relatifs) sont en juillet–septembre. L'évapotranspiration potentielle varie entre 2 200 mm/an dans l'extrême nord et 1 200 mm/an dans la partie sud du pays.

Un déficit hydrique global existe sur la quasi-totalité de la région située au nord de l'Adamaoua, le sud étant au contraire excédentaire sur l'ensemble de l'année. En revanche, un examen du niveau mensuel montre que toutes les régions peuvent être victimes de déficits saisonniers durant deux ou trois mois. La sécheresse chronique qui sévit de sept à neuf mois par an dans le nord et l'extrême nord, et la surabondance d'eau, au contraire, pendant la saison de pluies, qui caractérise le sud du pays constituent les principales limites climatiques à la production agricole.

La population s'élève à environ 16.3 millions d'habitants (2004), dont 48 pour cent de ruraux, et la croissance démographique atteint 2.1 pour cent (tableau 1). La densité moyenne de la population est de 34 habitants/km^2: elle varie entre moins de 5 habitants/km^2 pour les provinces de l'est et du sud et plus de 200 habitants/km^2 pour la province de l'ouest et certains départements de la province de l'extrême nord. Cette population est jeune puisque 49 pour cent des habitants ont moins de 18 ans. Entre 1983 et 2000, 40 pour cent de la population vivaient en dessous du seuil de pauvreté (fixé à 1 dollar EU/jour par habitant). En 2002, 41 pour cent de la population rurale et 84 pour cent de la population urbaine avaient accès à l'eau potable. L'espérance de vie à la naissance est de 47 ans et la prévalence du VIH/SIDA (15-49 ans) atteint presque 12 pour cent. Enfin, entre 1996 et 2002, 74 pour cent des enfants étaient inscrits en primaire (taux net), alors que 71 pour cent des adultes étaient alphabétisés.

ÉCONOMIE, AGRICULTURE ET SÉCURITÉ ALIMENTAIRE

À la fin des années 1980, une grave crise économique, due à la baisse des prix mondiaux et de la production de pétrole, a frappé le pays entraînant une forte récession économique, une augmentation de la pauvreté et une diminution de la scolarisation des filles. L'État a alors entrepris de vastes réformes structurelles, tendant à la libéralisation et à la privatisation de l'économie. À partir de 1994-1995, la détérioration de la situation économique s'est enrayée et le pays a repris sa croissance. Le PIB en 2003 s'élevait à 12.4 milliards de dollars EU dont 44.5 pour cent provenaient de la valeur ajoutée dans le secteur agricole (tableau 1). L'agriculture occupe 55 pour cent de la population active.

L'agriculture camerounaise compte une quinzaine de systèmes de productions différents pouvant eux-mêmes se décomposer en sous-systèmes, qui sont des variantes de deux grands systèmes:

- Le système pluvial qui peut-être extensif (ou itinérant), semi–extensif ou intensif itinérant.
- Le système irrigué intensif ou traditionnel:
  - Système intensif: il est caractérisé par la maîtrise totale de l'eau d'irrigation, la pratique de plusieurs cycles culturaux et des rendements élevés; il se réalise par submersion dans les grands périmètres rizicoles aménagés en casiers dans les provinces de l'extrême nord (SEMRY), du nord (Lagdo) et du nord-ouest (UNVDA) ou par aspersion dans les bananeraies industrielles de la province du sud-ouest.
  - Système traditionnel: il s'agit d'une irrigation d'appoint destinée à compenser un éventuel déficit hydrique passager. Applicable partout, elle utilise les petites motopompes, les déviations de ruisseaux, ou les mares d'eau. On la pratique pour les cultures maraîchères et les vergers. Dans le système irrigué traditionnel amélioré, un deuxième cycle de culture est réalisé en saison sèche.

D'une manière générale, le Cameroun jouit de l'autosuffisance alimentaire, mais cette autosuffisance demeure précaire. Environ 28 pour cent des Camerounais vivent en situation d'insécurité alimentaire et trois des dix provinces que compte le pays, à savoir l'extrême nord (25 pour cent de taux d'autosuffisance alimentaire), le littoral (56 pour cent), et le nord (83 pour cent), sont déficitaires sur le plan alimentaire. Les difficultés de transfert des productions entre les zones productives et les zones déficitaires et la pauvreté sont à l'origine de cette insécurité. D'importantes quantités de produits de minoterie de poissons, de lait, de liqueurs et de vins sont importées des pays de l'OCDE et de certains pays d'Afrique. Le Cameroun est actuellement le plus grand fournisseur de produits vivriers et maraîchers de la sous–région d'Afrique centrale. Les exportations de produits agricoles partent vers les pays voisins (viande, fruits et légumes), ou vers l'Europe et l'Amérique du Nord (banane douce, haricot vert et ananas).

RESSOURCES EN EAU ET UTILISATION DE L'EAU

Ressources en eau

Le réseau hydrographique de bassins fluviaux est constitué par:

- le Logone et ses affluents, qui drainent l'extrême nord vers le lac Tchad, couvrant 11 pour cent du pays;
- la Benoué et ses affluents (le Faro, le Mandara, l'Alantika et le Mayo Kébi), qui drainent le nord vers le fleuve Niger et occupent 19 pour cent du pays;
- les fleuves Kadei et Ngoko au sud–est vers la Sangha, affluent du Congo, qui couvrent 20 pour cent du pays;
- les principaux fleuves du centre et de l'ouest, qui s'écoulent vers l'Atlantique: la Sanaga, le plus long fleuve du pays (920 km) dont le bassin s'étend sur 140 000

km² ou 30 pour cent du territoire national, mais aussi le Nyong, le Ntem, le Mungo et le Wouri, couvrent 20 pour cent.

Le Cameroun dispose d'importantes ressources en eaux souterraines qui se répartissent entre les grandes zones aquifères suivantes:

- la zone du socle sur 430 000 km² (soit 90 pour cent du pays) renferme environ 79 km³;
- le bassin côtier de 7 500 km² contient un volume de réserves exploitables de plus de 21 km³;
- le bassin de la Benoué sur 7 800 km² avec 15 km³ de réserves exploitables;
- le bassin du Tchad couvrant 19 800 km² dispose de réserves de 4 à 5 km ³;
- quelques petits bassins secondaires sur 9 900 km².

Les ressources en eau renouvelables internes de surface sont estimées à 268 km³/an et les ressources renouvelables internes souterraines à 100 km³/an. Si l'on tient compte d'une partie commune entre eaux de surface et eaux souterraines d'environ 95 km³, les ressources en eau renouvelables internes totales sont de 273 km³/an (tableau 2). Considérant l'eau des rivières entrant dans le pays (la Benoué entrant du Tchad avec 4 km³/an) ou formant la frontière (le Logone entre le Cameroun et le Tchad), les ressources en eau renouvelables totales sont estimées à 285.5 km³/an.

Les zones humides sont représentées par les *yaérés* (plaines d'inondation à partir des eaux de ruissellement ou des débordements de fleuve) de l'extrême- nord et du nord et la zone de mangrove de la côte entre l'estuaire du Wouri et la frontière avec le Nigéria. Les *yaérés* de la région de Waza–Logone dans l'extrême nord ont fait l'objet d'un projet d´aménagement financé par l'Union européenne et exécuté par l'Union mondiale pour la nature (UICN). Le Cameroun renferme un nombre important de lacs dont les plus importants sont: i) le lac Tchad partagé avec le Nigéria, le Niger, et le Tchad; ii) des lacs volcaniques: Nyos (158 ha), Barombi Mbo (415 ha), Oka (243ha); iii) des lacs tectoniques: Ossa, Dissoni , Ejagham. Les principaux barrages et réservoirs existants totalisent une capacité de réserve d'eau de 15.326 km³.

Utilisation de l'eau

Les principales utilisations de l'eau sont par ordre d'importance: l'agriculture (74 pour cent), les usages domestiques (18 pour cent) et l'industrie (8 pour cent). Les

TABLEAU 2
L'eau: ressources et prélèvement

Les ressources en eau renouvelables			
Précipitations moyennes		1 604	mm/an
		762.5	10^9 m³/an
Ressources en eau renouvelables internes		273.0	10^9 m³/an
Ressources en eau renouvelables totales		285.5	10^9 m³/an
Indice de dépendance		4.4	%
Ressources en eau renouvelables totales par habitant	2004	17 520	m³/an
Capacité totale des barrages	2000	15 326	10^6 m³
Prélèvements en eau			
Prélèvement total en eau	2000	985	10^6 m³/an
- agricole	2000	728	10^6 m³/an
- domestique	2000	178	10^6 m³/an
- industriel	2000	79	10^6 m³/an
• par habitant	2000	65	m³/an
• en % des ressources en eau renouvelables totales	2000	0.3	%
Ressources en eau non conventionnelles			
Volume d'eaux usées produit		-	10^6 m³/an
Volume d'eaux usées traité		-	10^6 m³/an
Réutilisation des eaux usées traitées		-	10^6 m³/an
L'eau dessalée produite		-	10^6 m³/an
Réutilisation des eaux de drainage		-	10^6 m³/an

prélèvements totaux en 2000 étaient de 985 millions de m³ (tableau 2 et figure 1).

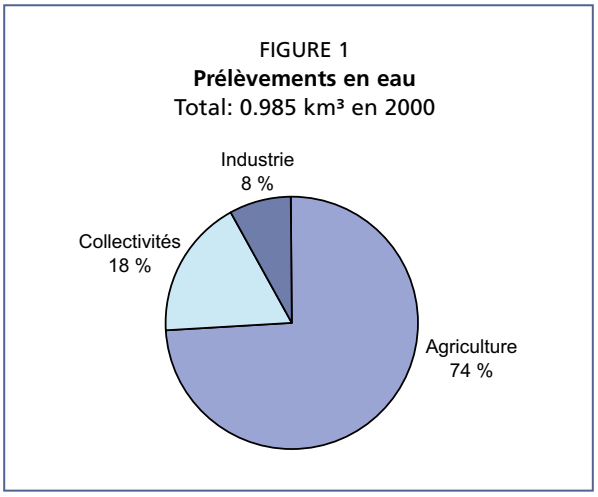


FIGURE 1
Prélèvements en eau
Total: 0.985 km³ en 2000

Eaux internationales: enjeux

L'utilisation des eaux du Logone, qui marque la frontière entre le Cameroun et le Tchad, est réglée par un accord, dit accord de Moundou, signé en août 1970 entre les deux pays. Cet accord fixe les quantités maximales d'eau pouvant être prélevées par les deux pays en saison sèche. Ces quantités sont de 5 m³/s de janvier à avril et de 10 m³/s en mai et décembre.

Le Cameroun est aussi inclus dans les bassins du fleuve Congo (Zaïre), du lac Tchad et du fleuve Niger. Il est donc membre de la Commission du bassin du lac Tchad (CBLT) et de l'Autorité du bassin du Niger (ABN).

DÉVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION ET DU DRAINAGE

Évolution du développement de l'irrigation

Entre 1970 et 1990, l'État a entrepris, avec l'aide de bailleurs de fonds internationaux, la réalisation d'un grand programme d'aménagements hydro-agricoles centré principalement sur la production de riz, de blé et de bananes, au détriment de la production vivrière. Mais l'irrigation a été frappée par la crise, qui a notamment affecté les grandes sociétés d'État de ce secteur. Les réformes engagées par l'État après son retrait du secteur productif ont abouti à la dissolution de certaines sociétés (SODERIM), à la restructuration de certaines d'entre elles (SEMRY, UNVDA), et à la privatisation d'autres (OCB).

Le potentiel du Cameroun en terres irrigables est évalué à 290 000 ha, mais un chiffre d'environ 158 000 ha est avancé également sur la base d'un inventaire dit réaliste qui ne prend en compte ni les zones inhabitées ni les terres dont la mise en valeur nécessiterait des travaux d'infrastructure très coûteux. Le secteur de l'irrigation s'est développé suivant deux systèmes: intensif (ou moderne) et traditionnel. En 2000 le système intensif couvrait une superficie de 25 654 ha, dont 22 450 ha correspondaient aux zones équipées en maîtrise totale de l'eau dans les périmètres gérés auparavant par des Sociétés d'État (tableau 3 et figure 2):

- les périmètres de la Société d'expansion et de modernisation de la riziculture de Yagoua (SEMRY), situés dans l'extrême nord qui totalisent 13 820 ha;
- le périmètre de Lagdo, aménagé à l'aval du barrage hydroélectrique du même nom dans le nord, qui totalise 1 000 ha;
- le périmètre de l'Upper Nun Valley Development Authority (UNVDA), situé dans le nord-ouest, qui couvre une superficie de 2 900 ha dont 2 200 ha équipés pour des cultures maraîchères et vivrières;
- les blocs bananiers de l'ex-Office camerounais de la banane (OCB) et de la Cameroon Development Corporation (CDC) aujourd'hui privatisés, situés dans les provinces du littoral et du sud-ouest qui couvrent 5 430 ha. Ce sont les seuls à utiliser l'irrigation par aspersion.

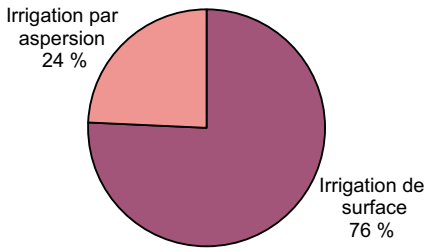


FIGURE 2
Techniques d'irrigation
Total: 22 450 ha en 2000

TABLEAU 3
Irrigation et drainage

Potentiel d'irrigation			290 000	ha
Contrôle de l'eau				
1. Irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée		2000	22 450	ha
- irrigation de surface		2000	17 020	ha
- irrigation par aspersion		2000	5 430	ha
- irrigation localisée			-	ha
• partie irriguée à partir des eaux souterraines		2000	0	%
• partie irriguée à partir des eaux de surface		2000	100	%
2. Zones basses équipées (marais, bas-fonds, plaines, mangroves)		2000	404	ha
3. Irrigation par épandage de crues		2000	2 800	ha
Superficie totale équipée pour l'irrigation (1+2+3)		**2000**	**25 654**	**ha**
• en % de la superficie cultivée		2000	0.4	%
• augmentation moyenne par an sur les 13 dernières années		1987 - 2000	1.6	%
• superficie irriguée par pompage en % de la superficie équipée			-	%
• partie de la superficie équipée réellement irriguée			-	%
4. Marais et bas-fonds cultivés non équipés			-	ha
5. Superficie en cultures de décrue non équipée			-	ha
Superficie totale avec contrôle de l'eau (1+2+3+4+5)		**2000**	**25 654**	**ha**
• en % de la superficie cultivée		2000	0.4	%
Périmètres en maîtrise totale/partielle	**Critère**			
Périmètres d'irrigation de petite taille	< 20 ha	2000	650	ha
Périmètres d'irrigation de taille moyenne	20 – 200 ha	2000	7 300	ha
Périmètres d'irrigation de grande taille	> 200 ha	2000	14 500	ha
Nombre total de ménages en irrigation			-	
Cultures irriguées dans les périmètres en maîtrise totale/partielle				
Production totale de céréales irriguées		2000	114 000	tonnes
• en % de la production totale de céréales		2000	7	%
Superficie totale en cultures irriguées récoltées			-	ha
• Cultures annuelles/temporaires: superficie totale			-	ha
- riz		2000	20 388	ha
- autres céréales (principalement le maïs)		2000	7 546	ha
- légumes		2000	10 000	ha
- melon et ananas		2000	1 176	ha
• Cultures permanentes: superficie totale			-	ha
- bananes		2000	5 430	ha
Intensité culturale des cultures irriguées			-	%
Drainage - Environnement				
Superficie totale drainée			-	ha
- partie de la superficie équipée pour l'irrigation drainée			-	ha
- autres surfaces drainées (non irriguées)			-	ha
• superficie drainée en % de la superficie cultivée			-	%
Superficie protégée contre les inondations			-	ha
Superficie salinisée par l'irrigation			-	ha
Population touchée par les maladies hydriques liées à l'eau			-	habitants

Il faut ajouter 2 800 ha d'épandage de crues aménagés près de Garoua dans le nord pour la culture du sorgho et 404 ha de bas-fonds équipés, d'une part, par les projets du Fonds spécial d'aménagement rural II (FSAR II) sur 250 ha à Moulvoudaye et, d'autre part, par le Programme spécial pour la sécurité alimentaire (PSSA) sur 145 ha dans l'ouest et 9 ha dans l'extrême nord. Le système irrigué traditionnel, dont la superficie reste inconnue, concerne divers petits périmètres rizicoles disséminés dans presque tout le pays et de nombreux îlots maraîchers cultivés par des agriculteurs individuels ou de petits groupements. Ces derniers sont situés en périphérie des principales villes, ou de manière localisée (dans l'extrême nord et le nord pour l'oignon, le centre et l'ouest pour les légumes).

L'eau utilisée pour l'irrigation provient généralement des eaux de surface (cours d'eau, barrages, lacs, mares), mais, pour les cultures maraîchères dans le nord et

l'extrême nord, l'eau souterraine est de plus en plus employée. L'irrigation est gravitaire dans tous les périmètres rizicoles et maraîchers. L'eau s'écoule à partir des barrages (SEMRY II à Maga, Lagdo), à partir des ouvrages de dérivation construits sur des cours d'eau, ou après pompage à partir des cours d'eau (SEMRY I, SEMRY III). Plus de la moitié de la superficie irriguée se trouve dans le bassin versant du fleuve Logone.

Les grands périmètres rizicoles (SEMRY I et II, Lagdo et UNVDA) entrent dans les 14 500 ha de grands périmètres (de quelques centaines à quelques milliers d'hectares aménagés), et couvrent les deux tiers environ de la superficie totale (figure 3). Parmi les 7 300 ha de périmètres de taille moyenne (de quelques dizaines à quelques centaines d'hectares) se situent SEMRY III et les blocs bananiers. Le restant de la superficie en maîtrise totale ou partielle consiste en petits périmètres (de quelques unités à quelques dizaines d'hectares) (tableau 3). Les petits périmètres se rencontrent également dans le système d'irrigation traditionnel ou informel.

FIGURE 3
Typologie des périmètres irrigués en maîtrise totale/partielle
Total: 22 450 ha en 2000

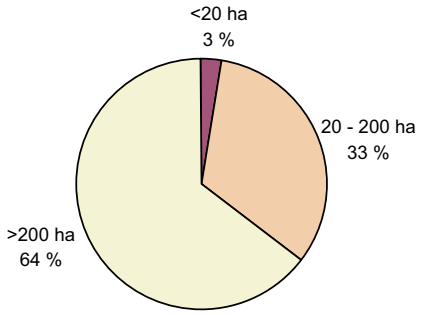
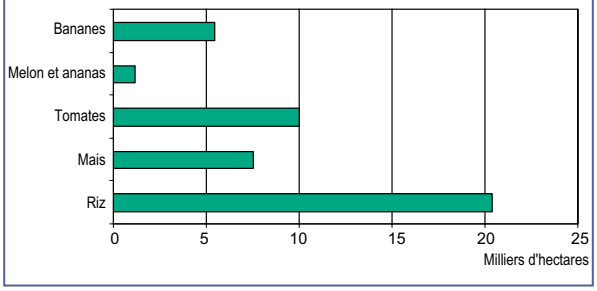


FIGURE 4
Principales cultures irriguées en 2000



Rôle de l'irrigation dans la production agricole, l'économie et la société

L'irrigation joue un rôle important aux fins de l'autosuffisance alimentaire du pays, elle a notamment garanti la production de riz dans les provinces de l'extrême nord et du nord menacées par la sécheresse, tout en y permettant une augmentation des rendements, qui sont ainsi passés 1-1.2 t/ha en culture pluviale à 4 t/ha par cycle en deux cycles (tableau 4 et figure 4). Pour de nombreux ménages urbains ou ruraux, l'exploitation des bas-fonds ou de petits périmètres irrigués constitue la seule activité génératrice de revenus et garantissent l'alimentation familiale. La productivité des cultures maraîchères a augmenté partout grâce à la possibilité de réaliser un cycle double ou triple de culture annuelle. Cependant l'agriculture pluviale assure la quasi-totalité de la production agricole du pays, qu'il s'agisse de la production alimentaire ou industrielle. L'agriculture irriguée revêt encore une importance marginale en dépit des nombreux atouts dont jouit le pays. Elle est surtout orientée vers la production de riz, de banane d'exportation et de cultures maraîchères (tableau 3).

Les calendriers culturaux pour ces cultures varient d'une région à une autre. Le riz, dans les provinces du nord et de l'extrême nord, est cultivé deux fois par an: en

TABLEAU 4
Superficies et productions des principales cultures irriguées pour la campagne 1999/2000 (partie de l'irrigation informelle comprise)

Culture	Superficie (ha)		Production (tonnes)		Rendement (tonnes/ha)		Nombre D'exploitants	
	1er cycle	2e cycle	1er cycle	2e cycle	1er cycle	2ecycle	1er cycle	2ecycle
Riz	16 267	4 121	50 646	16 825	3.1	4.1	54 886	17 641
Tomate	11 126	9 394	153 778	191 607	13.8	20.4	34 253	34 180
Oignon	16	5 322	195	55 647	12.2	10.5	808	19 190
Banane d'exportation	5 430		240 056		44		-	

saison sèche (de novembre à avril) et en saison des pluies (de juin à octobre). Dans le sud, il y a généralement une culture annuelle de juillet à novembre–décembre. Les cultures maraîchères sont cultivées sur plusieurs cycles dans le sud grâce à l'irrigation de complément. Dans les provinces septentrionales, deux campagnes sont pratiquées: de septembre à novembre–décembre et de janvier à mars–avril.

Le nombre total de familles concernées par les projets SEMRY était d'environ 18 000 en 1984, et les revenus dégagés de la riziculture représentaient environ 3.3 millions de dollars EU/an, déduction faite de la redevance, d'où un revenu moyen de 183 dollars EU/famille.

Le rôle de la femme dans la production irriguée varie selon les régions: dans le nord, la production potagère leur est dévolue contrairement aux oignons cultivés par les hommes; dans le sud, quelques groupements maraîchers sont féminins, mais le plus souvent le travail des femmes complémente celui des hommes.

État et évolution des systèmes du drainage

Le réseau de drainage des grands périmètres irrigués fait partie des aménagements où le drainage se pose en terme d'entretien du réseau. Dans le système traditionnel la mise en valeur des bas-fonds nécessite l'installation préalable d'un réseau de drainage pour désengorger le bas-fond.

GESTION DE L'EAU, POLITIQUES ET DISPOSITIONS LÉGISLATIVES RÉGISSANT L'UTILISATION D'EAU EN AGRICULTURE

Institutions

Le secteur de l'eau relève de trois ministères:

- Le Ministère des mines, de l'eau et de l'énergie (MINMEE), qui est chargé de veiller à la prospection et l'exploitation rationnelle des ressources en eau, à la conception et à l'exécution de la politique d'assainissement. Auparavant sous sa tutelle et actuellement en cours de privatisation, la Société nationale des eaux du Cameroun (SNEC) est chargée de l'alimentation en eau potable en zone urbaine, tandis que la Direction de l'eau du ministère est chargée de l'approvisionnement en eau en zone urbaine et rurale.
- Le Ministère de l'agriculture est responsable de l'élaboration et de la réalisation des programmes gouvernementaux relatifs à l'irrigation et au drainage. La politique gouvernementale s'est orientée vers la mise en place de systèmes d'irrigation à des coûts à la portée des petits paysans et vers l'élaboration d'un plan directeur d'hydraulique agricole et pastorale. Le Ministère de l'élevage, des pêches et des industries animales l'assiste dans la mise en œuvre de cette politique.
- Le Centre de la recherche hydrologique (CRH), rattaché au Ministère de la recherche scientifique et technique, s'occupe du cycle de l'eau, de sa qualité et de l'inventaire et de la valorisation des ressources en eau.

Des structures privées, telles que la SEMRY, l'UNVDA, etc., interviennent aussi dans la gestion de l'irrigation. Le retrait de l'État du secteur de l'irrigation, après la crise des années 1980-1990, a eu pour conséquence la baisse de productivité de l'ensemble du secteur moderne de l'irrigation. En vue de relancer la production irriguée, l'État oriente aujourd'hui sa politique vers l'amélioration de l'exploitation des périmètres existants, la petite irrigation et l'encouragement du secteur privé à investir dans l'irrigation.

Gestion de l'eau

Dans les grands périmètres rizicoles (SEMRY, Lagdo, UNVDA), deux organes assurent la gestion quotidienne: i) une Direction générale qui a pour mandat l'entretien des infrastructures lourdes, et le suivi et la coordination de la production et de la commercialisation; ii) des organisations collectives d'irrigants qui entretiennent les

réseaux et gèrent la distribution de l'eau. Dans les blocs bananiers, la gestion de l'eau, tout comme la production, est privatisée. Enfin, les périmètres traditionnels sont gérés par les irrigants individuellement ou en petits groupes. Ces derniers peuvent prendre deux formes: i) les groupements communautaires où l'ensemble de l'activité agricole est menée par tous les exploitants et la finalité est le partage égalitaire de la production; ii) les groupements d'initiative commune dans lesquels les exploitants travaillent individuellement mais partagent un certain nombre de services ou de moyens de production.

Politiques et dispositions législatives

Il n'existe pas de législation propre à l'irrigation et au drainage. Toutefois le pays dispose d'une loi portant régime de l'eau, à savoir la loi N° 98/005 du 14 avril 1998. Cette loi fixe le cadre juridique général du régime de l'eau et veille sur la protection contre la pollution de l'eau, la préservation des ressources en eau, la qualité de l'eau destinée à la consommation et les sanctions dues au non-respect de la loi.

ENVIRONNEMENT ET SANTÉ

L'eau utilisée pour l'irrigation en zone urbaine est fortement polluée. En zone rurale la qualité des eaux reste bonne, compte tenu de la faible utilisation de pesticides et d'engrais dans l'agriculture. Les risques de pollution d'origine industrielle et humaine de la nappe phréatique de la région de Douala sont importants.

PERSPECTIVES POUR LA GESTION DE L'EAU EN AGRICULTURE

Les grands périmètres ont montré leurs limites, malgré les résultats obtenus au plan de la productivité, en raison des coûts d'investissement, des frais de fonctionnement et des charges périodiques très élevés qu'ils ont engendrés, mais aussi de leur manque de flexibilité. L'avenir de l'irrigation au Cameroun passe par l'aménagement et la gestion de petits périmètres par des groupements paysans, l'intégration avec d'autres secteurs tels que l'aquaculture et le petit élevage, l'intensification des cultures irriguées, l'amélioration des infrastructures de communication et l'accès au crédit. Il faudrait pour ce faire créer une agence de régulation du secteur de l'eau pour un meilleur fonctionnement du secteur en l'absence d'un cadre réglementaire rigoureux.

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

Banque mondiale. 1989. *Cameroon. Agricultural sector report.* Report 7486-CAM [2 vols.]. Washington DC.

Commission économique pour l'Afrique. 1999. *Rapport sur les conditions économiques et sociales en Afrique centrale, 1999*. Éd. Centre de développement sous-régional pour l'Afrique centrale.

Direction des études et projets agricoles (DEPA), Ministère de l'agriculture. 1986. *Développement de l'hydraulique agricole et rurale au Cameroun*. Éd. SCET Cameroun et SCET Agri.

Direction des études et projets agricoles, Ministère de l'agriculture. 1998. *Politique agricole: de nouveaux défis*. Éd. DEPA.

FAO. 1990. Cameroun. *Mission d'identification générale de projets agricoles.* FAO/DDC rapport 103/90 AF-CMR 29. Rome.

Institut national de statistiques. 2001. *Annuaire statistique du Cameroun 2002*. Ministère de l'économie et des finances.

Ministère des mines, de l'eau et de l'énergie. 2002. *État actuel de la mobilisation des ressources en eau au Cameroun – Contraintes et perspectives*. Éd. MINMEE-DEAU-SDAE.

Ministère de l'agriculture. 2000. *Annuaire des statistiques du secteur agricole 1999/2000*. Éd. DEPA Cellule des enquêtes et statistiques.

Nami, P., Belle Sosso, M.B. 1997. *Document de formulation des grandes orientations du PSSA*.
PNUD. 2002. *Rapport mondial sur le développement humain 2002*. Éd. De Boeck.

Cap Vert

GÉOGRAPHIE, CLIMAT ET POPULATION

Le Cap Vert se compose de dix îles et huit îlots situés à 500 km au large du Sénégal couvrant une superficie de 4 030 km². La majorité de la superficie (80 pour cent) consiste en sols volcaniques peu évolués, tandis que des sols alluvionnaires assez fertiles se trouvent dans les fonds de vallée. Le relief est escarpé: 27 pour cent des terres ont plus de 30 pour cent de pente et 46 pour cent ont des pentes entre 8 et 30 pour cent. Globalement, 55 pour cent de la superficie du Cap Vert sont incultes, et 35 pour cent sont consacrés au sylvopastoralisme. Environ 11 pour cent de la superficie totale du pays sont cultivés, représentant 45 000 ha dont 42 000 ha sont des terres arables et 3 000 ha des cultures permanentes (tableau 1).

L'archipel se répartit en deux groupes: au nord les îles au vent et au sud les îles sous le vent où le climat est plus sec. Le climat du Cap Vert est de type tropical sec, avec des

TABLEAU 1
Caractéristiques du pays et population

Superficies physiques			
Superficie du pays	2002	403 000	ha
Superficie cultivée (terres arables et cultures permanentes)	2002	45 000	ha
• en % de la superficie totale du pays	2002	11	%
• terres arables (cultures temporaires + prairies et jachères temp.)	2002	42 000	ha
• cultures permanentes	2002	3 000	ha
Population			
Population totale	2004	473 000	habitants
• dont rurale	2004	43	%
Densité de population	2004	117	habitants/km²
Population active	2004	196 000	habitants
• en % de la population totale	2004	41	%
• féminine	2004	38	%
• masculine	2004	62	%
Population active dans le secteur agricole	2004	40 000	habitants
• en % de la population active	2004	20	%
• féminine	2004	38	%
• masculine	2004	62	%
Économie et développement			
Produit intérieur brut (PIB)	2003	831.1	millions de $EU/an
• valeur ajoutée du secteur agricole (% du PIB)	2003	6.6	%
• PIB par habitant	2003	1 757	$EU/an
Indice de développement humain (plus élevé = 1)	2002	0.717	
Accès aux sources améliorées d'eau potable			
Population totale	2002	80	%
Population urbaine	2002	86	%
Population rurale	2002	73	%

précipitations irrégulières et torrentielles atteignant environ 230 mm par an (200 mm/an en moyenne entre 1990 et 2000) qui tombent entre juillet et novembre. Le régime climatique est de type sahélien à deux saisons: températures minimales entre janvier et avril et maximales entre août et septembre. La température moyenne est de 25°C sur les côtes et de 19°C à 1 000 m d'altitude.

La population totale était estimée en 2004 à 473 000 habitants dont presque 20 pour cent vivent sur l'île de Santiago, outre 700 000 émigrés environ qui contribuent pour 20 pour cent au PIB. Le phénomène de l'exode rural est assez récent et très rapide: 57 pour cent de la population sont maintenant urbains contre 29 pour cent en 1994. La population s'est accrue au rythme de 2.9 pour cent par an entre 1995 et 2001. La densité moyenne est de 117 habitants/km^2 et l'on estime que 80 pour cent de la population ont accès à une source d'eau améliorée (tableau 1). D'après les statistiques du PNUD, 30 pour cent de la population vivent en dessous du seuil de pauvreté, et 14 pour cent en dessous du seuil de pauvreté extrême, notamment en zone rurale. Le chômage intéresse environ le quart de la population active.

La consommation annuelle par habitant est de 28 kg de tubercules et 38 kg de légumes. Le Cap Vert dépend lourdement de ses importations (les deux tiers provenant de l'aide alimentaire internationale) pour couvrir entre 80 et 90 pour cent de ses besoins en produits végétaux. D'une manière générale, les importations augmentent plus vite que la production agricole.

ÉCONOMIE, AGRICULTURE ET SÉCURITÉ ALIMENTAIRE

L'agriculture pluviale prédomine et est pratiquée sur 70 pour cent des exploitations et près de 90 pour cent des superficies (1988). En fonction de la pluviométrie, de 1 500 à 2 000 ha sont irrigués, vis-à-vis d'un potentiel irrigable fluctuant entre 2 500 et 3 000 ha. L'irrigation employait 13 000 personnes (dont un quart sur l'île de Santo Antão) en 1996, soit 13 pour cent de la population agricole.

Plus de 90 pour cent des superficies cultivées se trouvent sur les îles de Santiago, Santo Antão et Fogo. Il existe trois types de zones de production:

- entre 500 et 1 000 m d'altitude (sous la couverture nuageuse), avec une exposition nord ou nord-ouest, la pluviométrie annuelle est supérieure à 1 000 mm. L'agriculture y est intensive;
- à plus de 1 000 m d'altitude (au-delà de la couverture nuageuse), la pluviométrie est moindre et les températures sont plus basses. On y trouve des pâturages d'altitude aux arbres dispersés;
- dans les lits des rivières s'étendent la plupart des zones irriguées ou irrigables sur sols alluvionnaires.

En ce qui concerne l'agriculture pluviale, les productions majoritaires sont le maïs et le haricot en association avec le mil. La canne à sucre est de loin la culture irriguée la plus répandue (58 pour cent des superficies en 1996), suivie des tubercules (pommes de terre, patate et manioc), de la banane (6 100 tonnes) et des légumes (19 850 tonnes de maraîchage et 120 tonnes de fruits). La production agricole permet de couvrir environ 10 pour cent des besoins céréaliers et 30 pour cent des besoins en haricots. Celle de 99 pour cent des exploitations agricoles a pour objet principal la satisfaction des besoins d'autoconsommation.

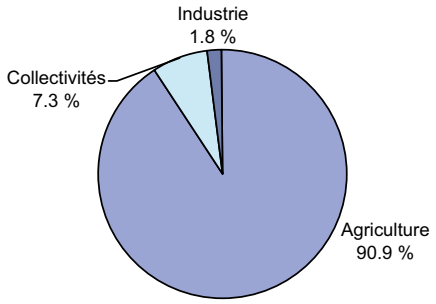
En 2003, les secteurs des services et de l'industrie contribuaient pour 74.5 et 18.9 pour cent respectivement au PIB. Le secteur de l'agriculture représentait quelque 6.6 pour cent du PIB national. Environ 90 pour cent des productions agricoles commercialisées proviennent des exploitations irriguées et 3 pour cent des exploitations en agriculture pluviale. Les exportations (poissons et produits de la mer, sel et bananes) représentent en valeur 20 pour cent des importations.

RESSOURCES EN EAU ET UTILISATION DE L'EAU

Ressources en eau

Selon le bilan hydrologique du Plan national directeur des ressources hydriques de 1993, 13 pour cent des précipitations s'infiltrent dans les aquifères alors que 87 pour cent s'écoulent en surface ou s'évaporent. Les ressources annuelles moyennes en eau superficielles étaient ainsi estimées à 181 millions de m³/an (dont 40 pour cent à Fogo, 33 pour cent à Santiago et 10 pour cent à São Antão), mais difficiles à exploiter du fait de leur écoulement torrentiel et du manque de connaissance des ouvrages de mobilisation (barrages, lacs artificiels, etc.). Les ressources en eau souterraines y étaient estimées à 124 millions de m³/an (39 pour cent à Santiago, 32 pour cent à São Antão et 18 pour cent à Fogo), dont 65 millions de m³ serait techniquement exploitables en année moyenne et 44 millions de m³ en année sèche.

FIGURE 1
Prélèvements en eau
Total: 27.9 millions de m³ en 2000



Par ailleurs, 1.681 millions de m³ d'eau étaient produits (1997) par dessalement d'eau sur les îles de São Vicente et Sal. Depuis 1998 des études ont été réalisées sur les possibilités de réutiliser les eaux usées pour l'agriculture.

Utilisation de l'eau

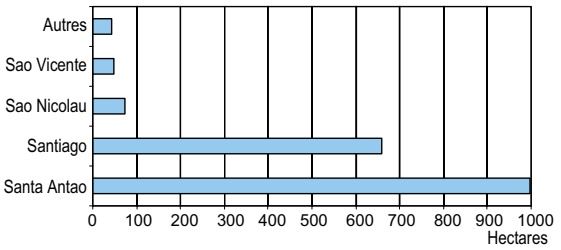
En 2000, sur un prélèvement total d'environ 22 millions de m³ d'eau, 20 millions ont été mobilisés pour l'irrigation, soit 91 pour cent (tableau 2 et figure 1), mais ce chiffre cache les disparités entre les îles:

- à San Vicente et Santo Antão, la surface irriguée est trop importante par rapport à la quantité d'eau disponible pour une irrigation optimale;
- à Santiago et San Nicolau, la surface irriguée correspond plus ou moins à la quantité d'eau disponible pour l'irrigation;

TABLEAU 2
L'eau: ressources et prélèvement

Les ressources en eau renouvelables			
Précipitations moyennes		228	mm/an
		0.92	10^9 m³/an
Ressources en eau renouvelables internes		0.3	10^9 m³/an
Ressources en eau renouvelables réelles totales		0.3	10^9 m³/an
Indice de dépendance		0	%
Ressources en eau renouvelables réelles totales par habitant	2004	634	m³/an
Capacité totale des barrages		-	10^6 m³
Prélèvements en eau			
Prélèvement total en eau	2000	22	10^6 m³/an
- irrigation + élevage	2000	20	10^6 m³/an
- collectivités	2001	1.6	10^6 m³/an
- industrie	2001	0.4	10^6 m³/an
• par habitant	2000	50.5	m³/an
• en % des ressources en eau renouvelables réelles totales	2000	7.3	%
Ressources en eau non conventionnelles			
Volume d'eaux usées produit		-	10^6 m³/an
Volume d'eaux usées traité		-	10^6 m³/an
Réutilisation des eaux usées traitées		-	10^6 m³/an
L'eau dessalée produite	1997	1.681	10^6 m³/an
Réutilisation des eaux de drainage		-	10^6 m³/an

FIGURE 2
Localisation des superficies réellement irriguées
Total: 1 821 ha en 1997



- sur les îles de Boavista, Brava, Fogo et Maio, l'eau disponible pour l'irrigation est en excès par rapport aux surfaces irriguées.

L'eau mobilisée provient de: i) sources (2 304 recensées, aménagées ou non) par captage, galeries creusées horizontalement dans les basalts et drains, ou captages alluviaux; ii) puits (1 173 exploités); iii) forages (238 exploités).

DÉVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION ET DU DRAINAGE

Évolution du développement de l'irrigation

Le potentiel irrigable a été estimé en 1997 à 3 109 ha, dont 90 pour cent dans les seules îles de Santiago, Santo Antão et San Vicente. Une superficie de 2 780 ha a été équipée pour l'irrigation en maîtrise totale/partielle, mais, en 1997, 1 821 ha seulement étaient réellement irrigués, dont 40 ha en irrigation localisée (tableaux 3 et 4 et figure 2). En 2000, la superficie en irrigation localisée était de 200 ha. Les deux îles de Santiago et Santo Antão correspondent à 90 pour cent de ces surfaces irriguées. Durant les années 90, la pluviométrie annuelle a été faible. Dans le même temps, l'exploitation des ressources en eau souterraines s'est maintenue et a entraîné un rabattement des nappes et une intrusion du biseau salé, avec pour conséquence l'abandon de terres irriguées en aval et un repli vers l'amont. Environ 78 pour cent de l'eau souterraine mobilisée pour l'irrigation viennent des sources et galeries horizontales, 17 pour cent des captages alluviaux (puits et drains transversaux) et 5 pour cent des forages profonds.

Le niveau d'organisation des producteurs est très faible. L'accès au crédit est pratiquement inexistant (2.5 pour cent des crédits accordés concernent le secteur agricole), ce qui, selon les études qui en ont été faites, limite les investissements dans un secteur très rentable. En 1997, 120 ha étaient exploités par des entreprises étatiques, le reste de la superficie irriguée (à l'exception d'une quinzaine de gros propriétaires ou coopératives) étant constitué d'exploitations familiales en faire-valoir direct.

Une gestion inefficace de l'eau est observée dans la plupart des périmètres aménagés. L'irrigation est surtout traditionnelle, avec un arrosage à la raie ou à la planche inondée dans les fonds de vallée, ou encore à la raie sur terrasse. Dans les pépinières, l'irrigation se fait à l'arrosoir à partir de petits réservoirs. D'une façon générale, l'eau est apportée après de trop longs intervalles et en trop grandes quantités à la fois. Ceci, conjugué à l'absence d'utilisation d'engrais et de produits phytosanitaires, explique les faibles rendements observés. L'irrigation localisée classique a fait l'objet d'une forte promotion, et malgré un coût d'investissement d'environ 5 000 dollars EU/ha (y compris le groupe motopompe), il a été adopté sur les îles de Maio, Santiago, Santo Antão et São Vicente. En 1971, sur les 40 ha utilisant l'irrigation localisée, une économie d'eau de 40 à 50 pour cent, une augmentation des rendements entre 15 et 20 pour cent et une efficience de la distribution allant jusqu'à 90 pour cent étaient observées.

L'eau des puits est exploitée par les agriculteurs privés qui disposent de motopompes. L'eau des forages est vendue au prix de 10 EVC/m^3, ce qui ne permet pas de couvrir les frais de fonctionnement et d'entretien de la motopompe. L'eau d'irrigation est subventionnée par l'État, les tarifs varient d'une île à l'autre (de 5 à 10 ECV/m$^{3)}$ et le prix est divisé par deux pour les agriculteurs pratiquant l'irrigation localisée. Ce prix ne correspond pas au coût réel: le coût réel de pompage avec une pompe à gasoil pour un forage est de 20 à 30 ECV/m^3 selon l'inclusion ou non de l'amortissement. L'eau est distribuée gravitairement parfois à grandes distances par des canaux en terre non revêtus (sols légers, peu propices au compactage) avec une efficience estimée entre 50 et 60 pour cent.

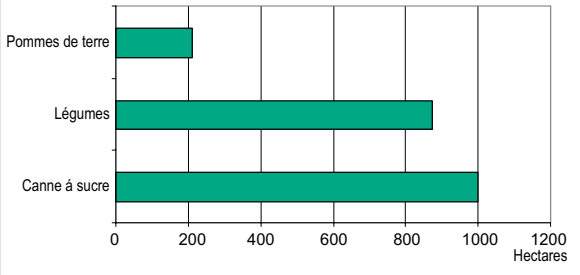
TABLEAU 3
Irrigation et drainage

Potentiel d'irrigation		**1997**	**3 109**	**ha**
Contrôle de l'eau				
1. Irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée		1997	2 780	ha
- irrigation de surface			-	ha
- irrigation par aspersion			-	ha
- irrigation localisée		2000	200	ha
• partie irriguée à partir des eaux souterraines		1988	22	%
• partie irriguée à partir des eaux de surface		1988	78	%
2. Zones basses équipées (marais, bas-fonds, plaines, mangroves)			-	ha
3. Irrigation par épandage de crues			-	ha
Superficie totale équipée pour l'irrigation (1+2+3)		1997	2 780	**ha**
• en % de la superficie cultivée			6	%
• augmentation moyenne par an sur les 10 dernières années		1988-1997	0	%
• superficie irriguée par pompage en % de la superficie équipée			-	%
• partie de la superficie équipée réellement irriguée			65	%
4. Marais et bas-fonds cultivés non équipés			-	ha
5. Superficie en cultures de décrue non équipée			-	ha
Superficie totale avec contrôle de l'eau (1+2+3+4+5)		**1997**	**2 780**	**ha**
- en % de la superficie cultivée			6	%
Périmètres en maîtrise totale/partielle	**Critère**			
Périmètres d'irrigation de petite taille	< ha		-	ha
Périmètres d'irrigation de taille moyenne	> ha et < ha		-	ha
Périmètres d'irrigation de grande taille	> ha		-	ha
Nombre total de ménages en irrigation			-	
Cultures irriguées dans les périmètres en maîtrise totale/partielle				
Production totale de céréales irriguées			-	tonnes
• en % de la production totale de céréales			-	%
Superficie totale en cultures irriguées récoltées			-	ha
• Cultures annuelles/temporaires: superficie totale			-	ha
- canne à sucre		2004	1 000	ha
- légumes (haricot vert, chou, tomates, etc.)		2004	875	ha
- pomme de terre		2004	210	ha
• Cultures permanentes: superficie totale			-	ha
Intensité culturale des cultures irriguées			-	%
Drainage - Environnement				
Superficie totale drainée			-	ha
- partie de la superficie équipée pour l'irrigation drainée			-	ha
- autres surfaces drainées (non irriguées)			-	ha
• superficie drainée en % de la superficie cultivée			-	%
Superficie protégée contre les inondations			-	ha
Superficie salinisée par l'irrigation			-	ha
Population touchée par les maladies hydriques liées à l'eau			-	habitants

TABLEAU 4
Répartition des terres irrigables et réellement irrigués en 1997

Ile	**Terres arables**		**Terres irriguées**	**Terres irrigables**
	(ha)	**%**	**(ha)**	**(ha)**
Santo Antão	8 800	21.4	997	1 357
Sao Vicente	450	1.1	49	250
Sao Nicolau	2 000	4.9	72	149
Sal	220	0.5	2	4
Boa Vista	500	1.2	10	16
Maio	660	1.6	8	35
Santiago	21 500	52.3	658	1 209
Fogo	5 900	14.4	12	78
Brava	1 060	2.6	10	11
Total	**41 090**	**100**	**1 821**	**3 109**

FIGURE 3
Principales cultures irriguées en 2004



Rôle de l'irrigation dans la production agricole, l'économie et la société

Quoique la production agricole ne couvre que très partiellement les besoins alimentaires, elle joue un rôle important dans la création d'emplois, la garantie de la cohésion sociale (surtout en milieu rural) et la réduction de la pauvreté. L'agriculture, tournée vers l'autoconsommation, est principalement réalisée sur des exploitations familiales dont environ 93 pour cent produisent des cultures irriguées aussi bien que pluviales. La superficie moyenne d'une exploitation pluviale est de 1,45 ha, contre 0,28 ha pour une exploitation irriguée. Entre 1988 et 1996, du fait de la sécheresse et peut-être de la révocation de la loi de base de réforme agraire, le nombre de familles travaillant dans l'irrigation a diminué de 19 pour cent dans les îles de Santiage et Santo Antão, alors que le nombre d'exploitations agricoles restait inchangé. Les terres irriguées sont dévolues pour moitié à la canne à sucre (figure 3).

L'irrigation au Cap Vert se répartit en trois types de périmètres:

- périmètres irrigués modernes: ce sont d'anciennes bananeraies, aujourd'hui consacrées à l'horticulture. Environ 80 pour cent de la surface équipée est cultivée;
- périmètres irrigués traditionnels: ils sont alimentés par des sources ou des puits, rarement par des forages. L'irrigation pratiquée est une irrigation de subsistance pour les cultures, dans les zones humides, ou pour l'arboriculture;
- périmètres semi-irrigués: ils reprennent les cas particuliers suivant les îles.

GESTION DE L'EAU, POLITIQUES ET DISPOSITIONS LÉGISLATIVES RÉGISSANT L'UTILISATION D'EAU EN AGRICULTURE

Institutions

Au niveau national, le Conseil national de l'eau (CNAG), présidé par le Ministre de l'agriculture, est l'entité responsable de coordonner la politique nationale relative aux ressources hydriques et de lui fournir un accompagnement intergouvernemental.

Le Ministère de l'agriculture, de l'alimentation et de l'environnement (MAAP) traite pour sa part des questions concernant l'eau d'irrigation au niveau ministériel. Il est responsable de l'Institut national de recherche et développement agricole (INIDA), ainsi que des trois instituts suivants:

- l'Institut national de gestion des ressources en eau (INRGH), organe exécutif du CNAG. Il crée et équipe les points d'eau puis en confie l'exploitation et la gestion aux services municipaux locaux. Sa responsabilité s'arrête au niveau du terrain;
- l'Institut national du génie rural et des forêts (INERF) est responsable de la distribution de l'eau d'irrigation jusqu'au niveau secondaire, ainsi que de la préparation et de la réalisation de projets d'infrastructures rurales, d'hydraulique rurale, et de conservation des sols et des eaux;
- l'Institut national de promotion de l'agriculture et de l'élevage (INFA) est responsable de la distribution de l'eau d'irrigation à partir des canaux tertiaires, ainsi que de la vulgarisation.

Politique et dispositions législatives

Un schéma directeur pour la mise en valeur des ressources en eau a été adopté en 1993. Ses objectifs étaient les suivants:

- assurer d'ici 2005 un accès à l'eau potable à toute la population;

- améliorer substantiellement l'assainissement, notamment en milieu urbain;
- satisfaire les besoins en eau pour l'industrie, le tourisme et l'élevage;
- rationaliser l'utilisation de l'eau pour l'irrigation.

Un schéma directeur de l'irrigation, adopté en 1998, tente d'une part d'optimiser les ressources en eau et en sol et, d'autre part, de fournir aux exploitants les informations dont ils ont besoin pour gérer efficacement les systèmes d'irrigation. Les objectifs poursuivis à l'horizon 2005 sont de réduire de 30 pour cent la consommation d'eau d'irrigation, d'atteindre une autosuffisance en productions horticole et fruitière, de maintenir l'emploi agricole à un certain niveau et d'utiliser les ressources en eau de façon durable. La stratégie retenue se propose d'utiliser durablement les ressources humaines et hydriques en améliorant: i) le contexte institutionnel et macro-économique, ii) la gestion des ressources, iii) la gestion des utilisations de l'eau et le soutien aux actions, iv) les aspects agronomiques et v) les activités connexes.

La libéralisation du marché a commencé en 2000 et un programme de coopération avec le PNUD prévoit une réforme institutionnelle d'ici 2007. Le Gouvernement du Cap Vert accorde, par ailleurs, une grande importance à la reconversion de l'agriculture pluviale, afin d'assurer l'adéquation des pratiques agricoles aux conditions climatiques et à la vocation des sols. Un programme intégré de reconversion de l'agriculture pluviale à réaliser d'ici 2015 est en cours d'élaboration.

ENVIRONNEMENT ET SANTÉ

Le problème environnemental le plus sérieux est celui de la salinisation des terres, due soit à la surexploitation des aquifères côtiers, qui favorise l'intrusion du biseau salé (rendant puits et forages côtiers inexploitables), soit à des pratiques d'irrigation incorrectes (lessivage insuffisant). Ce dernier point est à souligner en particulier avec l'introduction de l'irrigation localisée.

PERSPECTIVES POUR LA GESTION DE L'EAU EN AGRICULTURE

Le défi que le Cap Vert doit relever consiste à améliorer la sécurité alimentaire tout en reconnaissant que la production nationale ne pourra jamais couvrir les besoins de la population. La capacité du Cap Vert d'accéder à plus de denrées alimentaires ne peut donc être envisagée que par une augmentation des exportations de produits non agricoles et de services. Les options stratégiques du gouvernement sont de deux ordres: i) actions en faveur de l'accroissement de la production et de la conservation des ressources naturelles et ii) actions visant à augmenter les exportations de produits agricoles et de services.

En ce qui concerne l'augmentation de la production agricole, la politique actuelle se propose d'encourager la reconversion de l'agriculture pluviale. L'eau étant le principal facteur limitant, la politique nationale se tourne vers les investissements dans des ouvrages de mobilisation d'eau marginale et d'eau de surface. Plusieurs bassins versants ont été étudiés et les projets d'aménagement et de valorisation de deux bassins hydrogéologiques (Ribeira dos Picos et Ribeira dos Engenhos) ont démarré en 2003, grâce au financement de la BAD. Par ailleurs, la construction du premier barrage du Cap Vert devrait commencer en 2003 grâce à la coopération chinoise. Au niveau du terrain, diverses autres solutions ont été proposées: revêtement des canaux, capacités locales de stockage accrues, cultures moins exigeantes en eau et surtout promotion réelle de l'irrigation localisée, qui suppose un meilleur accès au crédit et une vulgarisation appropriée (maîtrise technique et conservation des sols contre la salinité).

Parmi les autres contraintes importantes figurent le manque de terres et la grande limitation du potentiel irrigable. En matière de pêche, le Cap Vert dispose de ressources halieutiques non entièrement exploitées qui peuvent contribuer de manière limitée à améliorer la situation nutritionnelle.

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

Banque mondiale. 2003. *Cape Verde at a glance 2003*.

CILSS [Comité permanent inter-Etats de lutte contre la sécheresse dans le Sahel]. 1989. *Étude sur l'amélioration des cultures irriguées au Cap-Vert.* Rapport de synthèse. Ouagadougou.

FAO. 1994. *Programme d'hydraulique agricole*, Rapport d'identification. Cap-Vert. FAO/CI rapport 18/94 ADB/CVI 9. Rome.

FAO. 1996. *Appui à la caractérisation des sols et à l'aménagement des terres des îles de Santiago, San Vicente et Maio.* Rapport de mission de M. Dachraoui. Projet TCP/CVO/4451. Juillet-août 1996.

FAO. 1997. *Promotion de techniques de micro-irrigation: Conclusions et recommandations*. Rapport terminal du projet UTF/CVI/035/CVI.

FAO. 2002. *Promotion des techniques de micro-irrigation au Cap-Vert* Rapport de mission d'évaluation du projet FAO UTF/CVI/037/CVI. Juillet 2002.

Ministère de l'agriculture de l'élevage et de la sylviculture. 1997. *Plan national directeur de l'irrigation – Cap Vert*.

Ministère de l'agriculture et des pêches, Direction générale de l'environnement. 2002. *Rapport national de mise en place de la Convention internationale pour la lutte contre la désertification*. Avril 2002.

Ministerio da agricultura e pescas. 2002. *Estratégia nacional e programma de segurança alimentar durával numa perspectiva de luta contra a pobreza para o periodo 2003-2007*. Juin 2002.

Ministério de desenvolvimento rural e pescas. 1986. *Documento de apresentação do plano sectorial do desenvolvimento rural.*

PNUD/CNAG [Conselho nacional de aguas]. 1993. *Schéma directeur pour la mise en valeur des ressources en eau (1993-2005).* Rapport préparé par le projet CVI/81/001, Assistance à la JRH.

PNUD/FAO. 1993. *Esquisse d'un programme d'action nationale pour l'agriculture irriguée.* INGRH [Instituto nacional de gestão de recursos hidricos].

Comores

GÉOGRAPHIE, CLIMAT ET POPULATION

L'archipel des Comores est situé à l'entrée nord du canal de Mozambique entre l'Afrique orientale et Madagascar. Il est composé de quatre îles, la Grande Comore (N'Gazidja), Mohéli (Mwali), Anjouan (N'Dzouani) et Mayotte: les trois premières forment l'Union des Comores alors que la quatrième est sous administration française. Les trois premières occupent ensemble une superficie de 2 230 km^2 et sont distantes entre elles de 40 à 80 km:

- la Grande Comore est l'île la plus étendue et la plus occidentale, avec une largeur comprise entre 15 et 24 km et une longueur totale des côtes de 170 km. La capitale, Moroni, est située à l'ouest, au pied du mont Karthala (2 361 m). L'île se compose de trois régions naturelles: au sud la péninsule de Badjini, au centre le massif du Karthala et au nord le massif de la Grille. La côte est peu élevée et très souvent rocheuse. On peut observer quelques récifs coralliens;
- l'île de Mohéli, la plus petite et de forme ovale, est formée d'un plateau basaltique étalé à l'est, qui se redresse à l'ouest en crête par le mont Kibouana à 765 m. L'île est protégée par un banc de corail large de 2 km et bordée de grandes plages aux sables de couleurs variées et de petites baies à mangroves;
- Anjouan a la forme d'un triangle équilatéral. Les trois lignes de crêtes principales se rejoignent au centre de l'île, au mont N'Tingui (1 595 m). Le réseau hydrographique est dense et a creusé de nombreuses vallées étroites et encaissées qui donnent à l'ensemble de l'île un relief accidenté. Aux trois extrémités de l'île, on trouve des falaises dominant le littoral.

On peut distinguer trois grandes catégories de sols: les sols ferralitiques, les sols bruns (Anjouan et Mohéli), les andosols (majoritaires à la Grande Comore, mais également présents à Mohéli et Anjouan). Souvent, notamment à Anjouan et Mohéli, en raison du relief accidenté, les sols sont naturellement fragiles et sensibles à l'érosion. Cette sensibilité est fréquemment accrue par la déforestation. Globalement, les sols sont peu évolués, pauvres et sensibles aux décapages. L'exploitation inappropriée des zones à forte pente et l'érosion hydrique provoquée par les précipitations élevées sont à l'origine d'un processus accéléré de dégradation des terres et la couverture forestière se réduit inexorablement.

Le climat est de type tropical humide insulaire à deux saisons, l'une sèche et «fraîche» (mai-octobre), l'autre humide et chaude (novembre-avril). Les températures fluctuent entre des minima de 15°C et des maxima de 33°C. La pluviométrie annuelle varie entre 2 000 mm et 4 000 mm. Sur les îles elles-mêmes, la pluviométrie change sensiblement en fonction de l'altitude et de l'orientation par rapport au relief. À la Grande Comore la pluviométrie varie entre 1 398 mm à l'est de Foumbouni et 5 888 mm à l'ouest de Nioumbadjou, au pied du massif du Karthala. À Mohéli, les précipitations moyennes vont de 1 187 mm à Fomboni (15 m d'altitude) à 3 063 mm au Chalet Saint-Antoine (697

TABLEAU 1
Caractéristiques du pays et population

Superficies physiques			
Superficie du pays	2002	223 000	ha
Superficie cultivée (terres arables et cultures permanentes)	2002	132 000	ha
• en % de la superficie totale du pays	2002	59	%
• terres arables (cultures temporaires + prairies et jachères temp.)	2002	80 000	ha
• cultures permanentes	2002	52 000	ha
Population			
Population totale	2004	790 000	habitants
• dont rurale	2004	64	%
Densité de population	2004	354	habitants/km²
Population active	2004	376 000	habitants
• en % de la population totale	2004	48	%
• féminine	2004	43	%
• masculine	2004	57	%
Population active dans le secteur agricole	2004	270 000	habitants
• en % de la population active	2004	72	%
• féminine	2004	51	%
• masculine	2004	49	%
Économie et développement			
Produit intérieur brut (PIB)	2003	323	millions de $EU/an
• valeur ajoutée du secteur agricole (% du PIB)	2003	40.9	%
• PIB par habitant	2003	421	$EU/an
Indice de développement humain (plus élevé = 1)	2002	0.530	
Accès aux sources améliorées d'eau potable			
Population totale	2002	94	%
Population urbaine	2002	90	%
Population rurale	2002	96	%

m d'altitude). À Anjouan, elles varient entre 1 371 mm à M'Ramani et plus de 3 000 mm dans la zone centrale de l'île. Sur la côte, la température moyenne annuelle avoisine les 25°C. Elle diminue avec l'altitude. L'amplitude annuelle, faible, est de l'ordre de 4°C. L'humidité moyenne avoisine 85 pour cent et l'évaporation annuelle est comprise entre 600 mm et 800 mm en bordure de côte. Episodiquement, les Comores peuvent être traversées par des cyclones. Dans l'archipel, la conjonction de différents facteurs (relief, couvert végétal, etc.) est favorable à la création de nombreux microclimats sur chacune des îles. Ces variations jouent un rôle important dans la répartition des espèces, la pédogenèse et les phénomènes d'érosion.

La population en 2004 s'élevait à 790 000 habitants dont 64 pour cent étaient des ruraux (tableau 1). La densité atteignait 354 habitants/km². La croissance démographique pour la période 1990-2002 était de 2.9 pour cent, pour une espérance de vie à la naissance de 61 ans. L'eau potable en 2002 était accessible à 94 pour cent de la population (90 pour cent en milieu urbain et 96 pour cent en milieu rural). En 1995, l'incidence de la pauvreté était estimée à 47 pour cent des ménages, mais le phénomène varie selon les îles: Anjouan est la plus touchée par le phénomène avec une incidence de pauvreté monétaire égale à 60 pour cent. Les plus affectés sont les agriculteurs.

ÉCONOMIE, AGRICULTURE ET SÉCURITÉ ALIMENTAIRE

Le secteur agricole est un secteur clé pour la subsistance, l'économie et l'emploi. En 2002, il offrait des emplois à 73 pour cent de la population active et contribuait pour 41 pour cent au PIB. Sa contribution au total des exportations et importations en 2001 était de 29 pour cent et 22 pour cent respectivement. Les volumes exportés sont faibles et diminuent progressivement à cause de la compétition avec d'autres pays sur les mêmes marchés. Le secteur agricole assure au pays la quasi-totalité (85 pour cent en

1999 et 96 pour cent en 2000) des devises. En 1999 et 2000, cette contribution s'élevait à 43 pour cent et 50 pour cent pour la vanille, 28 pour cent et 32 pour cent pour le girofle et 13 pour cent et 14 pour cent pour l'ylang ylang.

La production vivrière consiste en bananes, tubercules frais comme le manioc, patate douce, taro et igname, fruit de l'arbre à pain et produits maraîchers. Elle est destinée essentiellement à l'autoconsommation. Les productions animales, à savoir bovins, caprins et volaille, constituent un potentiel non négligeable pour couvrir les besoins protéiques et générer des ressources financières qui sont importantes pour les ménages résidant en milieu rural, notamment pour la filière caprine. Les ressources halieutiques sont sous-exploitées. Les importations satisfont la moitié des besoins alimentaires des populations que le secteur vivrier de subsistance n'arrive pas à couvrir. Les principaux produits agricoles importés sont le riz usiné et le riz paddy qui représentaient en 2001 près de 29 pour cent de la valeur des produits agricoles importés.

On distingue deux catégories principales de systèmes d'exploitation agricole: les exploitations des «Bas», situées dans les zones d'altitude inférieure à 600 m, et celles de «Hauts», qui correspondent à des conditions climatiques différentes. Les zones de basse et moyenne altitude sont réservées aux systèmes culturaux associant, sur une même parcelle, une strate arborée où dominent le cocotier et le giroflier, une strate intermédiaire occupée par le bananier et une strate inférieure affectée aux cultures d'exportation en association avec les productions vivrières. Les zones d'altitude comprises entre 500 à 900 m sont consacrées à des systèmes à base de cultures vivrières. En marge des dernières forêts, à une altitude comprise entre 800 et 1 200 m, se trouvent les plantations de bananier. Parmi les principales contraintes à l'agriculture figurent: i) la problématique foncière non élucidée à la suite de la disparition des domaines coloniaux et la gestion confuse du domaine public; ii) les coûts élevés des communications entre et dans les îles; iii) l'insularité et le positionnement à l'écart des principaux axes maritimes, deux facteurs qui ont un impact négatif sur la compétitivité des exportations agricoles.

RESSOURCES EN EAU ET UTILISATION DE L'EAU

Ressources en eau

Le bilan des eaux souterraines est partiellement évalué pour la Grande Comore, qui ne possède pas d'écoulements superficiels permanents, mais il n'existe pas pour les deux autres îles où, par contre, les ressources en eau de surface ont été évaluées localement. Les potentialités hydrographiques sont très différentes d'une île à l'autre. Seule Mohéli possède un réseau hydrographique, alors qu'à la Grande Comore il n'existe pas de cours d'eau permanent et à Anjouan les cours d'eau sont périodiques. Les ressources hydriques sont disponibles en quantité relativement importante à Anjouan et à Mohéli où d'assez nombreux cours d'eau coulent en permanence même s'ils sont en nette diminution et que certains sont devenus temporaires, notamment en raison de l'augmentation du ruissellement rapide due au recul du couvert végétal.

À la Grande Comore où le sol est poreux, les ressources en eau de surface sont nulles. Immédiatement après l'arrêt des précipitations, les eaux canalisées s'écoulent et s'infiltrent rapidement pour faire place à des lits à sec. Cependant, la percolation des eaux de pluie à travers le sol a permis la formation d'une nappe lenticulaire presque au niveau de la mer, au-dessus des infiltrations d'eau saumâtre. La capacité de cette nappe et les limites à son exploitation rationnelle sont mal connues. En revanche, les niveaux de cette nappe restent très profonds par rapport au sol. En zone côtière, l'influence des marées se fait sentir à plus de 2 km à l'intérieur des terres. L'amplitude des marées est amortie au niveau des puits. Ces fluctuations naturelles de la nappe, dues aux marées, provoquent des variations de la salinité des eaux captées. Six sources ont été répertoriées et sont captées dans le massif de la Grille, et dans le Badjini elles sourdent

au pied des cônes volcaniques de déjection les plus importants. Elles correspondent à des nappes perchées de faible extension, qui sont probablement piégées par les formations argileuses latéritiques du tertiaire.

À Mohéli et Anjouan, on rencontre des cours d'eau pérennes et des cours d'eau temporaires. À Mohéli, on distingue: une zone amont de type torrentiel, à écoulement rapide; une zone intermédiaire de piémont, à pente plus faible et à écoulement moyen ou lent; et une zone de delta, plus ou moins étendue ou l'écoulement est lent à stagnant, et dans laquelle se développe parfois une végétation de mangrove. À Anjouan, en raison du caractère accidenté du relief, les secteurs de type delta sont presque inexistants et les secteurs de type torrentiel prédominent largement. Les ressources en eau souterraines sont exploitées au niveau des sources. Anjouan fait actuellement face à un grave problème de disparition de ses ressources en eau superficielles. Alors que 49 cours d'eau pérennes étaient recensés en 1950, en 1970 il n'y en avait déjà plus qu'une trentaine et, d'après les statistiques, il ne resterait plus aujourd'hui qu'une dizaine de cours d'eau permanents. Cette situation est directement liée aux problèmes de défrichage et d'érosion des sols entraînés par la pression démographique croissante.

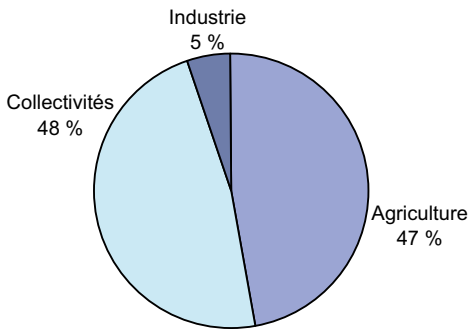
Il convient d'ajouter à ces ressources des zones de mangroves présentes sur les trois îles: leur étendue n'est pas recensée à la Grande Comore, mais elles occupent 91 ha à Mohéli, et 8 ha à Anjouan.

Utilisation de l'eau

La fourniture en eau potable à la Grande Comore se fait, d'une part, par l'adduction moderne des eaux souterraines extraites par pompage (et des forages de puits récents) et, d'autre part, par la collecte des eaux pluviales par un système traditionnel de citernes. En 1989, 80 pour cent de la population de la Grande Comore s'approvisionnait à partir de citernes essentiellement communautaires. Ces citernes de grande capacité (100-200 m^3) sont destinées à l'approvisionnement en saison sèche. Les risques de pollution accidentelle de ces dispositifs sont importants. Toutefois, ces citernes de secours ne sont pas toujours suffisantes, et il faut alors recourir à l'approvisionnement en eau de ces zones par camion, depuis la région de Moroni, système qui entraîne des frais pour les usagers. S'il est vrai que les ressources en eau potable de la Grande Comore sont suffisantes pour satisfaire les besoins de la population, il n'en demeure pas moins que la répartition irrégulière des points de prélèvement les rend souvent difficilement accessibles. En l'absence de besoins réels d'eau pour l'irrigation et l'abreuvement, tous les efforts se concentrent sur l'alimentation en eau potable des populations.

À Anjouan et Mohéli, les eaux de surface et les sources sont suffisantes pour l'approvisionnement en eau potable, à l'exception de la région d'Ouanani à Mohéli (plateau de Djandro). Dans cette région, un programme de «forage» est en cours et devrait permettre l'alimentation en eau des populations.

FIGURE 1
Prélèvements en eau
Total: 0.01 km^3 en 1999



Les prélèvements totaux s'élevaient à 10 millions de m^3 en 1999, dont 48 pour cent étaient utilisés pour la consommation domestique, 47 pour cent pour l'agriculture (irrigation et élevage) et 5 pour cent pour l'industrie (tableau 2 et figure 1).

DÉVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION ET DU DRAINAGE

Le développement de l'irrigation s'avère problématique. À la Grande Comore, les possibilités sont quasiment nulles. Sur l'île d'Anjouan, 203 ha avaient été recensés au

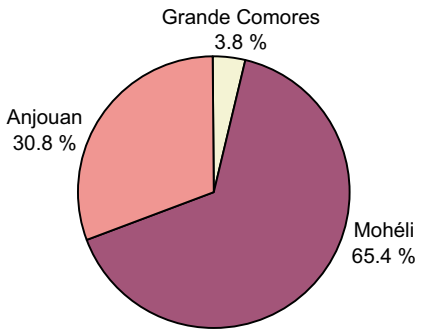
TABLEAU 2
L'eau: ressources et prélèvement

Les ressources en eau renouvelables			
Précipitations moyennes		900	mm/an
		2.01	10^9 m³/an
Ressources en eau renouvelables internes		1.2	10^9 m³/an
Ressources en eau renouvelables réelles totales		1.2	10^9 m³/an
Indice de dépendance		0	%
Ressources en eau renouvelables réelles totales par habitant	2004	1 519	m³/an
Capacité totale des barrages		-	10^6 m³
Prélèvements en eau			
Prélèvement total en eau	1999	10.0	10^6 m³/an
- irrigation + élevage	1999	4.7	10^6 m³/an
- collectivités	1999	4.8	10^6 m³/an
- industrie	1999	0.5	10^6 m³/an
• par habitant	1999	15	m³/an
• en % des ressources en eau renouvelables réelles totales	1999	0.8	%
Ressources en eau non conventionnelles			
Volume d'eaux usées produit		-	10^6 m³/an
Volume d'eaux usées traité		-	10^6 m³/an
Réutilisation des eaux usées traitées		-	10^6 m³/an
L'eau dessalée produite		-	10^6 m³/an
Réutilisation des eaux de drainage		-	10^6 m³/an

début des années 1970 comme potentiellement irrigables, et sur l'île de Mohéli 100 ha en 1973. Au total, en 1987, la surface équipée pour l'irrigation en maîtrise totale/partielle était de 130 ha (figure 2), alors que 85 ha étaient réellement irrigués (tableau 3). Les coûts de mobilisation et de distribution sont très élevés.

La petite hydraulique agro-pastorale a connu des progrès sensibles ces dernières années grâce à l'émergence d'un petit nombre de projets de développement à volet hydraulique. Cependant ces résultats ne sont pas encore suffisants au regard des énormes besoins et attentes des producteurs, notamment des maraîchers et des éleveurs. Le problème de l'eau est particulièrement ressenti à la Grande Comore où la capacité de rétention du sol est très faible en raison de sa forte porosité.

FIGURE 2
Localisation des superficies irriguées en maîtrise totale/partielle
Total: 130 ha en 1987



GESTION DE L'EAU, POLITIQUES ET DISPOSITIONS LÉGISLATIVES RÉGISSANT L'UTILISATION D'EAU EN AGRICULTURE

Institutions

Les institutions les plus actives dans la gestion des ressources naturelles sont les suivantes:

- le Ministère de la production, de l'agriculture, des ressources marines et de l'environnement (MPARME) qui œuvre de concert avec: i) la Direction générale de l'agriculture et du développement rural (DGADR), relayée au niveau régional sur chaque île par une Direction régionale de l'agriculture, de la pêche et de l'environnement (DRAPE), s'appuyant sur des Centres d'encadrement agricole (CEA) qui servent d'interface avec les producteurs ruraux; ii) la Direction générale de l'environnement (DGE);

TABLEAU 3
Irrigation et drainage

Potentiel d'irrigation		**300**	**ha**
Contrôle de l'eau			
1. Irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée	1987	130	ha
- irrigation de surface		-	ha
- irrigation par aspersion		-	ha
- irrigation localisée		-	ha
• partie irriguée à partir des eaux souterraines		-	%
• partie irriguée à partir des eaux de surface		-	%
2. Zones basses équipées (marais, bas-fonds, plaines, mangroves)		-	ha
3. Irrigation par épandage de crues		-	ha
Superficie totale équipée pour l'irrigation (1+2+3)	**1987**	**130**	**ha**
• en % de la superficie cultivée	1987	0.1	%
• augmentation moyenne par an sur les …. dernières années		-	%
• superficie irriguée par pompage en % de la superficie équipée		-	%
• partie de la superficie équipée réellement irriguée	1987	65	%
4. Marais et bas-fonds cultivés non équipés		-	ha
5. Superficie en cultures de décrue non équipée		-	ha
Superficie totale avec contrôle de l'eau (1+2+3+4+5)	**1987**	**130**	**ha**
• en % de la superficie cultivée	1987	0.1	%
Périmètres en maîtrise totale/partielle	**Critère**		
Périmètres d'irrigation de petite taille	< ha	-	ha
Périmètres d'irrigation de taille moyenne	> ha et < ha	-	ha
Périmètres d'irrigation de grande taille	> ha	-	ha
Nombre total de ménages en irrigation		-	
Cultures irriguées dans les périmètres en maîtrise totale/partielle			
Production totale de céréales irriguées		-	tonnes
• en % de la production totale de céréales		-	%
Superficie totale en cultures irriguées récoltées		-	ha
• Cultures annuelles/temporaires: superficie totale		-	ha
• Cultures permanentes: superficie totale		-	ha
Intensité culturale des cultures irriguées		-	%
Drainage - Environnement			
Superficie totale drainée		-	ha
- partie de la superficie équipée pour l'irrigation drainée		-	ha
- autres surfaces drainées (non irriguées)		-	ha
• superficie drainée en % de la superficie cultivée		-	%
Superficie protégée contre les inondations		-	ha
Superficie salinisée par l'irrigation		-	ha
Population touchée par les maladies hydriques liées à l'eau		-	habitants

- l'Institut national de la recherche pour l'agriculture, la pêche et l'environnement (INRAPE).

En outre, la Société comorienne de l'eau et de l'électricité, la Mamwe, est chargée de gérer la distribution de l'eau.

Gestion de l'eau

Les infrastructures d'hydraulique pastorale (citernes et impluviums) ne sont pas toujours correctement entretenues et l'eau est mal gérée, bien que tous les villageois participent aux travaux sans que personne n'en revendique la propriété (cas des impluviums du CEA de Dimadjou).

Politiques et dispositions législatives

Une politique nationale relative à l'environnement a été adoptée par le décret du 31/12/93, ainsi qu'un Plan d'action environnemental (PAE). Intégrer le secteur de l'eau dans le PAE est l'un des axes principaux de la politique nationale concernant

l'approvisionnement en eau, ainsi que développer des technologies durables, adaptées et à faible coût pour augmenter la couverture du service.

Le pays s'est doté en 1994 d'une Loi-cadre n° 94-018, relative à l'environnement. En 1999, il n'existait encore aucun texte d'application de cette loi. On peut tout de même s'interroger sur l'applicabilité d'une législation environnementale qui serait nécessairement contraignante, sachant que les autorités comoriennes ne sont pas en mesure de la faire appliquer et qu'on aurait du mal à la faire accepter par les populations.

ENVIRONNEMENT ET SANTÉ

Le paludisme est probablement la première cause de morbidité et de mortalité: il est responsable de 25 pour cent environ des hospitalisations et de 10 à 25 pour cent des décès parmi les enfants de moins de 5 ans suivant les régions. Les maladies diarrhéiques constituent la troisième cause de mortalité chez les enfants. L'épidémie de dengue de 1993 aurait touché 60 000 individus.

Les phénomènes d'assèchement des rivières à Anjouan et Mohéli ont pour conséquences prévisibles une baisse quantitative et qualitative de l'eau (stagnation, non-dilution des polluants et pollution en aval) avec, comme corollaire, des difficultés d'approvisionnement et de production hydroélectrique (Miringoni). En dehors des imperfections des systèmes de stockage des eaux de pluie, la détérioration des réseaux, non entretenus depuis leur mise en place, et notamment le manque de traitement des eaux usées, sont une source majeure de pollution. D'une façon générale, l'eau de la nappe est de très bonne qualité, car elle se situe à une certaine profondeur et bénéficie de l'excellent pouvoir de filtration des roches volcaniques. La principale source de pollution de ces nappes semble résider dans les installations d'exhaure elles-mêmes (puits), insuffisamment protégées. Par ailleurs, il existe des risques importants de surexploitation de certaines nappes côtières pouvant entraîner la remontée du biseau salé (Grande Comore).

PERSPECTIVES POUR LA GESTION DE L'EAU EN AGRICULTURE

Dans le cadre du suivi du Sommet mondial de l'alimentation de 1996, l'objectif à l'horizon 2010 concernant l'hydraulique agricole consiste en l'aménagement de la totalité des terres irrigables, malgré l'insécurité foncière et l'insuffisance de services de conseils.

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

Banque mondiale. 1993. *République fédérale islamique des Comores: Stratégie pour une croissance agricole.* Rapport 1151-COM. Washington DC.

BDPA. 1991. *Étude de la stratégie agricole des Comores.*

FAO. 1973. *Les infrastructures en milieu rural, les aménagements hydroagricoles, la petite hydraulique rurale.* Rapport AT 3200.

FAO. 1990. *Développement rural intégré de Niomakélé et Tsembéhou.* Conclusions et recommandations du projet. Rapport final du projet UTF/COI/001/COI. Rome.

FAO. 1996. *Comores – Suivi du Sommet mondial de l'alimentation. Projet de stratégie pour le développement agricole national. Horizon 2010.*

FAO. 2003. *Éléments de stratégie pour la sécurité alimentaire et le développement agricole – Horizon 2015 – Union des Comores.*

FAO. 2004. *Note d'information – Comores.*

Ministère du développement rural, de la pêche et de l'environnement. 1994. *Consultation sectorielle sur l'environnement et l'agriculture.*

MPARME. 1993. *Profil environnemental de l'Union des Comores.*

MPARME, PNUD, FAO. 2000. *Appui à la stratégie de relance du développement agricole et rural.* Projet SPPD/COI/00/003.

Nations Unies. 2001. *Bilan commun de situation (CCA) des Comores.*

République fédérale islamique des Comores (RFIC). 1999. *Projet «Eau, infrastructures, environnement» - Étude d'impact sur l'environnement.*

OMS. 2000. *Water supply & santiation sector assessment.*

Congo

GÉOGRAPHIE, CLIMAT ET POPULATION

La République du Congo couvre une superficie de 342 000 km². Elle est située en Afrique centrale à cheval sur l'équateur entre les latitudes 3°30' nord et 5° sud, et les longitudes 11° et 18° est. Le pays est limité à l'ouest par le Gabon, au nord-est par le Cameroun, au nord par la République centrafricaine, à l'est et au sud-est par la République démocratique du Congo et, enfin, au sud par l'enclave angolaise du Cabinda. La façade maritime ouverte sur l'océan Atlantique qui borde le territoire congolais au sud-ouest s'étend sur 120 km. La superficie cultivée (terres arables et cultures permanentes) est de 240 000 ha, soit 0.7 pour cent du territoire national (tableau 1). Les forêts occupent environ 58 pour cent du territoire national et les savanes près de 42 pour cent.

Les principaux ensembles naturels qui composent le territoire congolais sont: la plaine côtière, la chaîne du Mayombe, la plaine du Niari-Nyanga, le massif du Chaillu,

TABLEAU 1
Caractéristiques du pays et population

Superficies physiques			
Superficie du pays	2002	34 200 000	ha
Superficie cultivée (terres arables et cultures permanentes)	2002	240 000	ha
• en % de la superficie totale du pays	2002	0.7	%
• terres arables (cultures temporaires + prairies et jachères temp.)	2002	190 000	ha
• cultures permanentes	2002	50 000	ha
Population			
Population totale	2004	3 818 000	habitants
• dont rurale	2004	46	%
Densité de population	2004	11	habitants/km²
Population active	2004	1 544 000	habitants
• en % de la population totale	2004	40	%
• féminine	2004	43	%
• masculine	2004	57	%
Population active dans le secteur agricole	2004	576 000	habitants
• en % de la population active	2004	37	%
• féminine	2004	60	%
•masculine	2004	40	%
Économie et développement			
Produit intérieur brut (PIB)	2003	3 500	millions de $EU/an
• valeur ajoutée du secteur agricole (% du PIB)	2003	6.3	%
• PIB par habitant	2003	917	$EU/an
Indice de développement humain (plus élevé = 1)	2002	0.494	
Accès aux sources améliorées d'eau potable			
Population totale	2002	46	%
Population urbaine	2002	72	%
Population rurale	2002	17	%

les plateaux Batéké, la cuvette congolaise et les plateaux du nord-ouest. Le territoire congolais est dominé par des sols acides qui se répartissent en deux classes principales: les sols ferralitiques et les sols hydromorphes.

On distingue trois types de climat:

- le climat équatorial dans le nord du pays, caractérisé par une forte humidité et une pluviosité supérieure à 1 700 mm avec une température moyenne comprise entre 24°C et 26°C;
- le climat tropical humide dans le sud-ouest, où les précipitations moyennes annuelles varient entre 1 200 mm dans le sud et 1 700 mm sur les reliefs proches du Gabon; la température moyenne mensuelle est comprise entre 21°C et 27°C;
- le climat subéquatorial, connu dans les régions des plateaux et de la cuvette, est intermédiaire entre ces deux précédents; les précipitations moyennes annuelles y sont de l'ordre de 1 600 mm.

En termes de répartition spatiale, l'ensemble du territoire congolais est bien arrosé avec des précipitations moyennes annuelles nationales de 1 650 mm. Les valeurs moyennes annuelles de l'évapotranspiration potentielle oscillent autour de 1 300 mm. Cette homogénéité s'explique par la constance de la couverture nuageuse et, partant, par la part du rayonnement diffus dans le rayonnement global. Les conditions climatiques sont un atout majeur pour le développement de l'agriculture. Globalement elles ne présentent pas de limites pour la culture des plantes tropicales, bien que les fortes précipitations gênent le développement de certaines cultures maraîchères telles que la laitue, l'oseille, la morelle blanche et le chou. En période pluvieuse, ces cultures sont produites sous serre (en plastique dans les exploitations modernes et en branchages dans les exploitations paysannes).

La population du Congo est estimée à environ 3.8 millions d'habitants (2004), dont 46 pour cent sont des ruraux. La densité est de 11 habitants/km^2 et le taux de croissance démographique de 2.9 pour cent Environ 46 pour cent de la population ont accès aux services d'approvisionnement en eau: 72 pour cent en milieu urbain et 17 pour cent en milieu rural.

ÉCONOMIE, AGRICULTURE ET SÉCURITÉ ALIMENTAIRE

L'économie congolaise s'articule pour l'essentiel suivant deux grands axes: les industries extractives minières (pétrole et gaz) et les activités du secteur primaire (agriculture, pêche et forêt). Le PIB national en 2003 était de 3.5 milliards de dollars EU. La part revenant à l'agriculture était de 6.3 pour cent du PIB national. En 2004, les secteurs agricole et sylvicole absorbaient 37 pour cent de la population active totale dont 60 pour cent étaient des femmes.

Le bilan établi en 1994 sur la situation alimentaire du Congo montre que, hormis pour le manioc et la banane plantain, où l'autosuffisance varie entre 90 et 100 pour cent, les produits de base sont très déficitaires, à savoir la viande (30 pour cent d'autosuffisance), le riz (3 pour cent), les œufs (46 pour cent) et l'huile (40 pour cent). Globalement, le Congo dépend des importations pour son alimentation. Depuis 1994, la situation n'a cessé de se dégrader, accentuée en outre par les crises sociopolitiques que le Congo a connues à partir de 1997. La tendance actuelle se caractérise par la persistance de la dépendance vis-à-vis des importations.

Les techniques culturales traditionnelles varient en fonction de la zone d'intervention. En zone forestière le défrichement et l'abattage sont suivis du brûlis et de la culture sur sillons ou billons. En zone de savane, un brûlis suivi d'un défrichement permet la culture en sillons, en buttes écobuées ou en terres plates. En général, après la récolte, le champ est abandonné à la jachère.

Le VIH/SIDA est actuellement l'une des principales causes de mortalité et de morbidité au Congo. Sa propagation s'est accélérée ces dernières années suite aux

conflits armés que le pays a connus. À la fin de 2001, le nombre de personnes atteintes du VIH/SIDA était de 110 000 dont 95 000 adultes (15-49 ans), soit 7.2 pour cent de la population totale adulte. Bien que le taux de prévalence du VIH/SIDA soit plus important en milieu urbain qu'en milieu rural, cette épidémie a un impact direct sur le développement économique et, notamment, du secteur agricole. Sa gravité est d'autant plus grande qu'elle touche principalement les populations actives valides et, en particulier, les femmes qui constituent la majeure force de travail en agriculture.

RESSOURCES EN EAU ET UTILISATION DE L'EAU

Ressources en eau

La République du Congo dispose d'un réseau hydrographique dense qui s'organise autour de deux bassins fluviaux principaux: le bassin du fleuve Congo, qui occupe environ 72 pour cent de la superficie totale du pays et celui du Kouilou–Niari, couvrant environ 16 pour cent. À ces deux bassins il convient d'ajouter des bassins côtiers de moindre importance: les bassins de la Loémé, de la haute Nyanga, du haut Ogooué, et de Chilango.

Les eaux souterraines sont également abondantes. Elles sont comprises dans quatre ensembles aquifères:

- aquifère du bassin sédimentaire côtier (6 000 km^2);
- aquifère du bassin sédimentaire du Congo (224 000 km^2);
- aquifère des séries du sédimentaire ancien (68 000 km^2);
- aquifère des roches cristallines et cristallophylliennes (44 000 km^2).

Les deux premières unités hydrogéologiques renferment des terrains sédimentaires plus ou moins poreux et perméables, très peu consolidés. Ces terrains recouvrent 67 pour cent du territoire national et constituent des aquifères généralisés. Les deux autres unités hydrogéologiques occupent 33 pour cent du territoire national. Elles représentent les aquifères discontinus du socle, dominés par une porosité de fissure.

La République du Congo dispose de deux barrages: le barrage du Djoué et celui de Moukoukoulou avec une capacité totale de 9 millions de m^3. Le territoire congolais est constitué à 20 pour cent à peu près de zones humides comprenant des forêts et des savanes inondées, des zones marécageuses et des zones côtières occupées par les mangroves. Ces zones sont essentielles pour la conservation de la biodiversité et jouent un rôle majeur dans la régulation de l'écoulement du fleuve Congo et des bassins fluviaux côtiers. La conservation de ces aires fait actuellement l'objet de beaucoup d'attention de la part des autorités politiques, tant au niveau sous-régional que national. De vastes programmes de conservation et de gestion des aires protégées sont mis en œuvre avec l'assistance de l'Union européenne, du Fonds mondial pour l'environnement et du Gouvernement des États-Unis d'Amérique.

Les ressources en eau renouvelables sont très abondantes. Celles en eau renouvelables internes sont estimées à 222 km^3/an. En tenant compte des eaux qui proviennent des pays voisins et des eaux de frontière entre deux pays, elles s'élèveraient à 832 km^3/an (tableau 2).

Utilisation de l'eau

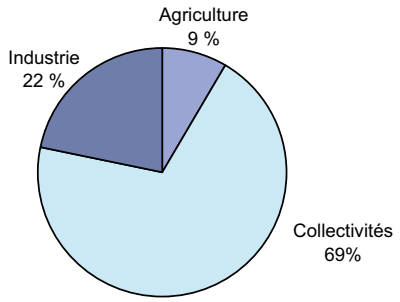
Les prélèvements d'eau les plus importants sont effectués pour satisfaire les besoins domestiques, industriels et agricoles. Ils sont respectivement de 32 millions de m^3/an pour les usages domestiques (69 pour cent), 10 millions de m^3/an pour l'industrie (22 pour cent) et 4 millions de m^3/an pour l'agriculture (9 pour cent). Globalement ils n'atteignent que 46 millions de m^3/an (tableau 2 et figure 1).

Les estimations des prélèvements effectuées à l'horizon 2025, dans le cadre de l'analyse de la situation des pays d'Afrique centrale en matière de gestion des ressources, montrent que les besoins en eau pour les populations seront de 312 millions de m^3, soit environ 10 fois l'utilisation actuelle.

TABLEAU 2
L'eau: ressources et prélèvement

Les ressources en eau renouvelables			
Précipitations moyennes		1 646	mm/an
		563	10^9 m³/an
Ressources en eau renouvelables internes		222	10^9 m³/an
Ressources en eau renouvelables réelles totales		832	10^9 m³/an
Indice de dépendance		73.3	%
Ressources en eau renouvelables réelles totales par habitant	2004	217 915	m³/an
Capacité totale des barrages	2000	9	10^6 m³
Prélèvements en eau			
Prélèvement total en eau	2002	46	10^6 m³/an
- irrigation + élevage	2000	4	10^6 m³/an
- collectivités	2002	32	10^6 m³/an
- industrie	2002	10	10^6 m³/an
• par habitant	2002	13	m³/an
• en % des ressources en eau renouvelables réelles totales	2002	0.006	%
Ressources en eau non conventionnelles			
Volume d'eaux usées produit		-	10^6 m³/an
Volume d'eaux usées traité		-	10^6 m³/an
Réutilisation des eaux usées traitées		-	10^6 m³/an
L'eau dessalée produite		-	10^6 m³/an
Réutilisation des eaux de drainage		-	10^6 m³/an

FIGURE 1
Prélèvements en eau
Total: 0.46 km³ en 2002



Eaux internationales: enjeux

La République du Congo partage quatre bassins internationaux avec ses voisins: les bassins des fleuves Congo, Ogooué, Nyanga et Chiloango. Le bassin de Chiloango, avec une superficie totale de 11 600 km², est situé pour l'essentiel dans le territoire de l'Angola et de la République démocratique du Congo. Le territoire congolais n'en renferme que 300 km².

Le bilan hydrologique du Congo montre que sa dépendance vis-à-vis des débits provenant de l'extérieur est de 73 pour cent. Très peu d'accords régissent la gestion des ressources en eau internationales. Les cadres juridiques existants sont essentiellement liés à l'utilisation des eaux du fleuve Congo à des fins de navigation. Les conflits sous-régionaux ou entre voisins relativement à la gestion des ressources en eau sont quasi inexistants. Les ressources en eau renouvelables internes sont déjà très abondantes, s'élevant à plus de 60 000 m³/habitant pas an.

DÉVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION ET DU DRAINAGE

Évolution du développement de l'irrigation

Le potentiel des terres irrigables du Congo est de 340 000 ha. La régularité des précipitations dans la majeure partie du pays a favorisé le développement des cultures pluviales au détriment des cultures irriguées. Ces dernières années, l'irrigation au Congo n'a pas connu un développement significatif. Outre la culture industrielle de la canne à sucre produite à Nkayi, dans les bas-fonds et plaines du département de la Bouenza, des périmètres exploités pour le maraîchage ont été créés en maîtrise totale/partielle par l'Institut congolais d'appui au développement (AGRICONGO), qui joue un rôle d'interface (accueil, conseil, formation, activités de recherche, adaptation et suivi socio-économique des filières et des opérateurs). La superficie totale des

exploitations d'AGRICONGO sous cultures irriguées est de 43.8 ha. Elle est presque entièrement située en zone périurbaine (villes de Brazzaville, Pointe-Noire et Dolisie). Dans ces exploitations on pratique l'irrigation à l'aide d'arrosoirs.

La superficie équipée pour l'irrigation est de 2 000 ha dont 217 ha en maîtrise totale et 1 783 ha de cultures en zones basses (canne à sucre, en particulier) (tableau 3 et figure 2). La principale technique d'irrigation utilisée en maîtrise totale est l'irrigation de surface, 111 ha plantés en cultures maraîchères étant irrigués moyennant des arrosoirs (aspersion manuelle) (figure 3). L'irrigation localisée n'est utilisée que dans des démonstrations sur 1 ha. Les principales sources de captage des eaux pour l'irrigation sont les rivières et les plans d'eau de surface. D'une manière générale, les exploitations agricoles s'étendent à proximité des cours d'eau (cas d'AGRICONGO sur la rive droite du Djoué) pour profiter de la facilité d'installation des dispositifs d'irrigation à partir du captage des eaux de surface. En raison du coût et des contraintes de mobilisation des eaux souterraines (coût des ouvrages et des moyens d'exhaure), cette eau n'est pratiquement pas utilisée pour l'agriculture, sauf dans quelques très petites exploitations privées et paysannes pour une irrigation de complément (entre les périodes pluvieuses) quand le captage direct des eaux de surface ne présente pas d'avantages comparatifs. La gestion des périmètres équipés est assurée par des exploitants indépendants, des coopératives de maraîchers et des structures organisées et modernes telles qu'AGRICONGO. Le coût moyen de l'eau utilisée pour l'irrigation sur les périmètres d'AGRICONGO (rive droite du Djoué), hors amortissement et entretien des équipements, était évalué à 0.06 dollar EU (33 FCFA)/m^3 en 2003.

FIGURE 2
Répartition des superficies avec contrôle de l'eau
Total: 2 000 ha en 1993

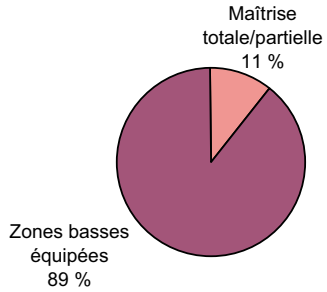
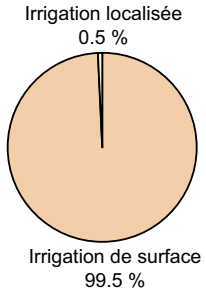


FIGURE 3
Techniques d'irrigation
Total: 217 ha en 1993



Rôle de l'irrigation dans la production agricole, l'économie et la société

L'irrigation est particulièrement intense en zone périurbaine où des ceintures maraîchères sont exploitées par le secteur informel. L'irrigation, en particulier celle du maraîchage, constitue actuellement un débouché pour les jeunes au chômage et pour occuper les femmes. Bien que peu étendues, les cultures irriguées sont appelées à se développer étant donné le potentiel en terres cultivables. Cependant des mesures doivent être prises pour faciliter l'accès à la terre. En matière de gestion des périmètres irrigués, chaque exploitant accomplit toutes les tâches liées à la mise en valeur des terres (femme ou homme sans distinction).

Les besoins en eau pour les différentes cultures sont peu importants par rapport aux ressources totales renouvelables et exploitables. AGRICONGO estime les besoins journaliers en eau pour les cultures maraîchères à 46.7 m^3/ha, soit 4.7 mm.

L'agriculture nationale s'appuie essentiellement sur les cultures pluviales vivrières et industrielles. L'agriculture irriguée ne contribue que faiblement au PIB national. En 2002 et 2003, les investissements prévus dans ce domaine ne représentaient que 7.5 pour cent et 10.4 pour cent du budget total des investissements consacrés à l'agriculture. À

TABLEAU 3
Irrigation et drainage

Potentiel d'irrigation		**340 000**	**ha**
Contrôle de l'eau			
1. Irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée	1993	217	ha
- irrigation de surface	1993	216	ha
- irrigation par aspersion	1993	0	ha
- irrigation localisée	1993	1	ha
• partie irriguée à partir des eaux souterraines	1993	0	%
• partie irriguée à partir des eaux de surface	1993	100	%
2. Zones basses équipées (marais, bas-fonds, plaines, mangroves)	1993	1 783	ha
3. Irrigation par épandage de crues		-	ha
Superficie totale équipée pour l'irrigation (1+2+3)	**1993**	**2 000**	**ha**
• en % de la superficie cultivée	1993	1	%
• augmentation moyenne par an sur les .... dernières années		-	%
• superficie irriguée par pompage en % de la superficie équipée		-	%
• partie de la superficie équipée réellement irriguée	1993	11	%
4. Marais et bas-fonds cultivés non équipés		-	ha
5. Superficie en cultures de décrue non équipée		-	ha
Superficie totale avec contrôle de l'eau (1+2+3+4+5)	**1993**	**2 000**	**ha**
• en % de la superficie cultivée	1993	1	%
Périmètres en maîtrise totale/partielle	**Critère**		
Périmètres d'irrigation de petite taille	< ha	-	ha
Périmètres d'irrigation de taille moyenne	> ha et < ha	-	ha
Périmètres d'irrigation de grande taille	> ha	-	ha
Nombre total de ménages en irrigation		-	
Cultures irriguées dans les périmètres en maîtrise totale/partielle			
Production totale de céréales irriguées		-	tonnes
• en % de la production totale de céréales		-	%
Superficie totale en cultures irriguées récoltées		-	ha
• Cultures annuelles/temporaires: superficie totale		-	ha
- légumes	1993	217	ha
Intensité culturale des cultures irriguées			%
Drainage - Environnement			
Superficie totale drainée		-	ha
- partie de la superficie équipée pour l'irrigation drainée		-	ha
- autres surfaces drainées (non irriguées)		-	ha
• superficie drainée en % de la superficie cultivée		-	%
Superficie protégée contre les inondations		-	ha
Superficie salinisée par l'irrigation		-	ha
Population touchée par les maladies hydriques liées à l'eau		-	habitants

l'exception de la culture industrielle de la canne à sucre, l'irrigation n'est utilisée que pour les cultures maraîchères dont les principales sont: le chou, le ciboule, l'aubergine, la tomate, la laitue, le concombre, la carotte, l'oseille, la morelle blanche et l'amarante.

GESTION DE L'EAU, POLITIQUES ET DISPOSITIONS LÉGISLATIVES RÉGISSANT L'UTILISATION D'EAU EN AGRICULTURE

Institutions

La gestion des ressources en eau est placée sous la responsabilité du Ministère des mines, de l'énergie et de l'hydraulique (MMEH), qui définit la politique en la matière, et en assure la mise en œuvre par le contrôle, la réglementation et l'exécution des programmes d'équipements hydrauliques par l'entremise de la Direction générale de l'hydraulique (DGH) et de la Direction de la gestion des ressources hydrauliques (DGRH). D'autres ministères dont les activités concernent la gestion des ressources en eau interviennent également dans le secteur:

- Ministère de l'agriculture, de l'élevage, de la pêche et de la promotion de la femme (MAEPP), avec sous sa tutelle la Direction générale de l'agriculture et

de l'élevage (DGAE) et la Direction centrale du génie rural, du machinisme et de l'équipement agricole (DGRMEA);
- Ministère du plan, de l'aménagement du territoire et de l'intégration économique;
- Ministère de l'économie forestière et de l'environnement;
- Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique;
- Ministère des transports et de la privatisation;
- Ministère de la santé et de la population.

AGRICONGO, l'institut congolais d'appui au développement, membre du réseau Agrisud international, met au point, expérimente et vulgarise des techniques rurales et agricoles dont celles de maîtrise et de valorisation des ressources en eau. L'objectif recherché est de faire passer les populations en situation de précarité à l'autonomie économique et sociale.

Dans le secteur privé, les principaux acteurs sont les entreprises agroindustrielles (plantations de canne pour la production de sucre) et des petits exploitants privés regroupés parfois en coopératives.

Jusqu'à ce jour, la gestion des ressources en eau est encore centralisée en attendant l'application des lois n°9 et 10-2003 du 6 février 2003 fixant les orientations fondamentales de la décentralisation et portant transfert des compétences aux collectivités locales.

Gestion de l'eau

Les ressources en eau sont utilisées en agriculture: i) dans de grandes exploitations agricoles modernes et privées (supérieures à 1 ha); ii) dans de petites exploitations privées (inférieures à 1 ha); iii) dans de petites exploitations paysannes (inférieures à 0.1 ha). Tous ces exploitants ne sont pas organisés en associations d'usagers. Seules quelques coopératives de maraîchers ont été créées dans le cadre du projet «ceinture maraîchère» dans les villes de Brazzaville et de Pointe-Noire.

Bien que la responsabilité de la production agricole incombe au MAEPP et celle de la gestion des ressources en eau, en général, au MMEH, il faut souligner qu'aucun dispositif tant au niveau national, départemental que local n'est mis en place pour assurer la gestion de l'eau en agriculture. Les services techniques des Directions départementales du génie rural et du machinisme agricole, bien qu'installées sur l'ensemble du territoire national, sont peu opérationnelles du fait de leur faible capacité d'intervention.

Financement

La planification des investissements destinés à l'irrigation et au drainage est assurée par le MAEPP dans le cadre des projets inscrits dans le budget de l'État dont les plus importants sont le Programme spécial pour la sécurité alimentaire - volet maîtrise de l'eau et le Projet ceinture maraîchère d'AGRICONGO. Les projets d'irrigation sont financés à partir de plusieurs sources: les moyens librement affectables de l'État, les dons et subventions des donateurs extérieurs et les investissements privés réalisés par des exploitants agricoles. La programmation du budget 1999-2003 pour l'agriculture irriguée se répartit de la manière suivante:
- moyens librement affectables: 204 millions de FCFA (380 000 dollars EU);
- dons et legs: 98.5 millions de FCFA (185 000 dollars EU);
- investissements privés réalisés par les exploitants.

L'exploitation des ressources en eau n'est assujettie à aucune imposition ni tarification.

Politiques et dispositions législatives

Les seules dispositions existantes spécifiques sur l'utilisation des eaux et des terres en agriculture sont énoncées dans le code de l'eau et le code domanial et foncier:

- Les grandes orientations de la politique nationale relative à l'eau sont énoncées dans la loi n°13-2003 du 10 avril 2003 portant code de l'eau. Cette loi définit le domaine public hydraulique, les modalités de la mise en œuvre de la police des eaux, les conditions de gestion du service public de l'eau et les modalités de financement du développement du secteur de l'eau. Elle prévoit des dispositions relatives à l'élaboration et au suivi de la mise en œuvre de la réglementation sur l'utilisation de l'eau à des fins agricoles et pour l'abreuvement du cheptel (article 34). Il convient cependant de noter que le cadre juridique de l'utilisation de l'eau en agriculture est encore faible. De plus, l'application du code de l'eau n'a pas encore démarré.
- La loi n° 52/83 du 21 avril 1983 portant code domanial et foncier dispose que la terre et les eaux sur toute l'étendue du territoire national font partie du domaine public. Dans la pratique, et particulièrement en milieu rural, les terres et les eaux sont gérées conformément au droit coutumier appliqué dans la zone concernée. Des autorisations des propriétaires doivent être obtenues pour l'utilisation de l'eau comme des terres. Celles-ci, de durée limitée (un cycle végétatif, soit 1,5 an au maximum), constituent un obstacle majeur au développement des dispositifs d'irrigation pérennes. Il convient de signaler qu'un nouveau code domanial et foncier est en cours d'élaboration.
- Les principales orientations stratégiques pour le développement de l'irrigation sont énoncées dans le document sur la situation générale et les stratégies des différents secteurs de la production agro-alimentaire adopté par le gouvernement en août 2000, ainsi que dans le schéma directeur du développement rural actualisé en 2000 qui n'est pas accompagné d'un plan d'action fixant les objectifs quantitatifs à atteindre et les investissements à réaliser en matière d'agriculture irriguée.
- La loi n°003/91 du 23 avril 1991 sur la protection de l'environnement, dont la responsabilité de la mise en œuvre incombe au Ministère de l'environnement, souffre de l'absence de textes d'application. La préservation de l'équilibre des écosystèmes est prise en compte dans l'utilisation du domaine hydraulique public.

ENVIRONNEMENT ET SANTÉ

Qualité des eaux

Globalement, les eaux de surface s'écoulant sur le territoire congolais sont faiblement minéralisées et se classent dans la catégorie des eaux douces (minéralisation totale inférieure à 100 mg/litre), de même que les eaux souterraines des quatre principaux aquifères. Seules quelques formations de la série du schisto–calcaire, localisées dans les départements de la Bouenza et du Niari, présentent des minéralisations totales supérieures à 100 mg/litre. Bien qu'étant impropres à la consommation humaine du fait de leur dureté, ces eaux, dans une certaine mesure, peuvent être utilisées pour l'irrigation et l'abreuvement du cheptel. La composition chimique des matières dissoutes et en suspension dans les eaux de surface n'indique pas de concentrations excessives d'éléments indésirables. Le bilan des matières a révélé des valeurs comprises entre 8 et 20 tonnes/km^3 par an de matières dissoutes, ce qui ne constitue pas un obstacle à l'utilisation agricole de ces eaux.

Impact de la gestion de l'eau en agriculture sur l'environnement

Le niveau d'utilisation des produits phytosanitaires et des engrais dans le pays est bas si bien que son impact sur les ressources en eau et sur l'environnement est faible. Seules les eaux du Niari sont impropres à des usages domestiques et au développement de certaines espèces halieutiques (crevettes d'eau douce), en aval immédiat du complexe sucrier de Nkayi, du fait des effluents industriels, des fertilisants et des produits

phytosanitaires utilisés dans les plantations de canne à sucre. Cependant, certaines techniques de pêche artisanale, basées sur l'utilisation des produits toxiques, ont des effets néfastes sur l'environnement. Les principales sources de pollution identifiées sont les activités anthropiques et les déchets domestiques en particulier dans les zones périurbaines.

Le Congo ne dispose que de deux barrages (Moukoukoulou et Djoué) utilisés uniquement pour la production hydro-électrique et l'approvisionnement en eau potable au niveau desquels le phénomène d'envasement des réservoirs n'est pas significatif. L'utilisation des plans d'eau stagnante (mares, marigots, lacs, etc.) et des cours d'eau pollués pour l'irrigation est une des principales causes de l'apparition de maladies d'origine hydrique (non liées uniquement à l'agriculture) dont les principales sont le paludisme et la schistosomiase (bilharzia). Les statistiques épidémiologiques pour l'année 2002 ont révélé 153 013 cas de paludisme dont 522 décès, 21 274 cas de diarrhée simple et de gastro-entérite aiguë dont 101 décès, et 961 cas de bilharziose.

PERSPECTIVES POUR LA GESTION DE L'EAU EN AGRICULTURE

Le programme national de lutte contre la pauvreté vient d'être adopté, et une place de choix y est réservée à la réorganisation et à l'accroissement de la production animale et végétale. L'un de ses piliers stratégiques est l'intensification de l'agriculture irriguée. Il est déjà pris en compte, dans le cadre du Programme spécial pour la sécurité alimentaire (PSSA), dans sa composante «maîtrise de l'eau» et dans le programme «ceinture maraîchère» d'AGRICONGO. Cependant, tous ces programmes se limitent à la détermination des investissements à réaliser à court ou moyen terme.

L'adoption d'une nouvelle loi portant code domanial et foncier, et la mise en œuvre des dispositions de la loi portant code de l'eau, en particulier celles se rapportant à la police des eaux, devraient lever les principales contraintes identifiées qui freinent le développement de l'agriculture irriguée (le régime foncier et coutumier des terres et des eaux, ainsi que la qualité des eaux).

La situation à l'horizon 2050 en matière de disponibilité des ressources en eau n'est pas préoccupante si des mesures de préservation et de contrôle des écosystèmes aquatiques, tant sur le plan qualitatif que quantitatif, sont mis en œuvre dès à présent. La loi n° 13-2003 du 10 avril 2003 portant code de l'eau pose déjà les bases pour la mise en œuvre de ces mesures préventives destinées à protéger les ressources en eau contre des pollutions prévisibles et à réduire ainsi les coûts récurrents de la potabilisation de ces eaux.

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

BCEOM. 1992. *Évaluation hydrologique de l'Afrique subsaharienne – pays de l'Afrique de l'Ouest: Congo*.

Ministère de l'agriculture, de l'élevage, de la pêche et de la promotion de la femme. 2000. *Annuaire des statistiques agricoles et alimentaires*.

Ministère de l'agriculture, de l'élevage, de la pêche et de la promotion de la femme/FAO. 2000. *Situation générale et stratégie pour le développement des différents secteurs de la production agroalimentaire*.

Ministère de l'économie, des finances et du budget. 2001. *Recettes et dépenses d'investissement 2002*.

Ministère du plan, de l'aménagement du territoire et de l'intégration économique. 2002. *Budgets d'investissement exercice 2003*.

Ministère du plan, de l'aménagement du territoire et de l'intégration économique. 1985. *Recensement général de la population et de l'habitat 1984*.

Ministère de la santé et de la population. 2003. *Réseau de surveillance intégré des maladies - année 2002*.

Mott MacDonald Intl./BCEOM/SOGREAH/ORSTOM. 1992. *Évaluation hydrologique de l'Afrique subsaharienne.* Pays de l'Afrique de l'Ouest. Rapport de pays: Congo. Rapport préparé pour la Banque mondiale, le PNUD, la Banque africaine de développement et le Ministère français de la coopération.

Osseté J.M. 2003. *Rapport national sur la mise en valeur des ressources en eau 2003*. Ministère des mines, de l'énergie et de l'hydraulique.

PNUD. 2002. *République du Congo - Rapport national sur le développement humain*.

République du Congo/FAO/PNUD. 2000. *Schéma directeur du développement rural actualisé*.

Réunion des Ministres chargés de la gestion des ressources en eau en Afrique centrale. 2000. *Rapport des travaux des experts - Brazzaville 14 - 16 novembre 2000*.

UNICEF. 2002. *République du Congo – Analyse de la situation des enfants et des femmes au Congo 2002*.

Côte d'Ivoire

GÉOGRAPHIE, CLIMAT ET POPULATION

La Côte d'Ivoire est située en Afrique de l'Ouest dans la zone intertropicale humide. D'une superficie de 322 460 km², elle est limitée au sud par le golfe de Guinée sur une côte de 550 km, à l'ouest par la Guinée et le Libéria, au nord par le Burkina Faso et le Mali, et à l'est par le Ghana. Le relief peu prononcé est essentiellement constitué de plateaux (100 à 400 m d'altitude). À l'ouest quelques sommets de plus de 1 000 m viennent rompre cette monotonie. Le bassin sédimentaire côtier (3 pour cent du territoire) et le socle cristallin (97 pour cent) constituent les principales formations géologiques. Les sols qu'on y rencontre sont les sols ferralitiques, les sols ferrugineux (cuirasse latéritique) occupant les zones de climat tropical, et les sols hydromorphes dans les formations marécageuses et dans certaines plaines fluviales. Les terres cultivables sont estimées à 21 millions d'ha, soit 65 pour cent de la superficie totale du pays. En 2002, la surface mise en culture représentait 6.9 millions d'ha environ, soit 21 pour cent de la superficie totale du pays et 33 pour cent de la superficie cultivable (tableau 1).

Le pays est divisé en trois grandes zones agro-écologiques:

- La zone guinéenne (50 pour cent du territoire), située au sud, est la plus pluvieuse et comprend pratiquement toute la région forestière. Elle est caractérisée par un climat subéquatorial à quatre saisons: une grande saison sèche (décembre à mars), une grande saison des pluies (mars à juin), une petite saison sèche (juillet à août) et enfin une petite saison des pluies (septembre à novembre). La pluviométrie annuelle y dépasse les 1 500 mm et les sols sont d'assez bonne qualité. Le café et le cacao dominent l'économie de la région (les deux tiers des surfaces cultivées), mais sont aussi présents le palmier à huile, l'hévéa et le cocotier. Les cultures annuelles couvrent 25 pour cent des surfaces cultivées (mais, riz, manioc, plantain, etc. en intercalaire avec le cacao généralement). L'agriculture est basée sur des pratiques traditionnelles extensives de défriche-brûlis et donne de faibles rendements. Ces pratiques conjuguées à la croissance rapide de la population ont mené à une déforestation à large échelle et à une réduction des temps de jachère qui ne permettent plus de restaurer la fertilité des sols.
- La zone soudano-guinéenne (19 pour cent du pays) est une zone de transition entre la zone forestière et le nord. Elle est caractérisée par quatre saisons: une grande saison sèche (novembre à février), une grande saison des pluies (mars à juin), une petite saison sèche (juillet à août) et une petite saison des pluies (septembre à octobre). Les précipitations varient entre 1 200 et 1 500 mm, mais sont erratiques. En ce qui concerne l'agriculture, c'est la zone la plus difficile à cultiver en raison de la sécheresse et des inondations.
- La zone soudanienne (31 pour cent du pays) est située plus au nord. C'est une région de savane au climat tropical de type soudano-guinéen avec une seule saison

TABLEAU 1
Caractéristiques du pays et population

Superficies physiques			
Superficie du pays	2002	32 246 000	ha
Superficie cultivée (terres arables et cultures permanentes)	2002	6 900 000	ha
• en % de la superficie totale du pays	2002	21	%
• terres arables (cultures temporaires + prairies et jachères temp.)	2002	3 100 000	ha
• cultures permanentes	2002	3 800 000	ha
Population			
Population totale	2004	16 897 000	habitants
• dont rurale	2004	55	%
Densité de population	2004	52	habitants/km²
Population active	2004	6 934 000	habitants
• en % de la population totale	2004	41	%
• féminine	2004	33	%
• masculine	2004	67	%
Population active dans le secteur agricole	2004	3 107 000	habitants
• en % de la population active	2004	45	%
• féminine	2004	40	%
• masculine	2004	60	%
Économie et développement			
Produit intérieur brut (PIB)	2003	13 700	millions de $EU/an
• valeur ajoutée du secteur agricole (% du PIB)	2003	27.6	%
• PIB par habitant	2003	828	$EU/an
Indice de développement humain (plus élevé = 1)	2002	0.399	
Accès aux sources améliorées d'eau potable			
Population totale	2000	81	%
Population urbaine	2000	92	%
Population rurale	2000	72	%

des pluies. Les précipitations, entre 900 et 1 200 mm, permettent généralement une agriculture pluviale. Les sols ayant un potentiel agricole acceptable représentent moins de 50 pour cent de la zone. Les cultures pluviales dominent (mais, riz, arachides) et sont souvent associées. Environ 40 pour cent des exploitations de la région produisent du coton. Les cultures pérennes (mangues, karité) et l'élevage sont aussi d'importantes sources de revenus.

Les précipitations moyennes atteignent 1 350 mm/an. Les températures varient entre 24 et 32°C, avec cependant des températures plus basses en montagne.

La population ivoirienne comptait, en 2004, 16.9 millions d'habitants, dont 55 pour cent de ruraux (tableau 1). La densité de population est de 52 habitants/km². La croissance démographique annuelle entre 1997 et 2003 s'élevait à 2.3 pour cent. La pauvreté en 1998 touchait 34 pour cent de la population et l'accès à l'eau potable n'était disponible que pour 81 pour cent des Ivoiriens (92 pour cent en milieu urbain, contre 72 pour cent en milieu rural). L'espérance de vie à la naissance en 2003 n'était que de 41 ans, notamment en raison d'une prévalence du VIH/SIDA de 9.7 pour cent parmi les personnes âgées de 15 à 49 ans à la fin de 2001. Le taux d'alphabétisation de 49 pour cent connaît une forte disparité entre les sexes (60 pour cent pour les hommes contre 39 pour cent pour les femmes).

ÉCONOMIE, AGRICULTURE ET SÉCURITÉ ALIMENTAIRE

Le secteur agricole a constitué le principal moteur de la croissance ivoirienne pendant les années de prospérité économique soutenue, à savoir depuis l'indépendance jusqu'au début des années 1980, avec le développement spectaculaire des cultures de rente impulsé par l'État (cacao, café, coton, banane, ananas, palmier à huile, hévéa, etc.). L'agriculture est aujourd'hui plus diversifiée, l'accent étant mis sur les productions

vivrières. Elle occupe encore une place essentielle dans l'économie ivoirienne et contribuait pour presque 28 pour cent au PIB en 2003, générant environ 60 pour cent des recettes d'exportation et occupant 45 pour cent de la population active. Cependant la crise politique qui a touché le pays depuis 1999 a eu des effets dévastateurs sur son économie, jadis fleuron de prospérité de l'Afrique subsaharienne. Le secteur agricole a, en effet, enregistré une croissance de 0.5 pour cent en 2001 et un repli de 2.6 pour cent en 2002.

Sur le plan alimentaire, la situation globale est satisfaisante. Les principales productions vivrières (igname, manioc, banane plantain et maïs) sont largement excédentaires, et celles dites secondaires (mil, sorgho et fonio) couvrent les besoins. Les denrées importées (pour un total de 350 millions de dollars EU en 1997) comprennent principalement le riz (450 000 tonnes), les légumes, le blé, la viande, le lait et le poisson (100 000 tonnes).

Deux types d'opérateurs interviennent dans le secteur agricole: i) les sociétés agro-industrielles sur de grandes plantations mécanisées avec méthodes culturales intensives; ii) les petits exploitants individuels formant l'essentiel de la population rurale. Les systèmes de production pratiqués par ces petits exploitants sont fondés sur la culture manuelle, extensive et itinérante, aux rendements faibles. Les productions sont fortement centrées sur les cultures d'exportation et dominées par le binôme café - cacao. Viennent au second plan les cultures vivrières les plus importantes comme le riz, l'igname, la banane plantain, le manioc et le maïs. Enfin, le maraîchage est en pleine expansion dans la zone d'influence des centres urbains. Les principales contraintes au développement du secteur agricole résident dans les problèmes fonciers et le manque de main-d'oeuvre agricole, de maîtrise des techniques d'irrigation, d'intégration élevage-agriculture et d'accès au crédit.

RESSOURCES EN EAU ET UTILISATION DE L'EAU

Ressources en eau

Le réseau hydrographique comprend quatre bassins principaux:

- à l'ouest le Cavally (700 km) couvre un bassin versant de 28 800 km² dont seulement 15 000 en Côte d'Ivoire;
- le Sassandra qui prend sa source en Guinée et draine 75 000 km² en Côte d'Ivoire sur une longueur de 650 km;
- le Bandama, formé du Bandama Blanc, du Bandama Rouge (ou Marahoué) et du N'zi a une longueur totale de 1 050 km et occupe un bassin de 97 000 km²;
- la Comoé à l'est prend sa source au Burkina Faso et draine 78 000 km² en Côte d'Ivoire sur une longueur de 1 160 km.

À ces quatre bassins principaux, s'ajoutent:

- de petits fleuves côtiers d'ouest en est: le Tabou, le San Pédro, le Niouniourou, le Boubo (5 100 km²), l'Agnéby (8 900 km²), la Mé (4 300 km²), la Bia qui prend sa source au Ghana et d'autres petits bassins, couvrant 8 390 km²;
- des affluents du Niger: le Baoulé, la Bagoé et le Gbanhala. La superficie du bassin du Niger occupe environ 23 770 km² en Côte d'Ivoire;
- le Koulda qui coule vers le Ghana est un petit affluent de la Volta Noire dont la source est au Burkina Faso. Il draine environ 7 000 km² en Côte d'Ivoire.

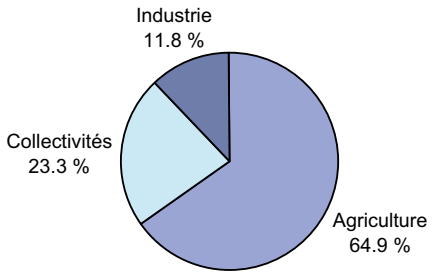
En ce qui concerne les eaux souterraines, on distingue deux types d'aquifères:

- les aquifères fracturés du socle sur 313 000 km² , soit 97 pour cent de la superficie du pays, disposent d'une quantité totale estimée à 78 km³ avec un renouvellement de 35 km³ par an;
- les aquifères de bassins sédimentaires. Les ressources totales du bassin sédimentaire tertiaire sont évaluées à 7 km³ sur 6 000 km² avec un renouvellement de 2.1 km³/an. Quant au bassin sédimentaire quaternaire de 1 800 km², il subit l'intrusion des eaux de mer et a un renouvellement annuel de 0.74 km³.

TABLEAU 2
L'eau: ressources et prélèvement

Les ressources en eau renouvelables			
Précipitations moyennes		1 348	mm/an
		435	10^9 m³/an
Ressources en eau renouvelables internes		76.84	10^9 m³/an
Ressources en eau renouvelables réelles totales		81.14	10^9 m³/an
Indice de dépendance		5.30	%
Ressources en eau renouvelables réelles totales par habitant	2004	4 802	m³/an
Capacité totale des barrages	1996	38 100	10^6 m³
Prélèvements en eau			
Prélèvement total en eau	**2000**	**931**	**10^6 m³/an**
- irrigation + élevage	2000	604	10^6 m³/an
- collectivités	2000	217	10^6 m³/an
- industrie	2000	110	10^6 m³/an
• par habitant	2000	59	m³/an
• en % des ressources en eau renouvelables réelles totales	2000	1.1	%
Ressources en eau non conventionnelles			
Volume d'eaux usées produit		-	10^6 m³/an
Volume d'eaux usées traité		-	10^6 m³/an
Réutilisation des eaux usées traitées		-	10^6 m³/an
L'eau dessalée produite		-	10^6 m³/an
Réutilisation des eaux de drainage		-	10^6 m³/an

FIGURE 1
Prélèvements en eau
Total: 0.931 km³ en 2000



Les ressources en eau de surface renouvelables sont estimées à 74 km³/an et les ressources en eau souterraine à 37.84 km³/an. Considérant une partie commune entre eaux de surface et eaux souterraines de 35 km³/an, les ressources en eau renouvelables totales internes s'élèvent à 76.84 km³/an. Plusieurs rivières entrent dans le pays ou forment la frontière entre le Côte d'Ivoire et un pays voisin. Le volume total des ressources externes est estimé à 4.3 km³/an, soit un total des ressources en eau renouvelables de 81.14 km³/an (tableau 2).

Une étude d BNETD a recensé 572 barrages en 1996, soit une capacité de stockage de 38.1 km³. De ces barrages, 41 pour cent sont utilisés pour les productions agricoles.

Utilisation de l'eau

En 2000, les prélèvements d'eau étaient estimés à 931 millions de m³, dont 604 millions pour l'agriculture, ce qui représente environ 65 pour cent du prélèvement total dont 217 millions de m³ pour les usages domestiques et 110 millions pour l'industrie (tableau 2 et figure 1).

Eaux internationales: enjeux

Le bassin versant du Bandama est l'unique bassin entièrement national (outre quelques petits bassins côtiers), les autres sont partagés avec des pays voisins, notamment les fleuves Niger et Volta. L'accord ABN (Autorité du bassin du Niger) est le seul accord international, mais l'État ivoirien ne forge pas de véritables synergies avec les pays membres de l'ABN, bien qu'il ait mis l'accent dans sa politique de gestion des ressources en eau sur la gestion commune et concertée des bassins fluviaux partagés

et inscrit dans sa législation sa volonté et son engagement à la réaliser. Cependant, le Comité technique du bassin de la Volta, dont la première session s'est tenue en 2005, étudie la possibilité de créer un organisme de bassin pour la Volta.

DÉVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION ET DU DRAINAGE

Évolution du développement de l'irrigation

Le potentiel des terres irrigables est évalué à 475 000 ha, répartis en 175 000 ha de bas-fonds, 200 000 ha dans les grandes plaines et 100 000 ha de marais côtiers. Cependant l'étendue des terres humides est estimée à 7 millions d'hectares, dont 500 000 ha seraient constitués de bas-fonds aptes à l'aménagement.

La superficie avec contrôle de l'eau portait globalement sur 89 000 ha en 1994, soit 18.7 pour cent du potentiel identifié (tableau 3 et figures 2, 3 et 4):

- L'irrigation à maîtrise totale de l'eau représente 47 750 ha. L'aspersion est pratiquée sur les périmètres sucriers qui sont au nombre de six et qui totalisent 36 000 ha approvisionnés par de l'eau de surface; la Société de développement du sucre (SODESUCRE) assure l'exploitation des six complexes sucriers, dont deux (totalisant 11 750 ha) ont été reconvertis en périmètres semencier et vivrier (la canne à sucre n'occupant que 18 118 ha en 1995). Les périmètres gravitaires par pompage réalisés sur plaines alluviales de cours d'eau généralement permanents se composent d'aménagements fruitiers (6 000 ha), de périmètres maraîchers (4 000 ha) et de petits périmètres rizicoles (1 750 ha). On en rencontre dans les zones de Tiassalé, M'Bahikro et Yamoussoukro pour la production rizicole, et dans le sud forestier pour la production de bananes et d'ananas. La superficie moyenne de ces périmètres varie de 10 ha à quelques centaines d'hectares. Les périmètres gravitaires (pompage et aval de barrage) ont été mis en place par des sociétés étatiques aujourd'hui liquidées; leur exploitation se fait tant bien que mal par des organisations paysannes faiblement structurées, appuyées techniquement par l'ANADER.
- L'irrigation à maîtrise partielle de l'eau couvre 25 000 ha. Les aménagements de bas-fonds comportent des prises au fil de l'eau qui dérivent l'eau de petites rivières (bassin versant limité à 50 km carrés pour une meilleure maîtrise des crues), et des canaux latéraux d'alimentation des parcelles. Des interventions sur les marais visent à résoudre le problème du contrôle de la nappe phréatique par un réseau approprié de drains munis d'équipements de régulation. Les producteurs peuvent réaliser

FIGURE 2
Répartition des superficies avec contrôle de l'eau
Total: 89 000 ha en 1994

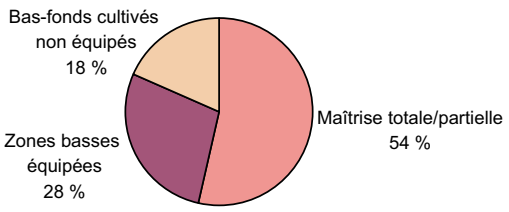


FIGURE 3
Techniques d'irrigation
Total: 47 750 ha en 1994

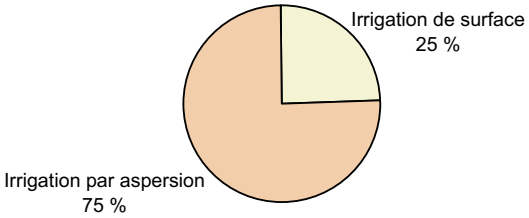


FIGURE 4
Typologie des périmètres irrigués en maîtrise totale/partielle
Total: 47 750 ha en 1994

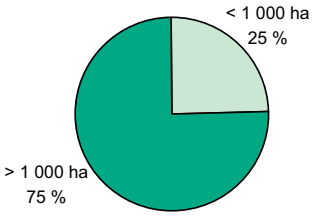


TABLEAU 3
Irrigation et drainage

Potentiel d'irrigation		**475 000**	**ha**
Contrôle de l'eau			
1. Irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée	1994	47 750	ha
- irrigation de surface	1994	11 750	ha
- irrigation par aspersion	1994	36 000	ha
- irrigation localisée	1994	0	ha
• partie irriguée à partir des eaux souterraines	1994	0	%
• partie irriguée à partir des eaux de surface	1994	100	%
2. Zones basses équipées (marais, bas-fonds, plaines, mangroves)	1994	25 000	ha
3. Irrigation par épandage de crues		-	ha
Superficie totale équipée pour l'irrigation (1+2+3)	**1994**	**72 750**	**ha**
• en % de la superficie cultivée	1994	1.1	%
• augmentation moyenne par an sur les …. dernières années		-	%
• superficie irriguée par pompage en % de la superficie équipée	1994	25	%
• partie de la superficie équipée réellement irriguée	1994	92	%
4. Marais et bas-fonds cultivés non équipés	1994	16 250	ha
5. Superficie en cultures de décrue non équipée		-	ha
Superficie totale avec contrôle de l'eau (1+2+3+4+5)	**1994**	**89 000**	**ha**
• en % de la superficie cultivée	1994	1.4	%
Périmètres en maîtrise totale/partielle **Critère**			
Périmètres d'irrigation de petite taille < 1000 ha	1994	11 750	ha
Périmètres d'irrigation de taille moyenne > ha et < ha	1994	0	ha
Périmètres d'irrigation de grande taille > 1000 ha	1994	36 000	ha
Nombre total de ménages en irrigation		-	
Cultures irriguées dans les périmètres en maîtrise totale/partielle			
Production totale de céréales irriguées		-	tonnes
• en % de la production totale de céréales		-	%
Superficie totale en cultures irriguées récoltées		-	ha
• Cultures annuelles/temporaires: superficie totale		-	ha
- riz		-	ha
- canne à sucre	1995	18 118	ha
- légumes		-	ha
• Cultures permanentes: superficie totale		-	ha
Intensité culturale des cultures irriguées		-	%
Drainage - Environnement			
Superficie totale drainée		-	ha
- partie de la superficie équipée pour l'irrigation drainée		-	ha
- autres surfaces drainées (non irriguées)		-	ha
• superficie drainée en % de la superficie cultivée		-	%
Superficie protégée contre les inondations		-	ha
Superficie salinisée par l'irrigation		-	ha
Population touchée par les maladies hydriques liées à l'eau	1997	1 422 543	habitants

cinq cycles rizicoles tous les deux ans; les populations bénéficiaires généralement mal organisées ont pris le relais des sociétés d'État qui avaient mis en place les investissements dans les années 1970-80.

- L'irrigation traditionnelle est réalisée sur 16 250 ha de bas-fonds et marais exploités sans appui extérieur et sans aménagement particulier; les superficies réellement mises en valeur sont probablement sous-estimées, faute de statistiques agricoles fiables; la production est plus aléatoire que dans le cas précédent, l'alimentation en eau des rizières étant fonction de la pluviométrie et de la dynamique naturelle des écoulements souterrains.

De nombreux périmètres aménagés sur les plateaux ou dans les bas-fonds sont abandonnés, mal entretenus ou mis en valeur de manière insuffisante ou irrégulière. Plusieurs raisons sont avancées, mais l'insécurité foncière et la crainte de ne pouvoir

retirer des bénéfices des investissements sont très souvent invoquées par les exploitants comme l'une des causes essentielles de cet état de fait.

Rôle de l'irrigation dans la production agricole, l'économie et la société

L'agriculture pluviale assure encore 90 pour cent de la production rizicole actuelle. Le sous-secteur de l'irrigation représente environ 7 pour cent du PIB. Mis à part les cultures d'exportation et industrielles irriguées (banane et ananas) pratiquées en général par des opérateurs privés, la production vivrière irriguée (riz et maraîchage essentiellement) ne représente qu'environ 3 pour cent du PIB. La riziculture irriguée occupe cependant une place importante en raison du rôle d'aliment de base que joue le riz. Elle est entreprise dans le cadre de l'aménagement du territoire par l'État dans le souci d'atteindre l'autosuffisance et la sécurité alimentaire en riz. La production intensive avec deux cycles de cultures dans l'année est difficilement réalisée du fait de la non-maîtrise des techniques d'irrigation par les producteurs. Cette participation réduite de l'irrigation à l'économie ivoirienne s'explique par: i) la pluviométrie favorisant une grande diffusion des cultures pluviales dans la zone de forêt; ii) une marginalisation des cultures irriguées causée par le développement des cultures de rentes non irriguées qui absorbent de très importantes ressources humaines, financières et foncières. Ainsi le secteur irrigué a, et très probablement aura, un poids réduit dans l'ensemble de l'économie.

GESTION DE L'EAU, POLITIQUES ET DISPOSITIONS LÉGISLATIVES RÉGISSANT L'UTILISATION D'EAU EN AGRICULTURE

Institutions

Les principales institutions les plus actives en matière de gestion de l'eau et des terres sont:

- Le Haut Commissariat à l'hydraulique (HCH), créé en 1996 sous la tutelle du Cabinet du Premier Ministre, est chargé de la politique nationale du secteur de l'eau et est responsable de la restructuration institutionnelle du secteur qui a eu lieu en 1998. Son rôle est de mettre en place un cadre institutionnel adéquat apte à prendre en charge les problèmes spécifiques de l'eau et de l'assainissement, et à assurer une gestion intégrée des ressources en eau.
- Le Ministère de l'agriculture et des ressources animales (MINAGRA), avec sa Direction générale de l'agriculture (DGA), est chargé d'élaborer la politique agricole et agro-industrielle, par le biais notamment de la Direction des aménagements ruraux (DAR), qui a pour but de participer à l'élaboration des politiques d'aménagement de l'espace rural et d'utilisation rationnelle des ressources en terres et en eaux. L'Agence nationale d'appui au développement rural (ANADER) a pour mission la professionnalisation des producteurs agricoles par l'encadrement.
- Le Ministère des infrastructures économiques au travers de sa Direction de l'eau (DE) participe à l'élaboration de la politique en matière d'hydraulique et d'hydrologie. Elle est composée de trois sous-directions: i) la sous-direction de l'hydrologie, ii) la sous-direction de l'hydraulique urbaine, et iii) la sous-direction de l'hydraulique villageoise.
- Le Ministère de l'environnement et des forêts et sa Direction de l'environnement sont chargés de proposer une politique des rives, du littoral et des plans d'eaux, de la mettre en œuvre et d'en coordonner l'exécution.
- Le Ministère de la planification et de la programmation du développement.
- Le Ministère de la santé publique.

Il faut ajouter à ces institutions le Bureau national d'études techniques et de développement (BNETD), société d'État placée sous la tutelle de la Présidence de la République. Il assure la conception, le contrôle et la direction de la mise en oeuvre des projets d'aménagement et de construction. Deux de ses départements sont liés

au secteur de l'eau: celui des ressources naturelles et de l'environnement et celui de l'agriculture.

La Société de distribution de l'eau de Côte d'Ivoire (SODECI), qui est l'unique société de services concessionnaire pour l'exploitation des infrastructures d'adduction d'eau sur tout le territoire, ne s'occupe que du réseau d'assainissement de la ville d'Abidjan.

Gestion de l'eau

Jusqu'au début des années 1990, le développement de l'irrigation en Côte d'Ivoire s'est réalisé par le biais de différentes structures étatiques autonomes travaillant par filière et dont l'action globale n'était pas suffisamment coordonnée. Telles sont la Société pour le développement du sucre (SODESUCRE), la Société pour le développement de la riziculture en Côte d'Ivoire (SODERIZ), la Compagnie ivoirienne pour le développement des cultures vivrières (CIDV), la Société pour le développement des fruits et légumes (SODEFEL), la Société d'assistance technique pour la modernisation de l'agriculture en Côte d'Ivoire (SATMACI), la Société pour le développement de la production animale (SODEPRA) qui a construit plusieurs retenues d'eau à usage agropastoral, la Direction et contrôle des grands travaux (DCGTx) devenue Bureau national d'études techniques et de développement (BNETD), structure horizontale d'appui dont relevait (entre autres) le secteur des grands aménagements d'irrigation. L'intervention des sociétés d'État était fortement dirigiste, laissant peu de place à l'initiative propre des bénéficiaires. L'appui à la structuration et au développement des capacités d'autogestion des organisations paysannes était fourni de façon nettement insuffisante. La réorganisation institutionnelle intervenue depuis le début des années 1990, dans le cadre du Programme national d'ajustement du secteur agricole (PNASA), s'est traduite par la liquidation de l'ensemble des sociétés d'État (à l'exception de la SODESUCRE) et la création, en 1993, de l'ANADER au statut de société d'économie mixte (il est prévu de privatiser progressivement la participation de l'État).

Sur les périmètres irrigués, les exploitants ont été regroupés à l'initiative des sociétés de développement, afin de prendre en charge la gestion de l'eau et d'assurer un entretien minimal des installations. La plupart des groupements d'irrigants, qui ne bénéficient plus d'appuis extérieurs, ont virtuellement disparu. Leurs organes statutaires de gestion (assemblée générale, conseil d'administration) ne sont plus fonctionnels tandis que leur personnel a déserté ou n'assure plus leur service. Leurs fonctions d'approvisionnement en intrants et de commercialisation jadis assurées par les sociétés de développement n'ont pas été reprises ou ont été abandonnées. Leur activité se limite à gérer tant bien que mal la distribution de l'eau, à soumettre à un entretien les aménagements subsistants, à utiliser un reliquat d'équipement (motoculteurs, motopompes), leurs membres assurant désormais individuellement leur approvisionnement en intrants et la commercialisation de leurs excédents.

Financement

En zone rurale, l'utilisation de l'eau à des fins agricoles est actuellement gratuite, mais le code impose le paiement d'une redevance liée à cette utilisation. Cette redevance sera calculée en fonction de la qualité, la quantité, l'utilisation de la force motrice, la mobilisation de l'eau, sans que cette liste soit limitative. Un Fonds national de l'eau (FNE) doit être créé pour le financement des activités de gestion intégrée, de planification et d'inventaire des ressources en eau et des aménagements hydrauliques, de protection et de surveillance sanitaire de ces ressources et de développement, d'entretien et d'exploitation des aménagements hydrauliques. Les règles d'organisation et de fonctionnement du fonds devront être fixées par décret. Le fonds sera alimenté par les subventions de l'État, les redevances, les produits des transactions et les autres libéralités. Les taxes et redevances du secteur de l'eau se composent d'une taxe

spéciale sur la consommation d'eau, d'une taxe d'assainissement et d'une dotation de développement collectées par la SODECI, outre une taxe de drainage collectée par le Trésor public.

Pour les usages domestiques, le gouvernement met en œuvre des mesures afin d'assurer la répartition efficiente de l'eau et d'encourager le développement économique. Elles tiennent compte des besoins des plus pauvres rendant l'accès de l'eau quasiment gratuit en milieu rural, notamment moyennant la mise en place de forages à motricité humaine dans les villages.

Politiques et dispositions législatives

La Loi 98-755 du 23 décembre 1998 portant Code de l'eau assure: i) la préservation des écosystèmes aquatiques et des zones humides; ii) la protection, la mobilisation et la gestion des ressources en eau; iii) le développement et la protection des aménagements hydrauliques; iv) la valorisation de l'eau et sa répartition entre les divers usages. Elle prévoit, en outre, la création d'un fonds de gestion des ressources en eau (FNE) destiné à assurer le financement des activités de gestion intégrée de ces ressources, leur inventaire, leur protection, ainsi que le développement, l'entretien et exploitation des aménagements hydrauliques. En 2000, les décrets d'application n'étaient pas encore établis.

La Loi 96-766 du 3 octobre 1996 portant Code de l'environnement comprend de nombreux articles relatifs à la gestion de l'eau qui diffèrent parfois de ceux du Code de l'eau.

La Loi 98-750 du 23 décembre 1998 sur la législation foncière instaure une procédure temporaire pendant 10 ans, destinée à accélérer la transformation de certains droits coutumiers en droits de propriété immatriculés de façon à établir, d'ici une dizaine d'années, une situation claire des terres rurales.

ENVIRONNEMENT ET SANTÉ

Le gouvernement a pris des mesures pour empêcher la pollution des ressources en eau douce dans la région de la capitale Abidjan, en délimitant un périmètre de protection de la nappe phréatique, et en soumettant tout forage à autorisation.

PERSPECTIVES POUR LA GESTION DE L'EAU EN AGRICULTURE

Pour remédier aux déficits chroniques alimentaires, a été prévue l'exécution d'un programme triennal (2000-2002) comprenant un important volet relatif à la maîtrise de l'eau et de l'irrigation. L'accentuation du déficit hydraulique sur l'ensemble du territoire, conjuguée à l'irrégularité croissante de la pluviométrie constatée lors de ces dernières campagnes agricoles, a amené le gouvernement à mettre en œuvre un programme d'investissement en infrastructures de maîtrise de l'eau concourant au développement de l'irrigation. Ce programme vise la réalisation sur une dizaine d'années de 50 000 nouveaux hectares sous irrigation, toutes spéculations vivrières confondues. Diverses technologies adaptées aux conditions du milieu seront utilisées, notamment la prise au fil de l'eau, le forage, les petits barrages collinaires, et les stations de pompage. L'accent sera mis notamment sur le développement de la petite irrigation privée. La stratégie du secteur agricole propose, quant à elle, de réaliser, d'ici l'an 2010, 350 000 ha de bas-fonds rizicoles améliorés, 25 000 ha de riziculture irriguée en maîtrise totale de l'eau et 10 000 ha de petite irrigation (maraîchage) pour un coût total de l'ordre de 500 millions de dollars EU.

Pour assurer l'efficacité de la gestion des ressources en eau il sera procédé à une réforme institutionnelle qui se traduira par la création d'agences de bassin qui géreront la ressource en eau par bassin versant. Le regroupement se fera autour de trois délégations de régions hydrauliques épousant les aires géographiques des trois grands bassins hydrologiques (Comoé-Agnéby, Bandama-Boubo, Cavally-Sassandra). Treize

districts hydrauliques correspondant aux sous-bassins des trois grands bassins versants hydrologiques sont proposés. Le cadre institutionnel de gestion pourrait s'organiser autour de trois entités:

- une Autorité de l'eau assumant les prérogatives de l'administration;
- une Agence de l'eau dotée de l'autonomie de gestion et placée sous la tutelle de l'Autorité de l'eau; elle aurait entre autres compétences celle de gérer les fonds collectés;
- une entité consultative composée d'un conseil interministériel et d'un comité de l'eau.

En outre, il est prévu de mettre en place une assiette de redevances pour optimiser l'exploitation économique de la ressource en eau.

Ces réformes devraient permettre de lever les deux contraintes qui s'opposent au développement de la petite irrigation:

- les appuis essentiellement productifs qui ne prennent pas suffisamment en compte l'environnement économique de l'exploitation (rentabilité, comptes d'exploitation, commercialisation et stockage), ainsi que les aspects fonciers, sociaux et environnementaux;
- l'absence d'une structure formelle spécifique permettant aux usagers de l'eau de gérer rationnellement les systèmes collectifs de mobilisation de l'eau et d'entretenir les périmètres.

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

ANADER [Agence nationale d'appui au développement rural]. 1994. *Aménagements rizicoles*.

ABN. 2004. *Projet «Fonds pour l'environnement mondial (FEM)» – Inversion des tendances à la dégradation des terres et des eaux du bassin du fleuve Niger. Cadre de gestion environnementale et sociale (CGES) des projets pilotes de démonstration et du programme des micro-subventions.*

FAO. 1996. *Stratégie du secteur agricole à l'horizon de 2010*.

FAO. 1999. *Côte d'Ivoire – Éléments de stratégie nationale de développement de la petite irrigation et plan d'action opérationel*.

FAO. 2000. *Gestion intégrée des ressources en eau – Côte d'Ivoire.* TCP/IVC/6713.

FAO. 2001. *Étude prospective du secteur forestier en Afrique (FOSA) – Côte d'Ivoire.*

FAO, PAM. 2004. *Rapport spécial – Mission FAO/PAM d'évaluation des récoltes et des disponibilités alimentaires en Côte d'Ivoire*.

FAO, Banque Mondiale. 1998. *Côte d'Ivoire – Programme de sécurité alimentaire et petite irrigation, Note de stratégie et projet de première phase. Rapport provisionnel. 98/079 CP-IVC*.

FAO, HCH. 1999. *Élaboration d'outils de gestion intégrée des ressources en eau en Côte d'Ivoire: projet pilote dans le bassin du Bandama.* Rapport de la mission de consultation de Dr. Maziliauskas Antanas, qui s'est tenue en Côte d'Ivoire du 11-01-1999 au 18-02-1999.

HCH, République de Côte d'Ivoire. 1999. *Programme national hydraulique 2000-2010 Tome 1 – Politique, stratégies et composantes du programme*.

Kouadio Y. 1994. *Rapport sur l'agriculture irriguée en Côte d'Ivoire*

Mott MacDonald International. 1991. *Évaluation hydrologique de l'Afrique sub-saharienne. Pays de l'Afrique de l'Ouest. Rapport de pays: Côte d'Ivoire*

Regnault, D. 1994. *Données générales sur la SODECI.*

République de Côte d'Ivoire. 1999. *Gestion intégrée des ressources en eau en Côte d'Ivoire et Programmes sectoriels. Document d'orientation de la table ronde avec les bailleurs de fonds.*

ONU. 2002. *Aspects du développement durable liés aux ressources naturelles de la Côte d'Ivoire - Action 21*.

SODESUCRE. 1993. *Situation de l'irrigation.*

Djibouti

GÉOGRAPHIE, CLIMAT ET POPULATION

Djibouti est l'un des plus petits pays d'Afrique avec 372 km de côtes et une superficie totale de 23 200 km², dont 100 km² de surface d'eau (lacs Abhé et Assal) et 220 km² de forêt (forêts du Day et des Mablas). Résultat d'une zone sismique (croisement de trois plaques tectoniques), le relief est d'origine basaltique et rhyolithique très accidenté, entrecoupé de dépressions sédimentaires ou fluviolacustres et de plaines endoréiques. Le mont Moussa Ali culmine à 2 000 m alors que le lac Assal se situe à 155 m au dessous du niveau de la mer. On rencontre principalement deux types de sols: les sols en place (sols bruns profonds issus de basalte, lithosols, sols calcaires coralliens) et les sols d'apport (colluvions, alluvions fluviolacustres). Les sols cultivables sont alluvionnaires ou sédimentaires, parfois salés, pauvres, mais améliorables.

Le climat de Djibouti est de type tropical aride. On distingue une saison fraîche (22-30°C) d'octobre à avril et une saison chaude (30-40°C) de mai à septembre pendant laquelle un vent de sable chaud et sec (khasim) souffle une cinquantaine de jours par an. L'évapotranspiration moyenne annuelle est estimée à 2 000 mm. Les précipitations moyennes annuelles sont de 220 mm, variant de 80 mm au nord-est à 340 mm au nord. Elles tombent de façon orageuse, sont erratiques, et provoquent des inondations: 5 pour cent seulement du volume s'infiltrent et contribuent à la recharge des nappes. En mai, juin et septembre, le taux d'humidité peut atteindre 100 pour cent.

La superficie cultivable est estimée à environ 6 000 ha, dont 2 400 ha faciles à irriguer à partir des nappes d'accompagnement des oueds, bien que les ressources en eau disponibles soient limitées. L'agriculture n'est pas possible sans irrigation. Par ailleurs, la désertification progresse, favorisée par le surpâturage et la récolte du bois de feu nécessaire à la cuisson des aliments d'une population en forte croissance.

La population, composée d'Afars (nord), d'Issas (sud) et d'une importante communauté yéménite, a été estimée à 712 000 habitants en 2004, soit une densité de 31 habitants/km², mais plus de 400 habitants/km² dans la capitale. La population urbaine représente 84 pour cent de la population totale et plus de 75 pour cent des habitants vivent à Djibouti ville (tableau 1). Le taux de croissance naturelle est estimé à 3 pour cent, et le taux migratoire entre 1 et 3 pour cent, soit un taux de croissance net de la population entre 4 et 6 pour cent par an (la population double donc en moins de 15 ans). Le taux de chômage est élevé: il représentait 43.5 pour cent de la population active en 1996 et 59.5 pour cent en 2002. Le programme d'ajustement structurel du FMI entre 1996 et 1999 a permis de réduire le déficit budgétaire national, au prix d'une réduction du revenu des ménages de l'ordre de 30 pour cent: 9.6 pour cent des ménages gagnaient moins de 645 dollars EU en 1996, contre 42.1 pour cent en 2002. En ce qui concerne les populations sédentaires, 45 pour cent sont pauvres et 10 pour cent extrêmement pauvres; pour les nomades, ruraux, la situation est plus difficile avec 60 pour cent de pauvres et 20 pour cent d'extrêmement pauvres. En 2002, 67 pour cent et 82 pour cent

TABLEAU 1
Caractéristiques du pays et population

Superficies physiques			
Superficie du pays	2002	2 320 000	ha
Superficie cultivée (terres arables et cultures permanentes)	2002	1 000	ha
• en % de la superficie totale du pays	2002	0.04	%
• terres arables (cultures temporaires + prairies et jachères temp.)	2002	1 000	ha
• cultures permanentes	2002	0	ha
Population			
Population totale	2004	712 000	habitants
• dont rurale	2004	16	%
Densité de population	2004	31	habitants/km²
Population active	2004	354 000	habitants
• en % de la population totale	2004	50	%
• féminine	2004	46	%
• masculine	2004	54	%
Population active dans le secteur agricole	2004	272 000	habitants
• en % de la population active	2004	77	%
• féminine	2004	49	%
• masculine	2004	51	%
Économie et développement			
Produit intérieur brut (PIB)	2003	625	millions de $EU/an
• valeur ajoutée du secteur agricole (% du PIB)	1999	3.7	%
• PIB par habitant	2003	889	$EU/an
Indice de développement humain (plus élevé = 1)	2002	0.454	
Accès aux sources améliorées d'eau potable			
Population totale	2002	80	%
Population urbaine	2002	82	%
Population rurale	2002	67	%

de la population rurale et urbaine respectivement avaient accès à l'eau potable (80 pour cent au niveau national). On estime que 11.7 pour cent de la population adulte est touché par le virus du SIDA.

ÉCONOMIE, AGRICULTURE ET SÉCURITÉ ALIMENTAIRE

Deux systèmes de production traditionnels coexistent, le pastoralisme et le système oasien, importé par les yéménites. Tous les deux ont atteint leur limite de production. La République de Djibouti est un pays de tradition pastorale, où 90 pour cent des élevages sont extensifs et itinérants. L'élevage sédentaire pratiqué dans les oasis ou près des villes est plus monétarisé mais doit supporter le manque de fourrage. Le secteur de la pêche est artisanal et produit autour de 1 000 tonnes de prises par an, contre un rendement maximum durable estimé en 1996 à 33 000 tonnes par an.

Le taux d'autosuffisance alimentaire a été estimé à 23 pour cent en 1994 par la Banque africaine de développement (BAD). L'agriculture ne produit que 10 pour cent des besoins en fruits et légumes, le complément étant importé (jusqu'à 80 pour cent des céréales consommées). L'insécurité alimentaire touche aussi bien les populations rurales (déficit de production) qu'urbaines (pauvreté). Environ 14 pour cent des enfants de moins 5 ans souffrent de malnutrition aiguë, et 31.1 pour cent de malnutrition chronique.

Les conditions climatiques extrêmes et les ressources naturelles limitées expliquent l'orientation de l'économie vers les activités de service: 82 pour cent du PIB en 1999, contre 4 pour cent pour le secteur primaire et 14 pour cent pour le secteur secondaire. La guerre ethnique entre 1991 et 1994 et les crues dévastatrices de 1994 ont eu un impact notable sur l'économie nationale qui s'en ressent encore aujourd'hui. Un seul secteur industriel est apparu depuis 1997 : l'exploitation du sel du lac Assal qui se réalise sans

respecter les normes environnementales. En 1997 la production s'élevait à 8 500 tonnes alors qu'aujourd'hui elle atteint 143 113 tonnes par an.

Entourée par la Somalie au sud, l'Éthiopie à l'ouest et l'Érythrée au nord, la République de Djibouti contrôle le détroit de Bâb el Mandeb sur la mer Rouge et occupe ainsi une position stratégique entre l'Afrique et l'Asie. Les investissements actuels dans le port autonome de Djibouti (un des trois ports d'Afrique de l'est), dans la création d'un autre port à Doralé, et dans les infrastructures routières internes soulignent le rôle de Djibouti comme centre de transit et de redistribution, vers l'Éthiopie en particulier. Le volume des exportations a ainsi augmenté depuis l'embargo en Arabie saoudite sur les importations de bétail somalien qui transite maintenant par Djibouti.

RESSOURCES EN EAU ET UTILISATION DE L'EAU

Ressources en eau

Les ressources en eau renouvelables sont estimées à 300 millions de m³/an. Le système hydrographique se divise en deux zones, l'une drainant vers la mer rouge ou le golfe d'Aden (45 pour cent), l'autre vers les plaines de l'ouest du pays (55 pour cent). Les rivières ne sont pas pérennes, du fait des faibles précipitations, mais contribuent à l'alimentation des nappes phréatiques (seule la nappe de Djibouti est actuellement suivie). D'une façon générale, les débits sont faibles, avec une teneur en sel entre 1 et 1.5 g/litre. Environ 5 pour cent seulement des précipitations sont susceptibles de s'infiltrer et de recharger les nappes peu profondes (sédiments des oueds) ou profondes (aquifères basaltiques). Bien que l'apport de l'Éthiopie soit estimé à 2 km³/an (lac Abbé), ce volume n'est pas pris en compte puisqu'il s'agit d'eau salée.

Deux aquifères continus (régionaux) existent à Djibouti, l'un dans toute la partie ouest du pays avec le lac Assal pour niveau de base, l'autre au sud du pays entre Djibouti ville et Loyada. Ailleurs, on trouve des nappes discontinues (locales) et des nappes alluviales. Compte tenu de la nature des sols, et sauf pour les nappes partagées avec l'Éthiopie, la recharge des nappes repose sur l'infiltration des eaux de crue dans les oueds. On estime donc que le volume exploitable de la nappe de Djibouti s'établit entre 10 et 20 millions de m³/an. L'exploitation raisonnée des ressources en eaux souterraines doit ainsi considérer la nature du sol: volcanique, sédimentaire (quantité acceptable, mais eaux très salines) ou alluvionnaire.

Les ressources non conventionnelles se limitent aux eaux usées traitées. La contribution des eaux usées traitées est limitée actuellement aux effluents de la station d'épuration de Balbala estimés à 0.14 million de m³/an et qui servent à l'irrigation de quelques jardins dans la région d'Ambouli. Une autre station d'épuration à Douda, d'une capacité installée de 4.700 m³/jour, est actuellement hors service.

Utilisation de l'eau

Il est estimé que les demandes en eau pour l'année 2000 s'élevaient à 19 millions de m ³, dont 2.5 millions pour l'irrigation (13 pour cent), 0.5 million pour l'élevage (3 pour cent) et 16 millions pour les collectivités (84 pour cent) (tableau 2 et figure 1). Un autre chiffre de 7.41 millions de m ³ pour l'agriculture est également donné parfois, mais ce chiffre est probablement surestimé du fait que, généralement, seul le tiers de la superficie clôturée est actuellement irrigué. Environ 95 pour cent des besoins en eau sont assurés par les ressources en eau souterraines. La pression démographique augmente, ce qui entraîne la

FIGURE 1
Prélèvements en eau
Total: 0.019 km³ en 2000

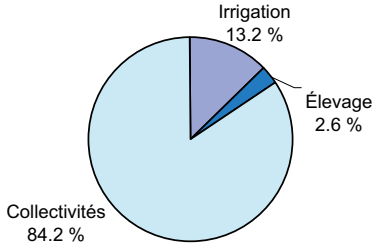


TABLEAU 2
L'eau: ressources et prélèvement

Les ressources en eau renouvelables			
Précipitations moyennes		220	mm/an
		5.1	10^9 m³/an
Ressources en eau renouvelables internes		0.3	10^9 m³/an
Ressources en eau renouvelables réelles totales		0.3	10^9 m³/an
Indice de dépendance		0	%
Ressources en eau renouvelables réelles totales par habitant	2004	421	m³/an
Capacité totale des barrages		-	10^6 m³
Prélèvements en eau			
Prélèvement total en eau	**2000**	**19**	**10^6 m³/an**
- irrigation + élevage	2000	3	10^6 m³/an
- collectivités	2000	16	10^6 m³/an
- industrie	2000	0	10^6 m³/an
• par habitant	2000	29	m³/an
• en % des ressources en eau renouvelables réelles totales	2000	6.3	%
Ressources en eau non conventionnelles			
Volume d'eaux usées produit		-	10^6 m³/an
Volume d'eaux usées traité	2000	0.14	10^6 m³/an
Réutilisation des eaux usées traitées		-	10^6 m³/an
L'eau dessalée produite	1990	0.1	10^6 m³/an
Réutilisation des eaux de drainage		-	10^6 m³/an

TABLEAU 3
Estimation des besoins en eau pour 2015

District	Besoins en eau (millions de m³)
Djibouti	25
Ali Sabieh	1
Dikhil	1
Tadjourah	1.2
Obock	0.525
Arta -Oueah	0.8
Total	**29.525**

surexploitation et la salinisation. À l'horizon 2015, ces demandes s'élèveront à plus de 29 millions de m³ (tableau 3).

En 1993, un inventaire des points d'eau a été dressé (tableau 4). En 2000, il y avait 600 points d'eau (partiellement fonctionnels) et 56 stations de pompage rurales dans tout le pays. La salinité due à la surexploitation va en augmentant et plus de la moitié des forages de Djibouti enregistrent plus de 900 mg/litre, et parfois jusqu'à 1 200 mg/litre!

D'une manière générale, l'utilisation des eaux souterraines pour l'irrigation pose des problèmes de salinité excessive, même dans les nappes alluviales. Seules les eaux au nord-ouest du pays ont des teneurs ioniques inférieures aux normes d'utilisation pour l'irrigation. Les fortes teneurs en bore sont les plus fréquentes. Peu de localisations sont favorables à des projets d'irrigation d'une certaine importance, à partir de forages. En revanche, il est possible d'utiliser l'eau des sous-écoulements dans les oueds dont les bassins versants sont grands et où les crues sont régulières. L'utilisation de nappes alluviales signifie une localisation dans les lits mineurs et majeurs, car la qualité de l'eau se détériore assez rapidement.

Eaux internationales: enjeux

Le lac salé Abbé est la seule ressource en eau internationale.

TABLEAU 4
Inventaire des points d'eau en 1993

District	Forage	Puits	Sources	Gueltas	Mares
Djibouti	40	2			
Ali-Sabieh	47	52	1		
Dikhil	34	68	25	16	3
Tadjourah	30	23	43	7	
Obock	17	50	13	1	
Total	**168**	**195**	**82**	**24**	**3**

DÉVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION ET DU DRAINAGE

Évolution du développement de l'irrigation

Le potentiel d'irrigation est estimé à 2 400 ha, bien que les ressources en eau disponibles soient limitées. En 1982, il existait 450 exploitations agricoles dans l'ensemble du pays. La superficie mise en valeur était d'environ 110 ha, soit une moyenne de 2 250 m² par exploitation. En 1989, il y avait 1 158 exploitations sur 407 ha cultivés, soit environ 3 515 m² par exploitation. En moyenne, moins de 65 pour cent des terres aménagées sont cultivées chaque année. En 1995-96, il y avait 1 135 exploitants: 564 agriculteurs purs, 308 agriculteurs éleveurs, et 107 fonctionnaires. Sur ce total de 1 135 exploitants, 709 exploitations utilisaient de l'eau peu salée (dont 548 en milieu rural) contre 426 qui utilisaient de l'eau moyennement à trop salée (dont 228 en milieu rural). En outre, 179 irriguaient par gravité et 452 pompaient par refoulement. En 1999, 1 012 ha étaient clôturés: 159 ha consistaient en jardins gérés par l'État (140 ha au PK20 et 19 ha de jardins publics) et 853 ha étaient privés. Pour 40 pour cent de ces 1300 exploitants il s'agissait de l'unique revenu dégagé (tableau 5 et 6). En saison fraîche, 388 ha seulement étaient effectivement cultivés, tandis qu'en été la surface agricole diminuait encore de la moitié (figure 2). Cette superficie devrait atteindre 60 pour cent de la superficie équipée (soit 618 ha) à la fin des travaux de réhabilitation et de remise en état.

FIGURE 2
Part de la superficie cloturée réellement irriguée en 1999

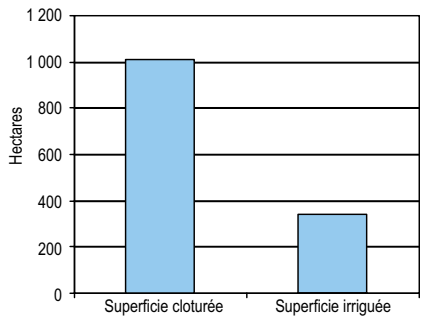
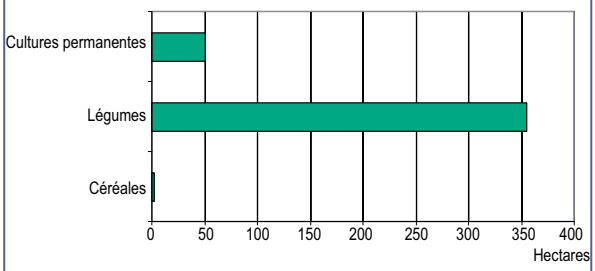


TABLEAU 5
L'agriculture au Djibouti (1999)

District	Superficie clôturée	Superficie irriguée (saison fraîche)	Nombre d'exploitations
Djibouti	394	182	304
Ali Sabieh	82	27	76
Dikhil	336	112	545
Tadjourah	164	55	290
Obock	36	12	83
Total	**1 012**	**388**	**1 298**

FIGURE 3
Principales cultures irriguées en 1989



La production agricole sous irrigation est la seule forme possible à Djibouti. L'irrigation ne commence que vers la mi-novembre pendant la saison fraîche et se termine mi-mai. Les principales cultures irriguées sont les tomates, d'autres légumes et les fourrages (figure 3). En été, seuls les cucurbitacées et le palmier sont irrigués, mais ils représentent un pourcentage assez faible par rapport aux autres cultures (céréales, légumes, fruits).

Des oasis sont présents dans 80 sites, tout le long des oueds. On peut distinguer plusieurs types de jardins oasiens: le jardin oasien d'altitude avec maraîchage/arbres fruitiers, le jardin oasien continental avec maraîchage/embouche ovine, le jardin oasien laitier avec fourrage/élevage, et le jardin oasien spécialisé avec plantes ornementales et de parfum. Ainsi le nord du pays a une vocation d'arboriculture fruitière dans les montagnes et fourragère sur la côte, le sud étant plus polyvalent.

Les motopompes restent le moyen d'exhaure le plus répandu, suivi des sources (irrigation gravitaire), du seau, des forages, des éoliennes et du solaire. Le chadouf tend à disparaître. Les modes d'irrigation communément pratiqués sont l'irrigation par gravitation, par petits bassins ou par sillons.

TABLEAU 6
Irrigation et drainage

Potentiel d'irrigation		**2 400**	**ha**
Contrôle de l'eau			
1. Irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée	1999	1 012	ha
- irrigation de surface		-	ha
- irrigation par aspersion		-	ha
- irrigation localisée		-	ha
• partie irriguée à partir des eaux souterraines	1989	100	%
• partie irriguée à partir des eaux de surface	1989	0	%
2. Zones basses équipées (marais, bas-fonds, plaines, mangroves)		-	ha
3. Irrigation par épandage de crues		-	ha
Superficie totale équipée pour l'irrigation (1+2+3)	**1999**	**1 012**	**ha**
• en % de la superficie cultivée	1999	100	%
• augmentation moyenne par an sur les 10 dernières années	1989-1999	4.1	%
• superficie irriguée par pompage en % de la superficie équipée		-	%
• partie de la superficie équipée réellement irriguée	1999	38	%
4. Marais et bas-fonds cultivés non équipés		-	ha
5. Superficie en cultures de décrue non équipée		-	ha
Superficie totale avec contrôle de l'eau (1+2+3+4+5)		**1 012**	**ha**
• en % de la superficie cultivée		100	%
Périmètres en maîtrise totale/partielle	**Critère**		
Périmètres d'irrigation de petite taille	< ha	-	ha
Périmètres d'irrigation de taille moyenne	> ha et < ha	-	ha
Périmètres d'irrigation de grande taille	> ha	-	ha
Nombre total de ménages en irrigation	1999	1 298	
Cultures irriguées dans les périmètres en maîtrise totale/partielle			
Production totale de céréales irriguées	1989	4	tonnes
• en % de la production totale de céréales	1989	100	%
Superficie totale en cultures irriguées récoltées	1989	407	ha
• Cultures annuelles/temporaires: superficie totale	1989	357	ha
- céréales	1989	2	ha
- légumes	1989	355	ha
• Cultures permanentes: superficie totale	1989	50	ha
- autres cultures permanentes	1989	50	ha
Intensité culturale des cultures irriguées		-	%
Drainage - Environnement			
Superficie totale drainée		-	ha
- partie de la superficie équipée pour l'irrigation drainée		-	ha
- autres surfaces drainées (non irriguées)		-	ha
• superficie drainée en % de la superficie cultivée		-	%
Superficie protégée contre les inondations		-	ha
Superficie salinisée par l'irrigation		-	ha
Population touchée par les maladies hydriques liées à l'eau		-	habitants

Rôle de l'irrigation dans la production agricole, l'économie et la société

L'irrigation contribue à assurer des revenus supplémentaires à une grande partie de la population rurale. Des petits pasteurs, rendus vulnérables par la désertification des pâturages, trouvent refuge le long des vallées alluviales, et des fonctionnaires démunis parviennent, grâce à une main-d'œuvre peu coûteuse, à tirer des revenus suffisants pour maintenir les activités agropastorales.

Le coût du gasoil utilisé pour les pompes est un facteur clé de la rentabilité des exploitations. Deux solutions s'offrent dès lors: augmenter de façon draconienne l'efficience de l'eau, ou se tourner vers des technologies non motorisées. Dans les deux cas, le volume d'eau mobilisé est moindre ce qui contribue localement à la conservation de l'eau.

Les exploitants emploient généralement de la main-d'œuvre éthiopienne pour réaliser les travaux. Le savoir-faire acquis n'est pas capitalisé.

GESTION DE L'EAU, POLITIQUES ET DISPOSITIONS LÉGISLATIVES RÉGISSANT L'UTILISATION D'EAU EN AGRICULTURE

Institutions

Le Ministère de l'agriculture, de l'élevage et de la mer chargé des ressources hydrauliques (MAEM) est responsable de la mise en œuvre de la politique de l'eau et du développement rural. Son mandat et ses attributions prévoient des interventions dans les domaines suivants: production animale, production végétale et amélioration du couvert végétal, contrôle vétérinaire et alimentaire, étude et exploitation des ressources en eau, production halieutique et questions maritimes. L'Office national des eaux de Djibouti (ONED), qui gère les ouvrages hydrauliques alimentant les principales zones urbaines, est placé sous sa tutelle. Le Ministère a été réorganisé par la loi du 1er octobre 2001 et il existe maintenant une Direction de l'eau (services des ressources en eau, de l'ingénierie et des travaux et d'appui à la gestion décentralisée de l'eau) et une Direction de l'agriculture, de l'élevage et des services vétérinaires (service de l'agriculture et des forêts).

Pour rationaliser davantage sa politique en matière de mobilisation et d'exploitation des ressources en eau, le gouvernement a créé en 1989 le Conseil national des ressources en eau (CNRE), présidé par le Ministre du MAEM, et lui a confié la mission de coordonner et de planifier toutes les actions concernant ce domaine dans le cadre d'un «schéma directeur de l'eau». Le CNRE accorde une attention particulière à l'exploitation des rares ressources en eau de surface avec l'objectif de mieux assurer la recharge des nappes et de diversifier l'approvisionnement en eau des populations rurales. Le futur aménagement intégré de l'Oued Ambouli tiendra compte de cette préoccupation. L'utilisation de barrages souterrains sur les principales nappes de l'inféro-flux devra être testée en certains sites pilotes.

Le Fonds national pour l'eau (FNE), créé par décret le 4 novembre 2001, assure le financement de l'entretien des stations de pompage rurales, du réseau climatologique et de l'alimentation d'un fonds de secours et pour la création de bornes fontaines urbaines.

Le Centre d'étude et de recherche de Djibouti (CERD) est responsable des travaux scientifiques de contrôle de la qualité des eaux potables et de la prospection de nouveaux sites.

Politiques et dispositions législatives

Toute terre agricole appartient à l'État, bien que soit respecté le droit coutumier qui garantit le droit de propriété de celui qui travaille la terre.

Le Code de l'eau a été créé par la loi du 4 avril 1996 et, en février 2000, un Schéma directeur de l'eau (SDE) a été adopté. Les mesures institutionnelles incluent la création de la Direction de l'eau et de sous-directions régionales, ainsi que d'un fonds national de l'eau. Parmi les mesures infrastructurelles approuvées figure l'établissement d'un inventaire national des ressources en eau et des points d'eau, la prospection hydrogéologique visant l'exploitation de nouvelles ressources, de nouveaux ouvrages de mobilisation d'eau et la solarisation des points d'eau ruraux.

Par ailleurs, une loi relative à la décentralisation, stipulée en juillet 2002, poursuit l'objectif de développer les centres secondaires du pays pour diminuer la pression anthropique sur le milieu naturel. Cinq conseils régionaux ont ainsi été établis: Ali-Sabieh, Arta, Dikhil, Obock et Tadjoura. L'objectif mentionné par le PNUD pour 2007 est de décentraliser 20 pour cent du budget national.

ENVIRONNEMENT ET SANTÉ

La surexploitation des ressources renouvelables souterraines est estimée à 15 millions de mètres cubes par an. La salinité de l'eau peut atteindre 1.9 g/litre, ce qui la rend impropre à la consommation. Le manque d'assainissement adéquat risque d'entraîner la pollution définitive (à l'échelle humaine) de la nappe de Djibouti ville.

On observe des signes de salinisation des terres qui risquent de déterminer leur stérilité à plus ou moins long terme.

PERSPECTIVES POUR LA GESTION DE L'EAU EN AGRICULTURE

L'agriculture, impraticable hors irrigation en raison de la sécheresse, a connu une expansion croissante depuis l'indépendance en 1977, mais les ressources naturelles limitées, en particulier les ressources en eau, freinent le développement agricole à long terme. Une évaluation des ressources en eau correcte est nécessaire pour éviter des erreurs de gestion qui pourraient avoir des conséquences graves.

Un des objectifs nationaux est le développement de l'agriculture oasienne, ce qui présente l'avantage de renforcer le secteur de l'élevage (par la production de fourrage) et de contribuer à la production maraîchère. Un autre objectif pour sécuriser le secteur de l'élevage est le développement de la collecte des eaux de ruissellement pour les troupeaux, pour irriguer et pour régénérer les pâturages.

Le gouvernement s'emploie à assurer la protection de la forêt du Day contre les incendies, les coupes sauvages et le surpâturage. En effet, outre les espèces végétales et animales uniques qu'elle renferme, la forêt joue le rôle de château d'eau en facilitant la recharge des nappes autour massif du Goda et sur ce dernier.

Les tendances et enjeux dans un avenir proche se concentrent sur:

- la performance de l'irrigation et la compétition ou la gestion intégrée avec d'autres secteurs, les perspectives de progrès, les limites ou possibilités de développement et la gestion de l'irrigation;
- les changements institutionnels;
- les impacts des changements politiques survenus récemment dans la gestion des ressources en eau et l'irrigation, des changements par intégration de l'irrigation à d'autres secteurs, et du nouveau rôle de l'irrigation dans la production et la sécurité alimentaire;
- une politique éventuelle de lutte contre les catastrophes naturelles;
- des politiques de financement des infrastructures d'irrigation et la participation des bailleurs de fonds;
- les impacts des initiatives internationales sur les politiques nationales.

Les tendances à long terme se concentrent sur les besoins en eau totaux et les principaux facteurs qui pourraient influencer l'utilisation d'eau agricole et d'irrigation.

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe. 1982. *Inventaire et mise en valeur des ressources en eau de la République de Djibouti.* Rapport préparé par W. Müller, pour le projet N° 78.2233.1, Coopération hydrogéologique allemande. Hanover, Allemagne.

Doualeh, Djama Mahamoud. 2002. *La promotion du commerce de produits agricoles dans les pays membres de la COMESA: Étude de cas de la République de Djibouti.*

FAO. 1998. *Formulation d'une stratégie pour le secteur agricole*. TCP/DJI/4553.

FAO. 1999. *Djibouti: programme spécial pour la sécurité alimentaire, phase 1 – 1er juillet 1999*.

FAO. 2001. *Stratégie du développement du secteur de l'agriculture*. Rapport de synthèse. TCP/DJI/4553.

IGADD [Intergovernmental Authority on Drought and Development]. 1990. *Forum on environmental protection and development of subregional strategy to combat desertification, 1990.*

Ministère de l'agriculture, de l'élevage et de la mer, chargé des ressources hydrauliques. 2002. *Le secteur de l'eau*. Exposé par le Ministre.

Muller, Wolfgang. 1982. *Les ressources en eau de la République de Djibouti, possibilités et limites du développement régional.*

PNUD. 2002. *Capacity 21 Programme in Djibouti Phases One and Two, DJI/96/G81 and DJI/99/G81. Evaluation Report*. Préparé par: Mansour, Lamia et El-Kholei, Ahmed.

Egypt

GEOGRAPHY, CLIMATE AND POPULATION

Egypt lies in the northeastern corner of the African continent and has a total area of about 1 million km². It is bordered in the north by the Mediterranean Sea, in the east by the Gaza Strip, Israel and the Red Sea, in the south by Sudan and in the west by the Libyan Arab Jamahiriya. Its north-south extent is about 1 080 km, and its maximum east-west extent about 1 100 km. The Egyptian terrain consists of a vast desert plateau interrupted by the Nile Valley and Delta which occupy about 4 percent of the total country area. The land surface rises on both sides of the valley reaching about 1 000 m above sea level in the east and about 800 m above sea level in the west. The highest point of the country, at Mount Catherine in Sinai, is 2 629 m above sea level and the lowest point, at the Qattara Depression in the northwest, is 133 m below mean sea level.

The majority of the country area is desert land. Most of the cultivated land is located close to the banks of the Nile River, its main branches and canals, and in the Nile Delta. Rangeland is restricted to a narrow strip, only a few kilometers wide, along the Mediterranean coast and its bearing capacity is quite low. There is no forest land. The total cultivated area (arable land plus permanent crops) is 3.4 million ha (2002), or about 3 percent of the total area of the country. Arable land is about 2.9 million ha, or 85 percent of the total cultivated area, and permanent crops occupy the remaining 0.5 million ha (Table 1).

Hot dry summers and mild winters characterize Egypt's climate. Rainfall is very low, irregular and unpredictable. Annual rainfall ranges between a maximum of about 200 mm in the northern coastal region to a minimum of nearly zero in the south, with an annual average of 51 mm. Summer temperatures are extremely high, reaching 38 °C to 43 °C with extremes of 49 °C in the southern and western deserts. The northern areas on the Mediterranean coast are much cooler, with 32 °C as a maximum.

Population is estimated at 73.4 million (2004) with an average annual growth rate of 1.8 percent. The rural population is 58 percent of the total population. Overall population density is 73 inhabitants/km²; however, with about 97 percent of all people living in the Nile Valley and Delta, population density reaches more than 1 165 inhabitants/km² in these areas, while in the desert it drops to only 1.2 inhabitants/km².

In 1997 it was estimated that 26.5 percent of the Egyptian population was living in poverty. The percentage was higher in rural than in urban areas and the incidence of poverty and "ultra poverty" was highest in Upper Egypt, while a larger absolute number of poor households was found in Lower Egypt because of the concentration of population there. In rural areas, about 29 percent of the population was living in poverty, compared to 23 percent of the urban inhabitants. Inadequate social services, landlessness, small farm size and inadequate off-farm income opportunities are the main causes of rural poverty.

TABLE 1
Basic statistics and population

Physical areas			
Area of the country	2002	100 145 000	ha
Cultivated area (arable land and area under permanent crops)	2002	3 422 178	ha
• as % of the total area of the country	2002	3	%
• arable land (annual crops + temp. fallow + temp. meadows)	2002	2 778 872	ha
• area under permanent crops	2002	643 306	ha
Population			
Total population	2004	73 390 000	inhabitants
• of which rural	2004	58	%
Population density	2004	73	inhabitants/km^2
Economically active population	2004	27 902 000	inhabitants
• as % of total population	2004	38	%
• female	2004	33	%
• male	2004	67	%
Population economically active in agriculture	2004	8 594 000	inhabitants
• as % of total economically active population	2004	31	%
• female	2004	49	%
• male	2004	51	%
Economy and development			
Gross Domestic Product (GDP)	2003	82 400	million US$/yr
• value added in agriculture (% of GDP)	2003	16.1	%
• GDP per capita	2003	1 146	US$/yr
Human Development Index (highest = 1)	2002	0.653	
Access to improved drinking water sources			
Total population	2002	98	%
Urban population	2002	100	%
Rural population	2002	97	%

In 2000, about 96 percent of the rural population and 99 percent of the urban population had access to improved drinking water sources, with an average of 97 percent of the total population. Almost 100 percent of the urban population and 96 percent of the rural population had access to improved sanitation, with an average of 98 percent of the total population.

ECONOMY, AGRICULTURE AND FOOD SECURITY

In 2003, Egypt's GDP was estimated at US$82.4 billion with an annual growth rate of 3.2 percent. The agricultural sector accounted for 16.81 percent of GDP and employed about 31 percent of the labour force, of which 49 percent were female (Table 1).

Egypt is self-sufficient in almost all agricultural commodities with the exception of cereals, oils and sugar; however, these exceptions make Egypt one of the world's largest food importers. Agricultural imports in 2001 included 4.4 million tonnes of wheat and wheat flour, 4.7 million tonnes of yellow maize, 0.6 million tonnes of vegetable oils and 0.4 million tonnes of sugar. On the other hand, the main export crops were, amongst others, 53 000 tonnes of cotton, 444 000 tonnes of rice, 176 000 tonnes of potatoes and 37 000 tonnes of citrus.

In Egypt, 99.8 percent of cropland was irrigated in 1997. Even the small, more humid area along the Mediterranean coast requires supplementary irrigation to produce reasonable yields. Smallholdings characterize Egyptian agriculture; about 50 percent of holdings have an area less than 0.4 ha (1 feddan). Farmland urbanization represents a serious threat to agriculture in Egypt. It is prohibited by law to construct any buildings on farmland without a licence from the Ministry of Agriculture and Land Reclamation, and violators are prosecuted and face serious penalties.

WATER RESOURCES AND USE

Water resources

The Egyptian territory comprises the following river basins:

- The Northern Interior Basin, covering 520 881 km² or 52 percent of the total area of the country in the east and southeast of the country. A sub-basin of the Northern Interior Basin is the Qattara Depression.
- The Nile Basin, covering 326 751 km² (33 percent) in the central part of the country in the form of a broad north-south strip.
- The Mediterranean Coast Basin, covering 65 568 km² (6 percent).
- The Northeast Coast Basin, a narrow strip of 88 250 km² along the coast of the Red Sea (8 percent).

The River Nile is the main source of water for Egypt, with an annual allocated flow of 55.5 km³/yr under the Nile Waters Agreement of 1959. Internal renewable surface water resources are estimated at 0.5 km³/yr. This brings total actual renewable surface water resources to 56 km³/year. Internal renewable groundwater resources are estimated at 1.3 km³/yr. The overlap between surface water and groundwater being considered negligible, the total actual renewable water resources of the country are thus 57.3 km³/yr. (Table 2). The Nubian Sandstone aquifer located under the Western Desert is considered an important groundwater source, but this is fossil groundwater. The main source of internal recharge is percolation from irrigation water in the Valley and the Delta.

All drainage water in Upper Egypt, south of Cairo, flows back into the Nile and the irrigation canals; this amount is estimated at 4 km³/yr. Drainage water in the Nile Delta is estimated at 14 km³/yr. Treated domestic wastewater in 2001/02 was estimated at 2.97 km³/yr. There are several desalination plants on the coasts of the Red Sea and the Mediterranean to provide water for seaside resorts and hotels; total production in 2002 was estimated at 100 million m³. Estimates of the potential of non-renewable groundwater in the eastern and western deserts, mainly from the Nubian Sandstone aquifer, vary from 3.8 km³/yr to 0.6 km³/yr; the latter estimate is defined as an indicator of exploitability over a period of time, where the time is not given.

TABLE 2
Water: sources and use

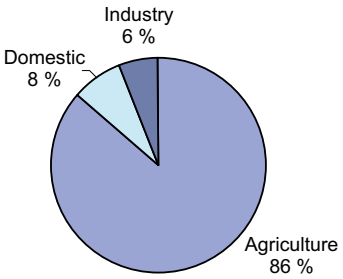
Renewable water resources			
Average precipitation		51	mm/yr
		51.07	10^9 m³/yr
Internal renewable water resources		1.8	10^9 m³/yr
Total actual renewable water resources		57.3	10^9 m³/yr
Dependency ratio		97	%
Total actual renewable water resources per inhabitant	2004	794.4	m³/yr
Total dam capacity	2002	169 000	10^6 m³
Water withdrawal			
Total water withdrawal	2000	68 300	10^6 m³/yr
- irrigation + livestock	2000	59 000	10^6 m³/yr
- domestic	2000	5 300	10^6 m³/yr
- industry	2000	4 000	10^6 m³/yr
• per inhabitant	2000	1 008	m³/yr
• as % of total actual renewable water resources	2000	117	%
Water use for navigation and hydropower	2000	4 000	10^6 m³/yr
Non-conventional sources of water			
Produced wastewater	2001	3 760	10^6 m³/yr
Treated wastewater	2001	2 971	10^6 m³/yr
Reused treated wastewater	2000	2 971	10^6 m³/yr
Desalinated water produced	2002	100	10^6 m³/yr
Reused agricultural drainage water (including seepage to gw)	2001	10 967	10^6 m³/yr
Use of fossil water	2000	825	10^6 m³/yr

TABLE 3
Water availability and water use in Egypt (2000)

Water input	million m³/yr	Water use	million m³/yr
Renewable surface water resources	56 000	Agriculture	59 000
Renewable groundwater resources	2 300	Domestic	5 300
Reuse of agricultural drainage water (return flow to rivers)*	4 840	Industry	4 000
Reuse of groundwater (seepage from agriculture)*	6 127		
Reused treated wastewater	2 971		
Desalinated water	100		
Use of fossil groundwater (non-renewable water)	825		
Total	**73 163**	**Total**	**68 300**
		Navigation and hydropower	4 000

Note *: Total water returning from agriculture was about 18 km³, of which about 12 km³ was return flow to rivers and 6 km³ seepage to groundwater

FIGURE 1
Water withdrawal
Total: 68 300 km³ in 2000



Water use

Total water withdrawal in 2000 was estimated at 68.3 km³. This included 59 km³ for agriculture (86 percent), 5.3 km³ for domestic use (8 percent) and 4.0 km³ for industry (6 percent) (Table 2 and Figure 1). Apart from that, 4.0 km³ were used for navigation and hydropower (Table 3).

Groundwater extraction in 2000 was 7.043 km³ comprising:

- 6.127 km³ from the Nile Basin (seepage waters)
- 0.825 km³ from the eastern and western deserts, i.e. mainly the Nubian Sandstone aquifer
- 0.091 km³ from shallow wells in Sinai and on the northwestern coast

Reuse of agricultural drainage water, returned to the rivers, in irrigation amounted to 4.84 km³/yr in 2001/02. Of the 2.97 km³/yr of treated wastewater, 1.5 km³/yr is reused for irrigation, while the rest is pumped into main drains where it mixes with drainage water and is then used for irrigation. Treated wastewater is usually used for landscape irrigation of trees in urban areas and along roads.

International water issues

Under the 1959 Nile Waters Agreement between Egypt and Sudan, Egypt's share of the Nile flow is 55.5 km³/yr. The agreement was based on the average flow of the Nile during the 1900-1959 period, which was 84 km³/yr at Aswan. Average annual evaporation and other losses from the Aswan High Dam and reservoir (Lake Nasser) were estimated at 10 km³/yr, leaving a net usable flow of 74 km³/yr, of which 18.5 km³/yr was allocated to Sudan and 55.5 km³/yr to Egypt.

In 1998, recognizing that cooperative development was the best way to bring mutual benefits to the region, all riparian countries (except Eritrea which had observer status only) joined in a dialogue to create a regional partnership to facilitate the common pursuit of sustainable development and management of Nile waters. The transitional mechanism, the Nile Basin Initiative (NBI), was officially launched in February 1999 in Dar es Salaam, the United Republic of Tanzania, by the Council of Ministers of Water Affairs of the Nile Basin States. The shared vision of the NBI is "to achieve sustainable socio-economic development through the equitable utilization of and benefit from the common Nile Basin water resources".

The first meeting of the International Consortium for Cooperation on the Nile (ICCON) took place in 2001 in Geneva, Switzerland to celebrate cooperation between

the ten countries of the Nile Basin and to establish partnerships leading to sustainable development and management of the Nile River for the benefit of all. The ICCON's first meeting was a major milestone for the NBI as it brought together, for the first time, ministers and senior officials from Nile Basin countries with a broad range of bilateral and multilateral donors and other interested parties from civil society, professional organizations, the media and NGOs.

If conditions permit the completion of the development projects on the Upper Nile, Egypt's share in the Nile water will increase by 9 km^3. This amount includes 1.9 km^3 and 1.6 km^3 respectively from the first and second phases of the Jonglei canal project in southern Sudan. Two other projects in the upstream swamps are expected to provide 5.5 km^3.

The vast Nubian Sandstone aquifer is shared with the Libyan Arab Jamahiriya, Sudan and Chad.

IRRIGATION AND DRAINAGE DEVELOPMENT

Evolution of irrigation development

Irrigation potential is estimated at 4 420 000 ha. The total area equipped for irrigation was 3 422 178 ha in 2002; 85 percent of this area is in the Nile Valley and Delta. Rainwater harvesting is practised in about 133 500 ha in Matruh and North Sinai. All irrigation is full or partial control irrigation (Table 4). Surface irrigation was practised on 3 028 853 ha in 2000, while 171 910 ha were under sprinkler irrigation and 221 415 ha under localized irrigation (Figure 2). Surface water was the source for 83 percent of the irrigated area in 2000, while 11 percent (361 176 ha) of the area was irrigated with groundwater in the provinces of Matruh, Sinai and New Valley. The remaining 6 percent (217 527 ha) was irrigated with mixed sources (Figure 3). The power irrigated area in 2000 was estimated at 2 937 939 ha.

The irrigation system in the old land of the Nile Valley is a combined gravity and water lifting system. Downstream of the High Aswan Dam, there are seven barrages to facilitate abstraction. The main canal system (first level) comprises 31 200 km of canals and takes its water from head regulators, located upstream of the Nile barrages. Water is distributed along branches (second level) where the flow is continuous. At the third level, distributaries receive water according to a rotation schedule. Water is pumped from the distributaries to irrigate fields (lift: about 0.5-1.5 m). The irrigation system in the new lands (reclaimed areas) is based on a cascade of pumping stations from the main canals to the fields, with a total lift of up to 50 m. Surface irrigation is banned by law in the new reclaimed areas, which are located at the end of the systems, and are more at risk of water shortage. Farmers have to use sprinkler or drip irrigation, which are more suitable for the mostly sandy soil of those areas. If used efficiently, sprinkler and drip irrigation need less water than surface irrigation.

FIGURE 2
Irrigation techniques
Total: 3 422 178 ha in 2000

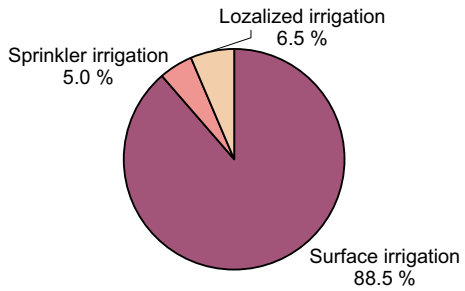


FIGURE 3
Origin of irrigation water
Total: 3 422 178 ha in 2000

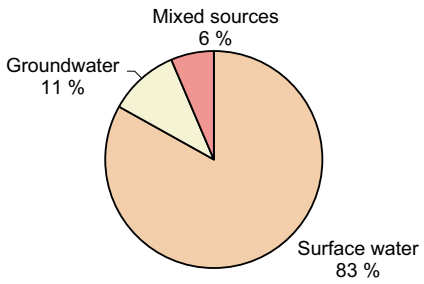


TABLE 4
Irrigation and drainage

Irrigation potential		**4 420 000**	**ha**
Water management			
1. Full or partial control irrigation: equipped area	2002	3 422 178	ha
- surface irrigation	2000	3 028 853	ha
- sprinkler irrigation	2000	171 910	ha
- localized irrigation	2000	221 415	ha
• % of area irrigated from groundwater	2000	11	%
• % of area irrigated from surface water	2000	83	%
• % of area irrigated from mixed sources	2000	6	%
2. Equipped lowlands (wetland, ivb, flood plains, mangroves)		-	ha
3. Spate irrigation		-	ha
Total area equipped for irrigation (1+2+3)	**2002**	**3 422 178**	**ha**
• as % of cultivated area	2002	100	%
• average increase per year over last 9 years	1993-2002	0.6	%
• power irrigated area as % of total area equipped	2002	86	%
• % of total area equipped actually irrigated	2002	100	%
4. Non-equipped cultivated wetlands and inland valley bottoms		-	ha
5. Non-equipped flood recession cropping area		-	ha
Total water-managed area (1+2+3+4+5)	**2002**	**3 422 178**	**ha**
• as % of cultivated area	2002	100	%
Full or partial control irrigation schemes **Criteria**			
Small-scale schemes < ha		-	ha
Medium-scale schemes		-	ha
Large-scale schemes > ha		-	ha
Total number of households in irrigation		-	
Irrigated crops in full or partial control irrigation schemes			
Total irrigated grain production	2003	19 230 797	tonnes
• as % of total grain production	2003	100	%
Total harvested irrigated cropped area	2002	6 027 115	ha
• Annual crops: total	2002	3 773 462	ha
- wheat	2002	1 029 180	ha
- rice	2002	650 026	ha
- barley	2002	96 201	ha
- maize	2002	827 949	ha
- sorghum	2002	156 155	ha
- potatoes	2002	82 588	ha
- sweet potatoes	2002	8 388	ha
- other roots and tubers (taro, yams, etc.)	2002	3 001	ha
- sugar beets	2002	64 596	ha
- pulses	2002	164 013	ha
- vegetables	2002	472 062	ha
- other annual crops	2002	219 303	ha
• Permanent crops: total	2002	2 253 653	ha
- sugar cane	2002	135 815	ha
- bananas	2002	24 165	ha
- citrus	2002	145 421	ha
- cotton	2002	296 693	ha
- fodder	2002	1 195 903	ha
- soyabeans	2002	5 914	ha
- groundnuts	2002	59 241	ha
- sunflower	2002	15 493	ha
- sesame	2002	30 284	ha
- flowers	2002	26 055	ha
- Other permanent crops	2002	318 669	ha
Irrigated cropping intensity	2002	176	%
Drainage - Environment			
Total drained area	2003	3 024 000	ha
- part of the area equipped for irrigation drained	2003	3 024 000	ha
- other drained area (non-irrigated)		-	ha
• drained area as % of cultivated area	2002	88	%
Flood-protected areas		-	ha
Area salinized by irrigation	2005	250 000	ha
Population affected by water-related diseases		-	inhabitants

In addition to the older developments in the oasis of the New Valley, which pump water from the Nubian Sandstone aquifer, new large irrigation schemes are under development in the southwestern part of the country at Al Oweinat; in 2003 about 4 200 ha were under cultivation and there are plans to extend the project to several times that area.

In the Fayoum Province, irrigation was practised with gravity until recently, without any water lifting system. By the year 2000, however, gravity irrigation was practised on only 1 900 ha, or less than 1.2 percent of the cultivated area in Fayoum. Drainage water in the province is directed by gravity into Wadi Rayan and the Qaroon Lake.

Water harvesting (Matruh and Northern Sinai) is possible thanks to the construction of cisterns and diversion dikes. The average rainfall in the areas is between 220 and 250 mm.

Role of irrigation in agricultural production, the economy and society

The cropped area was slightly more than 6 million ha in 2002, with an average cropping intensity of 176 percent. There are three growing seasons in Egypt: winter - from November to May; summer - from April/May to October; and "Nili" - from July/August to October.

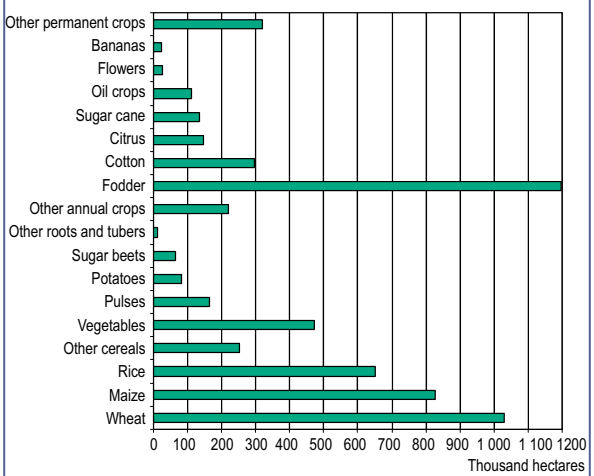
Most crops are grown both in the Delta and the Valley, with the exception of rice (Delta mainly) and sugarcane (Valley). The main winter crops are wheat and clover or berseem (*Trifolium alexandrinum*). Berseem is grown either over 3 months with 2 cuts as a soil improver (short berseem), usually preceding cotton, or over 6-7 months, either with 4-5 cuts as a fodder crop or grazed by tethered cattle (long berseem). Minor winter crops are, amongst others, pulses, barley and sugar beet. The main summer crops are maize, rice and cotton, the latter being the most important Egyptian export crop (Table 4 and Figure 4). In 2002, yields were 6.4 tonnes/ha for wheat, 8.1 tonnes/ha for maize, 9.4 tonnes/ha for rice and 2.6 tonnes/ha for cotton.

The average cost of irrigation development is about US$800/ha for localized irrigation of orchards and about US$1 200/ha for localized irrigation of vegetable or field crops. Mobile sprinkler irrigation costs about US$800/ha and stationary sprinkler irrigation costs about US$1 800/ha.

Status and evolution of drainage systems

An extensive National Drainage Programme has been carried out over the last four decades to control waterlogging and salinity. The drainage system consists of open drains, sub-surface drains and pumping stations. In 2003, slightly over 3 million ha of the total irrigated area were drained, of which about 2.2 million ha with sub-surface drainage. The sub-surface drained area represents more than 65 percent of the total cultivated area. There are 99 pump stations devoted to the pumping of drainage effluent. The power-drained area was estimated at about 1.65 million ha in 2000. Drainage water from agricultural areas on both sides of the Nile Valley is returned to the River Nile or main irrigation canals in Upper Egypt and in the southern Delta. Drainage water in the Delta is either pumped back into irrigation canals for reuse or pumped into the northern lakes or the Mediterranean Sea.

FIGURE 4
Irrigated crops
Total: 6 027 115 ha in 2002
(cropping intensity 176%)



WATER MANAGEMENT, POLICIES AND LEGISLATION RELATED TO WATER USE IN AGRICULTURE

Institutions

The Ministry of Water Resources and Irrigation (MWRI) is in charge of water resources research, development and distribution, and undertakes the construction, operation and maintenance of the irrigation and drainage networks. Specifications and permits for groundwater well drilling are also the responsibility of MWRI. Within MWRI, the following sectors and departments are of importance:

- The Planning Sector is responsible at central level for data collection, processing and analysis for planning and monitoring investment projects.
- The Sector of Public Works and Water Resources coordinates water resources development works.
- The Nile Water Sector is in charge of cooperation with Sudan and other nilotic countries.
- The Irrigation Department provides technical guidance and monitoring of irrigation development, including dams.
- The Mechanical and Electrical Department is in charge of the construction and maintenance of pumping stations for irrigation and drainage.

Further to the above institutions, other public authorities are directly related to MWRI:

- The High Dam Authority is responsible for dam operation.
- The Drainage Authority is responsible for the construction and maintenance of tile and open drains.
- The National Water Research Center comprises 12 institutes and is the scientific body of MWRI for all aspects related to water resources management.

MWRI also represents Egypt in the meetings of the Nile basin countries on Nile water issues. There are several joint projects between those countries for the development of Nile water. These projects, if completed, would increase the water shares of member countries significantly. Egypt would gain an additional 9 km^3 of Nile water.

The Ministry of Agriculture and Land Reclamation (MALR) is in charge of agricultural research and extension, land reclamation and agricultural, fisheries and animal wealth development. The Agricultural Research Center comprises 16 institutes and 11 central laboratories and is the scientific body of MALR for all aspects related to agricultural development. The Land Development Authority is in charge of contracting and monitoring land development projects and manages land allocation to investors and individuals. The Agricultural Development and Credit Bank provides credit to farmers to finance various production requirements.

Water management

The Government has indicated its intent to shift emphasis from its role as the central (or sole) actor in developing and managing water supply systems, towards promoting participatory approaches in which water users will play an active role in the management of irrigation systems and cost sharing. Important institutional and legislative measures have been taken recently to promote the establishment of sustainable participatory irrigation management (PIM) associations. However, despite these measures, the development of water users' associations (WUAs) as effective partners in irrigation management remains at an early stage. In the new lands, the concept of PIM is not yet effectively operational for a variety of economic, financial and institutional reasons.

While most settlers recognize the importance of WUAs in the equitable distribution of available water, uneven water availability, either due to design shortcomings or to lax enforcement of rules against excess abstraction by front-end water users, has acted as a disincentive to the successful operation of WUAs in many instances.

Finances

The government invests considerable resources in the land-reclamation programme. Investment is primarily in irrigation and drainage infrastructure, settlement construction, and provision of potable water, electricity and roads. Very little is invested in social services (education and health), and no investment is made in the provision of agricultural services (technology, water management and rural finance). Consequently, poor settlers face difficulties in settling and farming, and a considerable percentage move back to the old lands and abandon their new land farms.

Both MWRI and MALR activities are considered public services and their water and land development projects are budgeted in the national economic and social development plan.

Policies and legislation

The main water and irrigation strategy is concerned with the development and conservation of water resources. This is done through adopting water rotation for irrigation canals, limiting the rice growing area, lining irrigation canals in sandy areas and prohibiting surface irrigation in the new developed areas outside the Nile basin.

Recent water resources policies include different structural and several non-structural measures. Structural measures include: irrigation structures rehabilitation; improvement of the irrigation system; installation of water level monitoring devices linked to the telemetry system; and expansion of the tile drainage system. Non-structural measures include: expansion of water user associations (WUAs) for irrigation ditches; establishment of water boards on branch canals; promotion of public awareness programmes; and involvement of stakeholders.

The legal basis for irrigation and drainage is set in Law No. 12/1984 and its supplementary Law No. 213/1994 which define the use and management of public and private sector irrigation and drainage systems including main canals, feeders and drains. The laws also provide legal directions for the operation and maintenance of public and private waterways and specify arrangements for cost recovery in irrigation and drainage networks.

The most recent water policy was drafted in 1993. It included several strategies to ensure satisfying the demands of all water users and expanding the existing agricultural area at that time of 7.8 million feddan (about 3.12 million ha) by an additional 1.4 million feddan (about 560 000 ha).

ENVIRONMENT AND HEALTH

Salinity and waterlogging are now under control in about 80 percent of the affected areas following the installation of drainage systems. This has led to a reduction in saline areas from about 1.2 million ha in 1972 to 250 000 ha at present. Seawater intrusion is a problem in the northern part of the Delta, where groundwater becomes brackish to saline. About half of the Delta contains brackish to saline groundwater, and no water is pumped in the northern Delta. Average salinity of groundwater in the Delta was between 680 and 1 170 mg/liter in 2000/01. It is said that the rice belt is a major defence factor to keep salinity under control in the northern areas of the Nile Delta, as well as to stop the invasion of sea water further inland in the Delta aquifer.

The salinity of agricultural drainage water is higher in winter, especially downstream because less water is used for irrigation. In the new Al Salam Canal, drainage water is mixed with Nile water at a ratio of 1:1, and the salinity of the mixed water is within safe levels.

The main challenge for the sustainability of water resources is the control of water pollution. The Ministry of the Environment is observing the enforcement of the new legislation regarding the treatment of industrial and domestic wastewater. MALR is also

advocating organic farming and limiting the use of chemical fertilizers and pesticides to reduce crop, soil and water pollution. In addition, present policy is to minimize the use of herbicides and to depend mainly on the mechanized control of submerged weeds and water hyacinths.

Bilharzia, or Schistosomiasis, is still a common disease in rural areas in Egypt but its occurrence has greatly decreased with the provision of improved drinking water to most rural areas, periodic examination of school children, free medical treatment and extension programmes to educate people on ways of protecting against the disease. The Ministry of Health and Population announced that Bilharzia cases in the examined samples of rural population in 2001 were only about 4 percent. Malaria is rare in Egypt.

PERSPECTIVES FOR AGRICULTURAL WATER MANAGEMENT

In 1984 it was estimated that there were another 0.5 million ha with development potential, in addition to the approximately 2.5 million ha already equipped for irrigation.

The Al Salam irrigation canal has recently been inaugurated, delivering mixed water from the Nile and two main drains to the northeastern delta and northern Sinai. The area to be irrigated with canal water is about 268 800 ha. In the present five-year development plan ending in 2007, 463 000 ha are to be developed, all outside the Nile Basin. This area includes:

- 150 000 ha east of the Delta and in Sinai, as part of the Al Salam project.
- 228 000 ha in Upper Egypt and New Valley at Toshky and Al Oweinat, to be inaugurated in the next few years.
- 64 000 ha on the northwestern coast.
- 11 000 ha in the western Delta.
- 10 000 ha in middle Egypt.

All new development areas have to use sprinkler or localized irrigation. Surface irrigation is not permitted outside the Nile Basin. The Al Salam project and the project at Toshky have been financed locally and with aid from Arab countries and international agencies. The long-term plan in Sinai is to develop 630 000 ha; the present five-year plan includes 107 520 ha in the region.

MAIN SOURCES OF INFORMATION

Attia, F.A.R. 1993. *Environmentally sound management of Egyptian groundwater resources.* In: [Proceedings of the] Seminar on techniques of groundwater management in the Arab Region. 20-23 December 1993.

Central Agency for Public Mobilization and Statistics. 2003. *The statistical yearbook 1995 – 2002*. Cairo, Arab Republic of Egypt.

Drainage Research Institute. 1989. *Land Drainage in Egypt.* Amer & de Ridder Editions.

Euroconsult–Pacer. 1986. *Land master plan, Final report*.

FAO. 2000. *Water and agriculture in the Nile Basin*. Nile Basin Initiative Report to ICCON. Background Paper prepared by FAO. Report prepared by Appelgren, B., Klohn. W. and Alam, U. Rome.

Ground Water Research Institute. 2001. *The groundwater sector plan, national level*. National Water Research Center. Cairo, Egypt.

International Food Policy Research Institute (IFPRI). 1998. *A profile of poverty in Egypt: 1997*. Report prepared by Datt, G., Joliffe, D., and Sharma, M. Washington, D.C. In: IFAD, 2002.

International Fund for Agricultural Development (IFAD). 2002. *Arab Republic of Egypt. Country Strategic Opportunities Paper (COSOP)*. Rome.

Ministry of Agriculture and Land Reclamation. 1993. *Agricultural statistics data, 1989/1990, Country total*. General Administration of Agricultural Census, Sector of Economic Affairs. Arab Republic of Egypt.

Ministry of Agriculture and Land Reclamation. 2002. *Agricultural statistics, Volume 1, winter crops 2002*. Sector of Economic Affairs. Arab Republic of Egypt.

Ministry of Agriculture and Land Reclamation. 2003. *Agricultural statistics, Volume 2, summer and Nili crops 2002*. Sector of Economic Affairs. Arab Republic of Egypt.

Ministry of Agriculture and Land Reclamation. 2003. *Agricultural statistics data, 1999/2000*. General Administration of Agricultural Census, Sector of Economic Affairs. Arab Republic of Egypt.

Ministry of Planning. 2002**.** *The fifth five-year plan for economic and social development 2002-2007*. Cairo, Egypt.

Ministry of Water Resources and Irrigation (ed.). 2002. *Adopted measures to face major challenges in the Egyptian Water Sector*. Published by the World Water Council. Available at: http://www.worldwatercouncil.org/download/report_Egypt.pdf

National Planning Institute. 2001. A new approach for optimum water use in Egypt with emphasis on irrigation water. *Series of Planning and Development Issues No.139*. Cairo, Egypt. In Arabic.

Eritrea

GEOGRAPHY, CLIMATE AND POPULATION

Eritrea covers an area of 117 760 km² and has a coastline of over 1 000 km. It is situated in the Horn of Africa, neighbouring Sudan, Ethiopia and Djibouti and bordered to the East by the Red Sea. The total cultivable area is estimated at around 1.6 million ha. The total cultivated area was 503 000 ha in 2002, of which 500 000 ha arable land and 3 000 ha permanent crops (Table 1). Most of the country consists of savannah, steppes and desert, particularly in the south-western lowlands and in the east near the Red Sea. The highlands, where altitudes range between 1 500 and 2 000 m, are among the oldest areas cultivated by humans and are showing signs of overuse. Administratively, Eritrea is divided into six *zobas*. Six different major agro-ecological zones can be distinguished, with crop production being concentrated on the moist highlands and the lowlands (Table 2).

TABLE 1
Basic statistics and population

Physical areas			
Area of the country	2002	11 760 000	ha
Cultivated area (arable land and area under permanent crops)	2002	503 000	ha
• as % of the total area of the country	2002	4	%
• arable land (annual crops + temp. fallow + temp. meadows)	2002	500 000	ha
• area under permanent crops	2002	3 000	ha
Population			
Total population	2004	4 297 000	inhabitants
• of which rural	2004	80	%
Population density	2004	37	inhabitants/km²
Economically active population	2004	2 101 000	inhabitants
• as % of total population	2004	49	%
• female	2004	48	%
• male	2004	52	%
Population economically active in agriculture	2004	1 603 000	inhabitants
• as % of total economically active population	2004	76	%
• female	2004	50	%
• male	2004	50	%
Economy and development			
Gross Domestic Product (GDP) (current US$)	2003	734	million US$/yr
• value added in agriculture (% of GDP)	2003	15.4	%
• GDP per capita	2003	177	US$/yr
Human Development Index (highest = 1)	2002	0.439	
Access to improved drinking water sources			
Total population	2002	57	%
Urban population	2002	72	%
Rural population	2002	54	%

TABLE 2
Agro-ecological zones in Eritrea

Agro-ecological zone	Coverage (%)
Moist highland zone	8.7
Arid highland zone	2.5
Moist lowland zone	15.9
Arid lowland zone	33.3
Sub-humid escarpment zone	0.9
Semi-desert zone	38.7
Total	**100.0**

Eritrea is located in the Sahelian rainfall zone, with rainfall provided by the south-western monsoons. Climate ranges from hot and arid near the Red Sea to temperate sub-humid in the eastern highlands. Average annual rainfall is about 380 mm, varying from less than 50 mm to over 1 000 mm. Over 90 percent of the total area receives less than 450 mm and only 1 percent receives more than 650 mm of annual rainfall. Rainfall in Eritrea is torrential, of high intensity, short duration, and varies greatly from year to year. The rainy season for the highlands and western region extends from June to September. As a result of the topographically ragged nature of the highlands, thin soil formations and a completely deforested terrain, most of the runoff turns into violent flash floods. Mean temperature varies between the agro-ecological zones, ranging from 18°C in the highlands to 35°C in the lowlands. Annual evapotranspiration rates range from 1 900 mm in the northern Red Sea coastal basin and plains, to 1 700–2 000 mm in the northern highlands and 8 000 mm in the Gash-Barka basin.

Total population was estimated at almost 4.3 million in 2004, with a population growth rate of 2.1 percent in 2003. Demographic growth in Eritrea will be mostly from the resident population, but also from repatriated refugees. National population density reaches 37 inhabitants/km^2. Although the highlands comprise only 19 percent of the land surface, 65 percent of the population is settled there. Only about 20 percent of the population lived in urban areas in 2004. Safe drinking water was available to 57 percent of the population in 2002 (72 percent in urban areas and 54 percent in rural areas) (Table 1). Life expectancy was 52 years in 2002. Net primary school enrolment was 61 percent. About 7 in 10 persons live below the minimum standard of living threshold and 66 percent of the population is estimated to be poor.

ECONOMY, AGRICULTURE AND FOOD SECURITY

Eritrea's economy in general and the agricultural sector in particular were seriously affected by the combination of war, recurrent droughts and degraded lands. Agriculture, which is based on smallholder farming, accounted for 15 percent of GDP in 2003. Up to 80 percent of the population depends on farming. Currently the food supply is highly dependent on imports and food aid. The contribution of agriculture to the trade balance is negative. The contribution of the sector to exports and imports was 7 percent and 11 percent respectively in 2001. Food imports as a result of food shortages amounted to 20 percent of total imports between 2001 and 2002. The main agricultural product imported in 2001 was wheat (46 percent of all imports) and the main exports were sesame seeds and flour (89 percent of all exports).

The main factors constraining crop production are low total rainfall and its distribution, insufficient availability of ploughing animals, problems of access to quality seeds, rapid degradation of land and water resources owing to soil and water erosion, inefficient agricultural extension services, and poor or inadequate rural infrastructures.

The farming system comprises: (i) rainfed crop systems using traditional methods with very low input levels, mainly in the central and southern highlands; (ii) irrigated agriculture systems using mainly spate irrigation in the western and eastern lowlands; (iii) agro-pastoralist and nomadic pastoralist systems, mainly in the lowlands and escarpment zone (agro-pastoralists derive their livelihoods from cattle, sheep and goats, while nomadic pastoralists often keep camels as well).

WATER RESOURCES AND USE

Water resources

Three main drainage systems can be distinguished:

- The Mereb-Gash and Tekeze-Setit River systems, draining into the Nile River;
- The eastern escarpment and the Barka-Anseba River systems, draining into the Red Sea;
- The river systems of a narrow strip of land along the south-eastern border with Ethiopia, draining into the closed Danakil Basin.

Although no measurement of runoff is available, the internally produced renewable water resources are estimated at around 2.8 km /yr, most of which are located in the western part of the country.

There is only one perennial river, the Setit River, which also forms the border with Ethiopia. All other rivers are seasonal and contain water only after rainfall and are dry for the rest of the year. There are no natural fresh surface water bodies in the country. Artificially dammed water bodies are found here and there in the highland parts of the country.

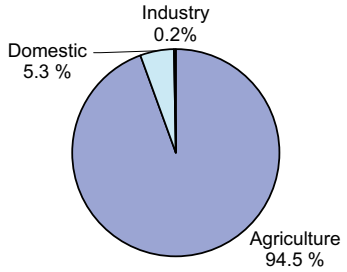
Groundwater can be tapped in all parts of the country but not in the quantities and of the qualities desired. Four hydro-geological units, based on the different geological units, recharge conditions and hydraulic characteristics, can be detailed:

- Granular aquifers, which cover large areas in the western and eastern lowlands and along river valleys and flood plains. Unconsolidated aquifers consisting of the alluvial and colluvial sediments are also found in the Asmara area, Red Sea coastal plains and at the foot of fault scraps and mountains;
- Fissured and jointed volcanic aquifers, which are found in the central highland plateau southeast of Asmara and west of Assab, the Alid hot spring and in the southern part of the country;
- Fissured and karstic aquifers of consolidated sedimentary rocks, limestone, coral reefs, evaporate deposits and the marbles of metamorphic assemblages;
- Fissured aquifers of the basement rocks of crystalline metamorphic rocks and associated intrusive rocks, which are localized along weathered and fractured zones, with limited groundwater resources.

The recent water point inventory counts 5 365 water points. About 3 374 are unprotected dug wells and 1 233 are contaminated surface water points. Typical borehole depths are in the range of 20 to 70 m. Deep aquifers are not known. Problems of groundwater depletion have been reported in various parts of the country. Apparently there are a few natural springs, but an inventory is not available.

Currently there are about 187 dams with a capacity of over 50 000 m³ each. About 42 percent are for domestic use and irrigation, 40 percent for domestic use only, 13 percent for irrigation, and 5 percent are not used. The total capacity reaches 94 million m³.

FIGURE 1
Water withdrawal
Total 0.582 km³ in 2004



Water use

Groundwater is the basis of domestic water supply. Total water withdrawal was estimated at 582 million m³ in 2004, of which 550 million m³ for agriculture (94.5 percent), 31 million m³ for domestic consumption (5.3 percent) and 1 million m³ for industry (0.2 percent) (Table 3 and Figure 1).

TABLE 3
Water: sources and use

Renewable water resources			
Average precipitation		384	mm/yr
		45.16	10^9 m³/yr
Internal renewable water resources		2.8	10^9 m³/yr
Total actual renewable water resources		6.3	10^9 m³/yr
Dependency ratio		55.56	%
Total actual renewable water resources per inhabitant	2004	1 466	m³/yr
Total dam capacity	1998	94	10^6 m³
Water withdrawal			
Total water withdrawal	2004	582	10^6 m³/yr
- irrigation + livestock	2004	550	10^6 m³/yr
- domestic	2004	31	10^6 m³/yr
- industry	2004	1	10^6 m³/yr
• per inhabitant	2004	135	m³/yr
• as % of total actual renewable water resources	2004	9.2	%
Non-conventional sources of water			
Produced wastewater	2000	18	10^6 m³/yr
Treated wastewater		-	10^6 m³/yr
Reused treated wastewater		-	10^6 m³/yr
Desalinated water produced		-	10^6 m³/yr
Reused agricultural drainage water		-	10^6 m³/yr

The quantity of municipal wastewater can be estimated at 50 000 m /day. Treatment of municipal and industrial effluents has not yet begun.

International water issues

Eritrea is part of the Council of Ministers of Water Affairs of the Nile Basin States (Nile-COM) as an observer, together with Burundi, the Democratic Republic of the Congo, Egypt, Ethiopia, Kenya, Rwanda, Sudan, the United Republic of Tanzania and Uganda. It is a prospective member of the Nile Basin Initiative. The Setit and Mereb-Gash rivers are shared with Ethiopia.

IRRIGATION AND DRAINAGE DEVELOPMENT

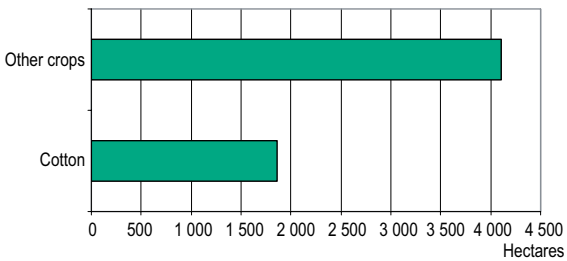
Evolution of irrigation development

Estimates of irrigation potential vary from 107 000 ha to 567 000 ha, the latter not taking into account the water availability. Based on water availability, it can be estimated at 187 500 ha.

In 1993, an estimated 4 100 ha was under perennial irrigation from dams, springs and wells, irrigating mainly fruits, vegetables and cotton (Table 4 and Figure 2):

- Approximately 1 300 ha were irrigated through the pumping of shallow groundwater along the Gash and Barka rivers;
- Some 140 ha comprised the Elaberet and Mai Aini citrus/horticultural plantations presently under government management;
- About 2 590 ha were cropped by small farmers in the highland provinces mainly through the pumping of groundwater from open wells;
- The balance of 70 ha was irrigated from springs.

FIGURE 2
Main irrigated crops in 1993



The area equipped for spate irrigation covers 17 490 ha, of which 15 650 in the

TABLE 4
Irrigation and drainage

Irrigation potential		**187 500**	**ha**
Water management			
1. Full or partial control irrigation: equipped area	1993	4 100	ha
- surface irrigation	1993	4 100	ha
- sprinkler irrigation	1993	0	ha
- localized irrigation	1993	0	ha
• % of area irrigated from groundwater	1993	96.6	%
• % of area irrigated from surface water	1993	3.4	%
2. Equipped lowlands (wetland, ivb, flood plains, mangroves)		-	ha
3. Spate irrigation	1993	17 490	ha
Total area equipped for irrigation (1+2+3)	**1993**	**21 590**	**ha**
• as % of cultivated area	1993	4.3	%
• average increase per year over the last .... years		-	%
• power irrigated area as % of total area equipped		-	%
• % of total area equipped actually irrigated		-	%
4. Non-equipped cultivated wetlands and inland valley bottoms		-	ha
5. Non-equipped flood recession cropping area		-	ha
Total water-managed area (1+2+3+4+5)	**1993**	**21 590**	**ha**
• as % of cultivated area		4.3	%
Full or partial control irrigation schemes	**Criteria**		
Small-scale schemes	< ha	-	ha
Medium-scale schemes		-	ha
Large-scale schemes	> ha	-	ha
Total number of households in irrigation		-	
Irrigated crops in full or partial control irrigation schemes			
Total irrigated grain production		-	tonnes
• as % of total grain production		-	%
Total harvested irrigated cropped area		-	ha
• Annual crops: total		-	ha
- cotton	1993	1 860	ha
- others annual crops	1993	4 109	ha
Irrigated cropping intensity		-	%
Drainage - Environment			
Total drained area		-	ha
- part of the area equipped for irrigation drained		-	ha
- other drained area (non-irrigated)		-	ha
• drained area as % of cultivated area		-	%
Flood-protected areas		-	ha
Area salinized by irrigation		-	ha
Population affected by water-related diseases		-	inhabitants

eastern lowlands and 1 840 ha at Alighider on the lower Gash and a small area along the Barka. The traditional technique of spate irrigation depends on the diversion of floods, a resource that is available at irregular and unpredictable intervals and only for a few hours at a time. The contribution of the spate irrigation to total crop production is negligible.

WATER MANAGEMENT, POLICIES AND LEGISLATION RELATED TO WATER USE IN AGRICULTURE

Institutions

The institutions involved in water resources management are:

- The Ministry of Land, Water and Environment (MoLWE) with the Water Resources Department (WRD), which has the followings functions according to the Draft Water Law (1997):
  - Assess and evaluate the water resources' potential of the country;

- Function as a resource centre for water-related data/information;
- Manage and develop national water resources;
- Evaluate, monitor and supervise all water-related studies, development projects and programmes of national interest;
- Grant, manage and inspect the implementation of water permits and waste discharge permits.

The Ministry's mandate further includes legislation, and establishing a system of water rights and obligations. The WRD is divided into two divisions according to these two different tasks: Water Resources Management and Use Division and the Water Resources Assessment Division. As regards water supply, the WRD initially served the entire country, even including maintenance and repair of equipment, but services have been decentralized since 1996. The problem is that the regional authorities, which are now responsible for the implementation and maintenance of rural water supply projects, do not have the capacity to effectively take over this responsibility and several units of the WRD are therefore still involved in local project implementation.

- The Ministry of Agriculture (MoA) and its Soil Conservation and Irrigation Development Unit, which is part of its Department of Land Resources and Crop Development;
- The Ministry of Local Government (MoLG), responsible for the Regional Administrations;
- The Ministry of Health (drinking water supply);
- The Ministry of Transport and Communication, through its mandate for meteorological data collection.

Policies and legislation

All land was brought under state ownership by the Land Proclamation of 1994. This law provides farmers with a lifetime right of usufruct over currently held land, removing the previous risk of periodic redistribution. Land is not inheritable and cannot be sold, but it can be leased. Lessees have to use the land leased to them if they are to maintain their rights.

In 2003, the Draft National Water Policy Framework (1997) was still not officially adopted. A recent effort to formulate water policies and strategic approaches is the report titled "Planning, management & advocacy tools for rural water resources development", which is the result of an interministerial workshop in Asmara. This framework defines the following policy objectives:

- Provision of safe, adequate and accessible water for all;
- Improved coverage of appropriate sanitation in both urban and rural areas;
- Integrated management and fair allocation of the available water resources to meet the needs of all sectors of the population;
- Assessment, conservation, regulated utilization and quality protection (that is, maintenance or enhancement) of all water resources, and also the mitigation of water-related hazards;
- Economically and environmentally sound and sustainable water resources development, according to a prioritized schedule.

The Draft Water Law, in preparation since 1996, was still to be finalized and adopted in 2003. No formal legislation and no formal system of permits or licences are in place and local traditional customs prevail. For example, the communities affected by water shortage have the right to benefit from an available supply in their nearest neighbourhood. In principle, water is public property and controlled by the government. However, national or regional plans do not exist and the ground rules for the actual water allocation are not clearly defined. Because of the lack of a promulgated, effective water law, activities in the water sector are still uncoordinated.

A draft strategy document on rural water supply and sanitation was drawn up between 1995 and 1997 and its final report was issued in December 2000. Unfortunately this document has never been officially endorsed or adopted.

ENVIRONMENT AND HEALTH

Salinity problems are present in most aquifers in the coastal areas. Generally, the salinity levels increase with the distance from the recharge area (the foothills of the eastern escarpment) and seawater intrusion has reportedly been observed up to about 20 km inland. Several saline geothermal springs are present along the eastern escarpment. Salinity is also common in the northwestern lowlands.

Fluoride concentrations exceeding international limits have been found mainly in the Anseba region and are probably related to the presence of certain rock types.

Bacteriological contamination is very common as many water points are not protected or are not at a sufficient distance from sources of pollution. Between 40 and 90 percent of the water sources analysed during the Rural Water Point National Inventory have been found to be biologically contaminated in the various regions.

Pollution problems are basically related to domestic sewage. A large part of the groundwater in the Asmara area has a very high nitrate content, which is due to the effects of the many latrines located in the town. Industrial pollution as well as irrigation-related pollution is not yet a problem because of the limited activities of the two sectors.

Malaria incidence and prevalence are increasing. Malaria affects about 67 percent of the population and forms about 30 percent of total outpatient morbidity. It is the major cause of morbidity and mortality of women and children. *P.falciparum* is the cause of 94 percent of all cases of malaria.

PERSPECTIVES FOR AGRICULTURAL WATER MANAGEMENT

The WRD/UNICEF report of 2003 "Eritrea - Planning, management & advocacy tool for rural water resources development" mentions a goal of safe water sources coverage of 60 percent of the rural population by 2015.

Irrigation-related objectives on the 2010 horizon are to add 20 000 ha by the construction of small dams and wells, development of joint irrigation-hydropower schemes, and a survey of the water resources. The WRD also has plans and strategies to introduce cost-effective and environmentally friendly water technologies and sustainable water supply management systems.

Water resources availability does not seem to be the immediate constraint. The problem is mainly the absence of a water policy and effective institutional capacity to manage the water. Another constraint is the lack of legislation to regulate water control in respect of both supply and demand. At present, much of the scarce water is being wasted due to lack of management. One of the challenges of the management will be to cope with the high variability of the availability of resources.

MAIN SOURCES OF INFORMATION

FAO. 1993. *Eritrea – Agricultural sector review and project identification.* TCP/ERI/2353.

FAO. 1995. *Eritrea – Special programme on food production for food security in low-income food-deficit countries.* Exploratory mission report.

FAO. 2000. *Eritrea – World Food Summit follow-up. Strategy for national agricultural sector. Horizon 2010.*

FAO. 2001. *Water resources management.* TCP/ERI/0169.

FAO. 2003a. *Water resources monitoring in Eritrea.* Consultancy Report by R. Seidelmann - Project TCP/ERI/0169.

FAO. 2003b. *Eritrea - Strategy brief for national food security and agricultural development. Horizon 2015.*

Geraghty P., Temnewo, G. 2000. *Water resource development and management in Eritrea.* Proceedings of IWRA's Xth World Water Congress, Melbourne, 2000/03/12-2000/03/16.

MoA. 2002. National report on the implementation of the UNCCD.

MoA. 2004. National report on the implementation of the UNCCD

Stillhardt B., Ghebru B., Mehari Haile, A. 2003. Small-scale micro-irrigation in Eritrea. World Bank. 1996. Proceedings of the World Bank sub-Saharan Africa water resources technical workshop, Nairobi, Kenya, 1996-02-12 / 1996-02/15.

UNEP. 2001. *Overview of the socio-economic aspects related to the management of municipal wastewater in west Asia (including all countries bordering the Red Sea and Gulf of Aden).*

UNEP. 2005. *Assessment and mapping of the water resources in the IGAD sub-region.* Consultancy report. (as yet unpublished).

Ethiopia

GEOGRAPHY, CLIMATE AND POPULATION

Ethiopia, with a total area of 1.1 million km^2, lies in the northeastern part of the Horn of Africa. The country is landlocked, sharing frontiers with Eritrea to the north and northeast, Djibouti to the east, Somalia to the east and southeast, Kenya to the south, and Sudan to the west. Ethiopia's topographical diversity encompasses high and rugged mountains, flat-topped plateaus, and deep gorges with rivers and rolling plains with altitudes ranging from 110 m below sea level at the Denakil Depression in the northeast to over 4 600 m above sea level in the Simien Mountains in the north. There are diverse soil types in the country. Combisols are predominant over much of the highlands, while vertisols occur in large areas of the southeastern highlands and in the southwestern parts of the country. Regosols occupy much of the Somali plateau and the northeastern part of the country.

Ethiopia has a tropical monsoon climate with wide topographic-induced variation. Three climatic zones can be distinguished: a cool zone consisting of the central parts of the western and eastern section of the high plateaus, a temperate zone between 1 500 m and 2 400 m above sea level, and the hot lowlands below 1 500 m. Mean annual temperature varies from less than 7–12ºC in the cool zone to over 25 ºC in the hot lowlands. Mean annual potential evapotranspiration varies between 1 700–2 600 mm in arid and semi-arid areas and 1 600–2 100 mm in dry sub-humid areas. Average annual rainfall for the country is 848 mm, varying from about 2 000 mm over some pocket areas in southwest Ethiopia to less than 100 mm over the Afar Lowlands in the northeast. Rainfall in Ethiopia is highly erratic, and most rain falls intensively, often as convective storms, with very high rainfall intensity and extreme spatial and temporal variability. The result is that there is a very high risk of annual droughts and intra-seasonal dry spells. Considering the water balance and the length of the growing period, Ethiopia can be divided into three major agroclimatic zones:

- Areas without a significant growing period, with little or no rainfall (eastern, northeastern, southeastern, southern and northern lowlands);
- Areas with a single growing period and one rainy season from February/March to October/November, covering the western half of the country, with the duration of the wet period decreasing from south to north;
- Areas with a double growing period and two rainy seasons (*Belg* and *Meher*) which are of two types: bimodal type 1 and bimodal type 2. The region of type 1 in the east of the country has a small rainfall peak in April and a major one in August. The region of type 2, covering most of the lowlands of the south and southeast, has two distinct wet periods, February–April and June–September, interrupted by two clear-cut dry periods. The peak rainfall months are April and September.

TABLE 1
Basic statistics and population

Physical areas			
Area of the country	2002	110 430 000	ha
Cultivated area (arable land and area under permanent crops)	2002	10 671 000	ha
• as % of the total area of the country	2002	10	%
• arable land (annual crops + temp. fallow + temp. meadows)	2002	9 936 000	ha
• area under permanent crops	2002	735 000	ha
Population			
Total population	2004	72 420 000	inhabitants
• of which rural	2004	84	%
Population density	2004	66	inhabitants/km²
Economically active population	2004	31 683 000	inhabitants
• as % of total population	2004	44	%
• female	2004	42	%
• male	2004	58	%
Population economically active in agriculture	2004	25 553 000	inhabitants
• as % of total economically active population	2004	81	%
• female	2004	40	%
• male	2004	60	%
Economy and development			
Gross Domestic Product (GDP) (current US$)	2003	6 600	million US$/yr
• value added in agriculture (% of GDP)	2003	41.8	%
• GDP per capita	2003	91	US$/yr
Human Development Index (highest = 1)	2002	0.359	
Access to improved drinking water sources			
Total population	2002	22	%
Urban population	2002	81	%
Rural population	2002	11	%

The country's total population is 72.4 million (2004), of which about 84 percent is rural (Table 1). The annual population growth rate is about 2.3 percent. Population density is 66 inhabitants per km², but varies from 7 inhabitants per km² in Afar in the northeast to 114 inhabitants per km² in Southern Region in the southwest of the country. The urban population is growing rapidly as a result of both natural increase and high rural-urban migration. This is putting more and more strain on urban services and employment. The unemployment rate is 2.9 percent and under-employment is common, particularly in rural areas. In 2000, 44 percent of the population lived below the national poverty line. Only about 22 percent of the population had access to improved drinking water sources in 2002, going from 81 percent in the urban areas down to only 11 percent in the rural areas (Table 1). Sanitation coverage is only 6 percent, going from 19 percent of the urban population to 4 percent of the rural population. The infant mortality rate was 114 per 1 000 life births in 2002 and the under-5 mortality rate was 171 per 1 000 children.

ECONOMY, AGRICULTURE AND FOOD SECURITY

The country's Gross Domestic Product or GDP (current US$) was US$6.6 billion in 2003 with an annual growth rate of 2.7 percent. In the same year, agriculture accounted for almost 42 percent of GDP and about 85 percent of exports. Coffee is the largest export commodity for Ethiopia, drawing in 60–70 percent of foreign exchange earnings. The value of imports is usually considerably higher than the value of exports. In 2001, food imports and exports were about 26 283 MT (US$193.7) and 1 584 MT (US$138.7 million) respectively.

About 81 percent of the economically active population works in agriculture. The cultivated area covered about 10.7 million ha in 2002, of which 10 million ha arable land and 0.7 million ha permanent crops (Table 1). In 1999, 83 percent of rural households

cultivated less than 2 ha per household and 52 percent less than 1 ha. The following five main agricultural production systems can be distinguished in the country:

- The *highland mixed farming system* is characterized by a very low level of specialization of production based on environmental and land suitability and is practised by about 80 percent of the country's population on about 45 percent of the total land mass in areas at more than 1 500 m above sea level. Livestock production is an integral part of the system, but is increasingly being restricted to stall feeding of animals due to scarcity of land. Animal traction (oxen) is used for land preparation to produce mainly cereals, pulses and oil crops. The highland mixed farming system includes the grain plough complex and the horticulture hoe complex. The grain plough complex is practised in the barley and wheat producing areas of the eastern mountains and the predominantly *teff* growing regions of the central and northern highlands. Declining landholding sizes because of population growth and deteriorating soil fertility are among the biggest challenges facing this production system. The horticulture hoe complex is based on the use of hoes and animal drawn ploughs for the production of crops that include domesticated enset, coffee, khat and other horticultural crops and maize. Most regions of the south and southwest with prolonged humid periods practice this system.
- The *lowland mixed agricultural production system* is practised in low-lying plains, valleys and mountain foothills, which include the northern parts of the Awash and the rift valley with elevations of less than 1 500 m. These areas mainly produce drought-tolerant varieties of maize, sorghum, wheat and teff, along with some oil crops and lowland pulses. Oxen are used for providing traction power and communal grazing lands and crop residues are used for livestock rearing. Off-farm activities such as sale of firewood and charcoal are widely practised.
- The *pastoral complex* supports the livelihood of only 10 percent of the total population living in the Afar and Somali regions and the Borena zone. Livestock is the major livelihood basis of these populations that are highly mobile in search of water and grazing. Camels are the most important animals serving as both food and means of transport. Some lowland varieties of maize, sorghum and other cereals are also cultivated on flood plains or as rainfed crops.
- *Shifting cultivation* is practised in the southern and western part of the country. Fields are usually left idle after short periods of cultivation to revegetate (usually 1–2 years). Clearing of the vegetation cover is done by setting fire to it during the dry seasons before the planting of sorghum, millet, sesame, cotton and ginger. These areas have low population densities and in some of them, livestock production is constrained by tsetse fly infestation.
- *Commercial agriculture* is a farming system that has only emerged very recently. However, access to land and infrastructure-related problems as well as investment insecurity are major hindrances to the growth of this system of production.

Food insecurity, as a result of persistent drought among other reasons, has been the order of the day for a very long period in Ethiopia. Even during good years, the survival of some 4–6 million people depends on international food assistance. HIV/AIDS poses the foremost threat to poverty reduction and is a major source of vulnerability. In 2001, 6.6 percent of adults were estimated to be infected, with 3.7 percent in rural areas, 13.7 percent in urban areas and 15.6 percent in the capital Addis Ababa. The highest prevalence of HIV is seen in the group of 15–49 year-olds. This age group is the most economically productive segment of the population, thus indicating the negative impact of the epidemic on labour productivity.

WATER RESOURCES AND USE

Water resources

Ethiopia is endowed with a substantial amount of water resources. The surface water resource potential is impressive, but little developed. The country possesses twelve major river basins, which form four major drainage systems:

- The Nile basin (including Abbay or Blue Nile, Baro-Akobo, Setit-Tekeze/ Atbara and Mereb) covers 33 percent of the country and drains the northern and central parts westwards;
- The Rift Valley (including Awash, Denakil, Omo-Gibe and Central Lakes) covers 28 percent of the country;
- The Shebelli–Juba basin (including Wabi-Shebelle and Genale-Dawa) covers 33 percent of the country and drains the southeastern mountains towards Somalia and the Indian Ocean;
- The North-East Coast (including the Ogaden and Gulf of Aden basins) covers 6 percent of the country.

Integrated development master plan studies and related river basin surveys undertaken at the end of the 1990s indicate that the aggregate annual runoff from nine Ethiopian river basins is about 122 km^3 (Table 2). The Abbay, Baro-Akobo and Omo-Gibe basins account for about 76 percent of the total runoff from an area that is only 32 percent of the total area of the country (Table 3). Most of the rivers in Ethiopia are seasonal and about 70 percent of the total runoff is obtained during the period June–August. Dry season flow originates from springs which provide baseflows for small-scale irrigation. The groundwater potential of the country is not known with any certainty, but so far only a small fraction of the groundwater has been developed and this mainly for local water supply purposes. Traditional wells are widely used by nomads. Neither desalinization nor treatment of wastewater is practised in Ethiopia.

Intense rainfall sometimes causes flooding particularly along the Awash river and in the lower Baro–Akobo and Wabe–Shebelle river basins, causing damage to standing crops and infrastructures. The construction of dykes mitigated the problem but has not provided a long-lasting solution. Ethiopia has several lakes (an area of about 7 000 km^2), a number of saline and crater lakes as well as several wetland areas. All the lakes,

TABLE 2
Water: sources and use

Renewable water resources			
Average precipitation		848	mm/yr
		936	10^9 m^3/yr
Internal renewable water resources		122	10^9 m^3/yr
Total actual renewable water resources		122	10^9 m^3/yr
Dependency ratio		0	%
Total actual renewable water resources per inhabitant	2004	1 685	m^3/yr
Total dam capacity	2002	3 458	10^6 m^3
Water withdrawal			
Total water withdrawal	2002	5 558	10^6 m^3/yr
- irrigation + livestock	2002	5 204	10^6 m^3/yr
- domestic	2002	333	10^6 m^3/yr
- industry	2002	21	10^6 m^3/yr
• per inhabitant	2002	81	m^3/yr
• as % of total actual renewable water resources	2002	4.6	%
Non-conventional sources of water			
Produced wastewater		-	10^6 m^3/yr
Treated wastewater	2002	0	10^6 m^3/yr
Reused treated wastewater	2002	0	10^6 m^3/yr
Desalinated water produced	2002	0	10^6 m^3/yr
Reused agricultural drainage water		-	10^6 m^3/yr

TABLE 3
Area and annual runoff by river basin

Major drainage system	River basin	Area [1]	As % of total area	Annual runoff	As % of total runoff
		(ha)	(%)	(km³/yr)	(%)
Nile Basin		**36 881 200**	**32.4**	**84.55**	**69.0**
	Abbay (Blue Nile)	19 981 200	17.6	52.60	42.9
	Baro-Akobo	7 410 000	6.5	23.60	19.3
	Setit-Tekeze/Atbara	8 900 000	7.8	7.63	6.2
	Mereb	590 000	0.5	0.72	0.6
Rift Valley		**31 764 000**	**27.9**	**29.02**	**23.7**
	Awash	11 270 000	9.9	4.60	3.7
	Denakil	7 400 000	6.5	0.86	0.7
	Omo-Gibe	7 820 000	6.9	17.96	14.7
	Central Lake	5 274 000	4.6	5.60	4.6
Shebelli-Juba		**37 126 400**	**32.7**	**8.95**	**7.3**
	Wabi-Shebelle	20 021 400	17.6	3.15	2.6
	Genale-Dawa	17 105 000	15.1	5.80	4.7
North East Coast		**7 930 000**	**7.0**	**0.00**	**0.0**
	Ogaden	7 710 000	6.8	0.00	0.0
	Gulf of Aden	220 000	0.2	0.00	0.0
Total		**113 701 600**	**100.0**	**122.52**	**100.0**

[1] The areas are estimates and the total area is slightly different from the total area of the country, which is 110 430 000 ha. This last figure should be considered as being the correct one nationally

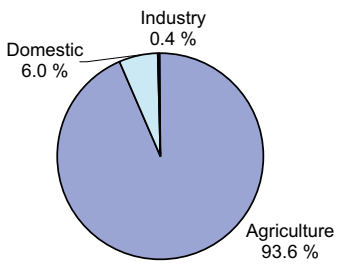
except Lake Tana which is the source of Abbay River in the Nile Basin, are found in the Rift Valley and among these lakes only Zway has fresh water while the others are all saline. Rising water levels in Lake Tana and Lake Awassa after intense rainfall have been creating concern. Large wetlands serve as a source of water for large rivers, flood retention and groundwater recharge. They are critical resources because they are areas of high biodiversity and are often vital to the livelihood strategies of local communities through the provision of environmental services and socio-economic benefits. Ethiopia has so far put no emphasis on developing and protecting the large wetlands, although external initiatives are emerging.

Ethiopia has many small, medium and large reservoir dams constructed for hydropower generation, irrigation and drinking water supply. Small dams are less than 15 m high and have a capacity of less than 3 million m³. The height of the medium and large dams in Ethiopia is 15–50 m and their capacity ranges from 4 to 1 900 million m³. In total, there are nine medium and large dams with a total capacity of almost 3.5 km³. Two large dams are used for hydropower generation only, one dam is used both for hydropower generation and irrigation supply, two dams are used for irrigation supply only and the remaining four for water supply to the city of Addis Ababa and the town of Gondar. Small dams (micro-dams) constructed for irrigation supply are concentrated in the Amhara and Tigray regional states.

Water use

Written information on water use is not available, but agriculture is obviously the main water-consuming sector. Based on the total irrigated area, cropping pattern and calendar, annual agricultural water use is estimated to be in the order of 5.2 km³, while domestic and industrial water withdrawals are estimated to be about 0.33 and 0.02 km³ respectively (Table 2 and Figure 1). There is growing concern about water use because of

FIGURE 1
Water withdrawal
Total 5 558 km³ in 2002



the conflict between the environment and agriculture particularly in lowland rural areas, where total baseflows are diverted for irrigation without releasing water for ecological conservation. Groundwater has not yet been considered for irrigation development, mainly due to high investment and running costs, but pilot schemes to use groundwater for irrigation have been started.

International water issues

Most of the rivers of Ethiopia originate within the country and flow across the borders to neighbouring countries, thus becoming transboundary rivers. Sharing the water resources of these transboundary rivers is very challenging, particularly the Nile tributaries (Abbay, Tekeze and Baro-Akobo) with the downstream riparian countries Sudan and Egypt. Recently, under an international law supporting the equitable utilization of the water resources, positive progress has been observed now that riparian countries are deciding on common water development programmes. The Nile Basin Initiative has been created and a Strategic Action Programme prepared which consists of two sub-programmes: the Shared Vision Programme (SVP) and the Subsidiary Action Programme (SAP). SVP is to help create an enabling environment for action on the ground through building trust and skill, while SAP is aimed at the delivery of actual development projects involving two or more countries. Projects are selected by individual riparian countries for implementation and submitted to the Council of Ministers of the Nile Basin Initiative for approval. The council has already accepted four hydropower and four irrigation development projects proposed by Ethiopia. Sudan, Ethiopia and Egypt have also adopted a strategy of cooperation in which all projects to be launched concerning the river should seek the common benefit of all member states and this aspect should be included in the accompanying feasibility studies.

IRRIGATION AND DRAINAGE DEVELOPMENT

Evolution of irrigation development

River basin master plan studies and related surveys indicate a maximum irrigation potential of about 5.7 million ha, but about 3.6 million ha is commonly quoted. The irrigation potential of Ethiopia is at present estimated at about 2.7 million ha, considering the availability of water and land resources, technology and finance (Table 4),

Irrigation in Ethiopia dates back several centuries, if not millennia, while "modern" irrigation was started by the commercial irrigated sugar estate established in the early 1950s by the Imperial Government of Ethiopia and the Dutch company known as HVA-Ethiopia. Various sources give different estimates of irrigated area, but recent sources indicate that the area equipped for irrigation was nearly 290 000 ha in 2001, which is 11 percent of the economical irrigation potential of 2.7 million ha (Table 5). The actually irrigated area has not been estimated but field assessments in small-scale irrigation projects indicate that some irrigation schemes are not operating to their full potential and some are not functional at all due to factors related to shortage of water, damaged structures and poor water management. On the other hand, farmers are extending canal networks in some modern irrigation projects and can therefore irrigate more land than is reportedly equipped for irrigation. Therefore, the area under irrigation can be considered more or less similar to the area equipped for irrigation.

Four categories of irrigation schemes can be distinguished (Table 6 and Figure 2):

- *Traditional irrigation schemes*: These schemes are constructed under self-help programmes carried out by farmers on their own initiative and vary from less than 1 ha to 100 ha. The total irrigated area is estimated to be about 138 000 ha and about 572 000 farmers are involved. Traditional water committees, locally known as 'water fathers', administer the water distribution and coordinate the

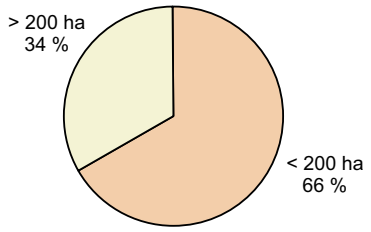
TABLE 4
Economical irrigation potential and irrigated area by river basin

Major Drainage system	River basin	Area [1]	As % of total area	Economical Irrigation potential	As % of total potential	Irrigated area (2001)	As % of total irrigated area	As % of economical irrigation potential
		(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(%)
Nile Basin		**36 881 200**	**32.4**	**1 312 500**	**49.1**	**84 640**	**29.2**	**6.4**
	Abbay (Blue Nile)	19 981 200	17.6	523 000	19.6	47 020	16.2	9.0
	Baro-Akobo	7 410 000	6.5	600 000	22.4	13 350	4.6	2.2
	Setit-Tekeze/Atbara	8 900 000	7.8	189 000	7.1	24 270	8.4	12.8
	Mereb	590 000	0.5	500	0.02	0	0.0	0.0
Rift Valley		**31 764 000**	**27.9**	**731 700**	**27.4**	**178 570**	**61.7**	**24.4**
	Awash	11 270 000	9.9	205 400	7.7	112 500	38.9	54.8
	Denakil	7 400 000	6.5	3 000	0.1	0	0.0	0.0
	Omo-Gibe	7 820 000	6.9	384 000	14.4	40 300	13.9	10.5
	Central Lake	5 274 000	4.6	139 300	5.2	25 770	8.9	18.5
Shebelli-Juba		**37 126 400**	**32.7**	**627 300**	**23.5**	**26 320**	**9.1**	**4.2**
	Wabi-Shebelle	20 021 400	17.6	204 000	7.6	22 790	7.9	11.2
	Genale-Dawa	17 105 000	15.1	423 300	15.9	3 530	1.2	0.8
North East Coast		**7 930 000**	**7.0**	**0**	**0.0**	**0**	**0**	**0.0**
	Ogaden	7 710 000	6.8	0	0.0	0	0	0.0
	Gulf of Aden	220 000	0.2	0	0.0	0	0	0.0
Total		**113 701 600**	**100.0**	**2 671 500**	**100.0**	**289 530**	**100.0**	**10.8**

[1] The areas are estimates and the total area is slightly different from the total area of the country, which is 110 430 000 ha. This last figure should be considered as being the correct one nationally.

maintenance activities of the schemes. Traditional irrigation is also very common in peri-urban areas, particularly in Addis Ababa and Bahir Dar, for the production of vegetables for the local market. The major drawback of traditional irrigation schemes is related to unstable headworks and faulty systems of irrigation stemming from lack of technology and knowledge.

FIGURE 2
Typology of full/partial control irrigation
Total 289 530 ha in 2001



- *Modern small-scale irrigation schemes*: These schemes use technologies for irrigating up to 200 ha and are constructed by the government/NGOs with farmer participation. They are generally based on direct river diversions but they may also involve micro-dams for storage. The area equipped for irrigation in 2002 was about 48 300 ha and about 74 100 farmers were involved. The operation and maintenance of the schemes are the responsibility of the water users, supported by the regional authorities/bureaus in charge of irrigation development and management. Water Users Associations (WUAs) are formally established in some schemes but traditional water management dominates in most of the modern schemes.
- *Modern private irrigation*: Private investment in irrigation has recently re-emerged with the adoption of a market-based economy policy in the early 1980s. Virtually all irrigated state farms were privately owned farms until nationalization of the private property in the mid 1970s. At the end of 2000, private investors had developed about 5 500 ha of irrigated farms, distributed in Afar (37 percent), Oromia (48 percent) and the Southern Nations, Nationalities and People's Region (SNNPR) also known as the Southern Region (15 percent).

TABLE 5
Irrigation and drainage

Irrigation potential			**2 700 000**	**ha**
Water management				
1. Full or partial control irrigation: equipped area		2001	289 530	ha
- surface irrigation		2001	283 163	ha
- sprinkler irrigation		2001	6 355	ha
- localized irrigation		2001	12	ha
• % of area irrigated from groundwater			-	%
• % of area irrigated from surface water			-	%
2. Equipped lowlands (wetland, ivb, flood plains, mangroves)			-	ha
3. Spate irrigation			-	ha
Total area equipped for irrigation (1+2+3)		**2001**	**289 530**	**ha**
• as % of cultivated area		2001	2.5	%
• average increase per year over the last 7 years		1994-2001	6.2	%
• power irrigated area as % of total area equipped			-	%
• % of total area equipped actually irrigated			-	%
4. Non-equipped cultivated wetlands and inland valley bottoms			-	ha
5. Non-equipped flood recession cropping area			-	ha
Total water-managed area (1+2+3+4+5)		**2001**	**289 530**	**ha**
• as % of cultivated area			2.5	%
Full or partial control irrigation schemes	**Criteria**			
Small-scale schemes	< 200 ha	2001	191 827	ha
Medium-scale schemes		2001	0	ha
Large-scale schemes	> 200 ha	2001	97 703	ha
Total number of households in irrigation			-	
Irrigated crops in full or partial control irrigation schemes				
Total irrigated grain production		2002	238 138	tonnes
• as % of total grain production		2002	2.6	%
Total harvested irrigated cropped area		2002	410 557	ha
• Annual crops: total		2002	395 016	ha
- maize		2002	86 859	ha
- wheat		2002	23 162	ha
- other cereals (sorghum, barley, teff, other)		2002	26 058	ha
- vegetables		2002	107 126	ha
- sugarcane		2002	27 197	ha
- cotton		2002	57 906	ha
- roots and tubers		2002	52 231	ha
- pulses		2002	8 686	ha
- other annual crops		2002	5 791	ha
• Permanent crops: total		2002	15 541	ha
- citrus		2002	5 828	ha
- bananas		2002	5 828	ha
- other permanent crops		2002	3 885	ha
Irrigated cropping intensity		2002	142	%
Drainage - Environment				
Total drained area			-	ha
- part of the area equipped for irrigation drained			-	ha
- other drained area (non-irrigated)			-	ha
• drained area as % of cultivated area			-	%
Flood-protected areas			-	ha
Area salinized by irrigation			-	ha
Population affected by water-related diseases			-	inhabitants

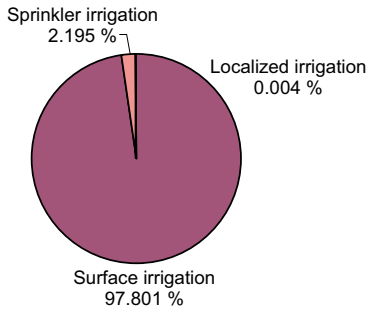
- *Public irrigation schemes*: These schemes comprise medium- and large-scale irrigation schemes with areas of 200–3 000 ha and above 3 000 ha respectively and a total estimated area of about 97 700 ha. They are constructed, owned and operated by public enterprises. These schemes are concentrated along the Awash River Course and were constructed in the 1960s–70s as either private

TABLE 6
Irrigated area by region

Region	Traditional small-scale irrigation	Number of farmers	Modern small-scale irrigation	Number of farmers	Private small-scale irrigation	Medium- & large-scale public irrigation	Total irrigation	As % of total irrigation
	(ha)	(No)	(ha)	(No)	(ha)	(ha)	(ha)	(%)
Addis Ababa	352	8 608	0	0	0	0	352	0.12
Afar	2 440	16 640	0	0	2 000	39 319	43 759	15.11
Amhara	64 035	384 210	5 752	17 166	0	0	69 787	24.11
Benshangul-Gum	400	2 000	200	170	0	0	600	0.21
Dire Dawa	640	1 536	860	2 696	0	0	1 500	0.52
Gambela	46	373	70	280	0	0	116	0.04
Hareri	812	558	125	71	0	0	937	0.32
Oromia	56 807	113 614	17 690	61 706	2 614	35 376	112 487	38.85
SNNPR	2 000	2 700	11 577	45 000	800	20 308	34 685	11.98
Somali	8 200	16 400	1 800	7 000	0	2 700	12 700	4.39
Tigray	2 607	25 692	10 000	40 000	0	0	12 607	4.35
Total	**138 339**	**572 331**	**48 074**	**174 089**	**5 414**	**97 703**	**289 530**	**100.0**

farms or joint ventures. No such schemes have been developed for the last 7–8 years.

FIGURE 3
Irrigation techniques
Total 289 530 ha in 2001

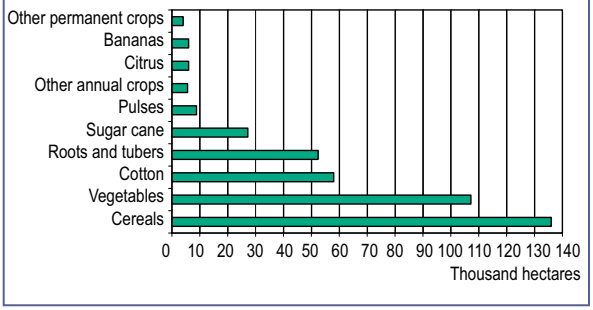


About 62 percent of the area equipped for irrigation is located in the Rift Valley, while 29 percent of the area equipped for irrigation is located in the Nile basin. The remaining 9 percent is located in the Shebelli-Juba basin (Table 4). Region-wise, about 39 percent of the irrigated area is in Oromia in central Ethiopia, followed by 24 percent in Amhara in the north, 15 percent in Afar in the northeast and 12 percent in SNNPR, while the remaining 10 percent is in the other regions (Table 6). Nearly 100 percent of the irrigated land is supplied from surface water, while groundwater use has just been started on a pilot scale in East Amhara. Sprinkler irrigation is practised on about 2 percent of the irrigated area for sugar cane production by government enterprises, while localized irrigation has recently started in the Tigray and Amhara regions (Figure 3). Pump irrigation by a group of farm households and private farms is practised in some areas, while human-powered (treadle pump) irrigation has also recently started in the Tigray and Amhara regions. Though quantitative information is not available, spate irrigation and flood recession cropping are practised in the lowland areas of the country, particularly in Dire Dawa, Somali, East Amhara, and Tigray in the eastern and northeastern parts of the country.

Role of irrigation in agricultural production, economy and society

Both irrigated and rainfed agriculture is important in the Ethiopian economy. Virtually all food crops in Ethiopia come from rainfed agriculture with the irrigation sub-sector accounting for only about 3 percent of the food crops. Export crops such as coffee, oilseed and pulses are also mostly rainfed, but industrial crops such as sugar cane, cotton and fruit are irrigated. Other important irrigated crops include vegetables and fruit trees in medium- and large-scale schemes and maize, wheat, vegetables, potatoes, sweet potatoes and bananas in small-scale schemes (Table 5 and Figure 4). There is a marked value added in irrigated agriculture. A case study carried out in 2001 estimated that average yields of cereals under irrigation and rainfed conditions are 1.75 and 1.15 tonnes/ha respectively. The same study indicated that production

FIGURE 4
Irrigated crops
Total 410 557 ha in 2002 (cropping intensity 142%)



costs per ha were US$90 for cereals, US$60 for pulses and US$290 for vegetables, while the corresponding gross incomes per ha were US$345, US$215 and US$1 870.

Development costs per hectare of small-scale irrigation schemes are US$1 760–2 940 for direct river diversion schemes and US$4 700–7 100 for schemes requiring micro-dams, while the respective annual operation and maintenance (O&M) costs per hectare are US$70–120 and US$160–240 respectively. In 1998, development costs for public surface irrigation schemes (large- and medium-scale) were estimated to be in the range of US$3 300–12 800/ha, with the average cost being US$8 100/ha. This high cost is due to the fact that the construction of expensive headworks is included in the calculation. Annual O&M costs for these schemes are US$60–220/ha. The cost of sprinkler and localized irrigation installation is about US$5 160/ha and US$5 560/ha respectively.

The proportion of traditionally irrigated land (almost half of the total irrigated area) and the number of farmers involved indicate the significant economic and social role of traditional irrigation for rural society. Urban and peri–urban irrigation are not significant in terms of area coverage and production, but the traditional irrigation practice around Addis Ababa plays an important role in supplying vegetables for the Addis Ababa market.

Supplementary irrigation is widely practised in all irrigation categories, although separate quantitative information on the area supplied with supplementary irrigation is not available. The areas under traditional and small-scale irrigation systems are supplied with full irrigation during dry periods and with supplementary irrigation when the rain comes late or withdraws early, or when there is inadequate rainfall.

Rainfed farming has always been the main livelihood for most Ethiopian people and it is supported by traditional water harvesting practices particularly in central–north, eastern and southeastern areas of the country.

Status and evolution of drainage systems

Drainage is as important as irrigation, particularly in the highlands of Ethiopia. However, except in irrigated lands, drainage is not given the required attention in rainfed agriculture where farmers construct traditional drain ditches commonly diagonal to the main slope of the farmlands. Because of irregularity in cross-sections and longitudinal slopes as well as inadequate capacities, the drains are usually converted to gullies if the same drains are adopted year after year. To avoid this happening, drain lines are changed every year. Designs of small-scale irrigation schemes incorporate drainage systems but these are not properly implemented. The typology of the drainage system used in the country is the surface drainage system (gravity drainage). The construction of subsurface drainage systems was started for one large-scale irrigation scheme in the Awash Valley for salinity control, but was discontinued. Separate information on the cost of drainage systems is not available because it is included in the overall development cost of the irrigation system.

WATER MANAGEMENT, POLICIES AND LEGISLATION RELATED TO WATER USE IN AGRICULTURE

Institutions

Several water sector institutions have been established at federal and regional levels under the regionalization and decentralization policy.

At the federal level, the public institutions involved in water resources development include:

- The Ministry of Water Resources (MoWR) is responsible for the overall planning, development, management, utilization and protection of the country's water resources, as well as supervising all water development activities carried out by other institutions. Large-scale water supply is also handled by the ministry through its Water Supply and Sewerage Department.
- The Awash Basin Water Resources Management Agency (ABWRMA) is the only basin level institution established for administering and managing the Awash River Water. Most of the medium- and large-scale irrigation projects and salinity and flooding problems are concentrated in this basin.
- The Ministry of Agriculture (MoA) is in charge of water management (irrigation extension), including water harvesting for smallholder irrigated and rainfed agriculture.
- The Environmental Protection Authority (EPA) is responsible for the preparation of environmental protection policy, laws and directives. It is also in charge of evaluating the impact of social and economic development projects, particularly irrigation and hydropower projects, on the environment and is further responsible for follow-up work.

The regional/sub-national institutions involved in the water sector include:

- The Bureaus of Water, Mines and Energy (BoWME) and/or Bureaus of Water Resources Development (BoWRD) which exist in some regions and are responsible for small-scale irrigation and rural water supply as well as small-scale hydropower development
- The Commissions for Sustainable Agriculture and Environmental Rehabilitation (Co-SAER) and the Irrigation Development Authorities which undertake operational activities in line with their mandates (study, design and construction of small-scale irrigation schemes).
- The Bureaus of Agriculture (BoA) have similar functions at the regional scale as the MoA.
- Several NGOs are involved in the water sector, particularly in small-scale irrigation and rural water supply projects.

Water management

Medium and large-scale irrigation schemes are managed by government enterprises. The water management of small-scale irrigation schemes is the responsibility of the farmers themselves, mainly through informal/traditional community groups. Some formal Water Users Associations (WUAs) have been established. Apart from the provision of extension and training services to the WUAs on the part of the MoA/BoA, no institution is directly involved in water management in smallholder-irrigated agriculture. Once the construction of irrigation schemes is completed, they are handed over to the beneficiaries but maintenance remains within the responsibility of the regional governments. The absence of any appropriate local-level organs to cater for small-scale irrigation has resulted in a lack of guidance in irrigation operation and maintenance at a community level. With an increase in irrigated areas and more users, irrigation water management and rules for water allocation are becoming more complex and problematic. Disputes are already common, especially between upstream and downstream users. A decentralization process is under way with regional and lower level administrative organs which are becoming more autonomous in aspects related to irrigation development and water management. The strategy is to establish WUAs before projects are implemented and to strengthen them through both training and involvement in the process so that they can take over the responsibility of operation and water management when construction is completed.

Finances

Funding for water development activities is determined by the federal or regional government. The irrigation authorities have financial autonomy only over their approved and allocated budget. So far, neither cost recovery nor irrigation charges have been considered in irrigation development. However, in some cases beneficiaries have been contributing to the development of some small-scale irrigation schemes by providing free labour for up to 10 percent of the investment. The 15-year National Water Sector Development Programme, presented in 2002, envisages cost recovery or cost-sharing mechanisms, in which case financing for small-scale irrigation development projects will come from the regional governments (45 percent), beneficiaries (20 percent), multilateral and bilateral sources (20 percent), NGOs (10 percent) and private investors (5 percent). Similarly, medium- and large-scale irrigation development will be covered by the federal government (40 percent), multilateral and bilateral sources (40 percent), beneficiaries (10 percent) and private investments (10 percent). Obviously, there is a long way to go to establish a cost-sharing system because most beneficiaries have not even contributed to the operation and management of the existing schemes let alone to construction costs. In some small-scale irrigation schemes, though, beneficiary communities collect irrigation charges for covering minor maintenance costs, each beneficiary paying the same amount irrespective of farm size or quantity of water consumed.

A Water Resources Development Fund (WRDF) has been established recently within the MoWR to serve as a public financial intermediary dedicated to financing the water supply and sanitation services and irrigation development through the provision of a long-term loan to groups meeting established criteria and based on the principles of cost recovery. The WRDF, which finds funds from donors, is a nucleus for the development of a financially autonomous institution for water resources development through a cost recovery system.

Policies and legislation

A comprehensive and integrated Water Resources Management Policy, prepared by the MoWR, was adopted in 2000. Some of the guiding principles are: i) recognition of water as a scarce and vital socio-economic resource to be managed and planned strategically; ii) recognition of water as an economic good; iii) stakeholders to be involved in water resources management. Relevant proclamations include:

- Proclamation No 197/2000, stating that all of the country's water resources are the common property of the Ethiopian people and the state and giving the MoWR the necessary power to allocate and apportion water to all regional states regardless of the source and location of the resource.
- Proclamation No 4/1995, stating that the MoWR has the power and duty to determine the conditions and methods required for the optimum allocation and utilization of the water that flows across or between more than one regional government among various users.
- Proclamation No 41/1993, granting the regions the mandate for certain aspects of water resource management, including small-scale hydropower activities.
- Proclamation No 197/1992, dealing with the water resources management regulations describing development areas that require a license, procedures for obtaining licenses, the allocation of water for various uses and the need to protect water resources from pollution. It considers that water is an economic good and that it has to be valued and deserves protection. A water code is being drafted.

The overall objective of the Irrigation Policy, which is one chapter of the Water Resources Management Policy, is to develop the huge irrigated-agriculture potential for the production of the food crops and raw materials needed for agro-industries in a sustainable way. The policy emphasizes:

- Full integration of irrigation with the overall framework of socio-economic development plans, and more particularly with the Agricultural Development Led Industrialization Strategy,
- Irrigation being an integral part of the water sector and overall water resources development;
- A reasonable percentage of the GDP being committed to the development of irrigation;
- Decentralization and user-based management of irrigation systems, considering the special needs of rural women;
- Developing priority schemes based on food requirements and the national economy;
- Supporting and enhancing traditional irrigation schemes;
- Ensuring the prevention and mitigation of the degradation of irrigation water;
- Establishing water allocation and priority setting criteria;
- Integration of appropriate drainage facilities and environmental sustainability requirements;
- Enhancing greater participation of regional and other stakeholders;
- Promoting fairness and transparency in the management of irrigated agriculture.

Water Resource Sector Strategies have been developed and short-, medium- and long-term Sector Development Programmes prepared for the period 2002-2016. These strategies include the financing of water resources management and development; the creation of an enabling environment; transboundary rivers management; stakeholder participation and gender mainstreaming; disaster-prevention and public safety, and environmental health standards.

ENVIRONMENT AND HEALTH

No irrigated land has reportedly been abandoned due to salinity so far, but salinity problems are being observed in irrigated lands along the Awash River. In addition, water pollution in the Awash River is becoming a concern. Generally, however, the water quality is within the suitable range of irrigation water quality standards. The problem of water quality due to drainage water from irrigated fields is not serious because the large rivers dilute it. In small-scale irrigation schemes, particularly in lowland areas, hardly any drainage water goes into the rivers. However, industrial effluents are being emptied directly into the river system and its tributaries in an uncontrolled manner. A major problem in the country is soil erosion and land degradation, resulting in the sedimentation of reservoirs and the high cost of allowing for silt accumulation in the reservoirs. Studies indicate that annual soil erosion in Ethiopia varies from 17 to 300 tonnes/ha.

Although the extent is not known, water-related diseases and malaria are prevalent in irrigated areas not only in medium- and large-scale but also in small-scale irrigation schemes because canal water is being used for domestic purposes.

PERSPECTIVES FOR AGRICULTURAL WATER MANAGEMENT

Even in good years Ethiopia cannot meet its large food deficit through rainfed production. Growing population pressure in the highland areas of rainfed agriculture on a rapidly declining natural resource base has secured irrigated agriculture a prominent position on the country's development agenda. Ethiopia plans to develop an additional 274 612 ha of irrigated land (127 138 ha small-scale and 147 474 ha medium- and large-scale) up to 2016. However, while human, land and water resources for irrigation development may be available, constraints are the lack of institutional capacity, private sector involvement and markets, as well as food insecurity which affects the dilemma

of cost recovery because of targeting food security first by growing food crops instead of cash crops.

Based on the seasonal irrigation water requirements of each crop and improved irrigation efficiency (45 percent), annual agricultural water use is expected to increase from the present estimated demand of about 5.2 to 9.0 km^3 in 2016. Farmers in southern Ethiopia used to produce cotton under irrigation but bananas, papayas and vegetables are now preferred as a result of the unattractively low prices of cotton. Similarly, *teff,* which is the staple food for a significant proportion of Ethiopians and which has a low water demand, is presently grown under irrigation, but because of its low productivity and high labour demand it may be replaced by another crop. Hence, cropping patterns will have an impact on agricultural water demand. During years of drought, crops with high water demand may be discouraged in order to safeguard hydropower generation.

So far, irrigation development has been based on a single project approach and hence it has had both positive and negative social and environmental impacts. The Water Resources Management Policy emphasizes an integrated approach to water resources development to maximize the positive impact and avoid or minimize any negative effects of irrigation development. Under this policy, the following departments/units have been established within the MoWR: The Irrigation and Drainage Department; The Dams and Hydropower Department; The Policy Development Coordination and Foreign Relations Department; The Water Utilization Control Function Section within The Master Plan Development Studies Department; The Research and Development Department; and The Water Resources Development Fund (WRDF).

MAIN SOURCES OF INFORMATION

Annen, Chris T. 2001. *Promotion of Small-Scale Irrigation in Food Insecure Woredas of Ethiopia.* Document submitted to the IDA, World Bank.

Aytenffisu, M. 1981. *Groundwater in Ethiopia.*

Central Statistical Authority of Ethiopia. 2000/01. *Agricultural sample survey, Report on Farm Management Practices of Belg Season Crops*.

FAO. 1990. *Irrigation policy and strategy in Ethiopia.* Report of FAO Technical Cooperation Project TCP/ETH/8963.

FAO. 1994a. *Studies for integrated irrigation systems - Ethiopia - Project findings and recommendations.* Terminal Report of UNDP/FAO project ETH/88/001.

FAO. 1994b. *Ethiopia: Small-scale irrigation consolidation project, Preparation report.* FAO/DDC Report 59/94 ADB-ETH 48

Ministry of Agriculture. 2001. *The Development of Irrigation Agriculture in the Baro–Akob, Awash, Abbay, Omo–Ghibe River Basins*. September 2001.

Ministry of Health, Disease Prevention and Control Department. 2002. *AIDS in Ethiopia*. Fourth Edition.

Ministry of Water Resources. 1996. *Omo–Gibe Master Plan Studies, Water Resources Studies (main and sectoral reports)*.

Ministry of Water Resources. 1997. *Baro–Akobo River Basin Integrated Development Master Plan Studies*.

Ministry of Water Resources. 1998. *Tekeze River Basin Integrated Development Master Plan (main and sectoral reports)*.

Ministry of Water Resources. 1998. *Abbay (Nile) River Basin Integrated Development Master Plan Studies (main and sectoral reports)*.

Ministry of Water Resources. 2000. *Ethiopian Water Resources Management Policy*. July 2000.

Ministry of Water Resources, ITAB Consult PLC. 2001. *Implementation Strategy for River Basin Integrated Development Master Plan*. August 2001.

Water Work Design and Supervision Enterprise. 2002. *Water Sector Development Program (Project ETH/98/001), Volume II-Main Report*. Ministry of Water Resources.

Gabon

GÉOGRAPHIE, CLIMAT ET POPULATION

Le Gabon, situé en Afrique centrale, est traversé par l'équateur et couvre un territoire de 267 670 km². Environ 800 km de littoral lui donnent accès à l'océan Atlantique et il partage ses frontières au nord avec la Guinée équatoriale et le Cameroun, et à l'est et ai sud avec le Congo. Il dispose d'un potentiel en terres cultivables de presque 15.2 millions d'hectares relativement fertiles, dont seuls 495 000 ha sont directement exploités (tableau 1). La forêt couvre environ 22 millions d'hectares (82 pour cent de sa superficie) dont 20 millions d'hectares de forêts productives. Le taux de déboisement est inférieur à 1 pour cent, compte tenu de la faiblesse de la pression démographique et agricole et d'une exploitation réglementée. Les savanes et les pâturages naturels représentent les autres formes de végétation présente sur son territoire. Le Gabon a des formes de relief variées: le pays est essentiellement constitué de plateaux, qui couvrent

TABLEAU 1
Caractéristiques du pays et population

Superficies physiques			
Superficie du pays	2002	26 767 000	ha
Superficie cultivée (terres arables et cultures permanentes)	2002	495 000	ha
• en % de la superficie totale du pays	2002	2	%
• terres arables (cultures temporaires + prairies et jachères temp.)	2002	325 000	ha
• cultures permanentes	2002	170 000	ha
Population			
Population totale	2004	1 351 000	habitants
• dont rurale	2004	15	%
Densité de population	2004	5	habitants/km²
Population active	2004	611 000	habitants
• en % de la population totale	2004	45	%
• féminine	2004	45	%
• masculine	2004	55	%
Population active dans le secteur agricole	2004	201 000	habitants
• en % de la population active	2004	33	%
• féminine	2004	48	%
• masculine	2004	52	%
Économie et développement			
Produit intérieur brut (PIB)	2003	5 600	millions de $EU/an
• valeur ajoutée du secteur agricole (% du PIB)	2003	9	%
• PIB par habitant	2003	4 520	$EU/an
Indice de développement humain (plus élevé = 1)	2002	0.648	
Accès aux sources améliorées d'eau potable			
Population totale	2002	87	%
Population urbaine	2002	95	%
Population rurale	2002	47	%

la plus grande partie de la superficie, et de collines. Les montagnes, peu élevées, sont caractérisées par de fortes déclivités et leur rebord forme un escarpement qui domine de plusieurs centaines de mètres la plaine en contrebas.

Le climat est de type équatorial avec deux saisons des pluies. Les précipitations moyennes annuelles atteignent 1 831 mm, variant dans l'espace entre 1 400 et 3 800 mm, alors que les températures s'étalent de 21 à 28°C. L'evapotranspiration est de 1 400 mm/an. On distingue selon la distribution et le rythme des précipitations trois principaux types de climats: le climat équatorial pur, le climat équatorial de transition de la zone centrale, et le climat équatorial du sud-ouest et du littoral centre atlantique.

Selon le dernier recensement de la population, le Gabon comptait en 1993 un total d'un peu plus d'un million d'habitants, dont 27 pour cent seulement en milieu rural. En 2004, elle était estimée à 1.35 million d'habitants dont 15 pour cent vivent en milieu rural (tableau 1). Le taux de croissance démographique annuel pour la période 1997-2003 s'élevait à 2.3 pour cent. La densité moyenne est donc d'environ 5 habitants/km^2 avec néanmoins de grosses disparités régionales et une forte concentration dans les trois principaux centres urbains (Libreville, Port-Gentil et le triangle Franceville-Moanda-Mounana). La densité rurale n'est que d'un habitant/km^2. En 1993, le taux de chômage s'élevait à 18 pour cent au niveau national; en 1996 il était de 21.6 pour cent à Libreville et de 30.7 pour cent à Port-Gentil. On estime qu'à Libreville et à Port-Gentil (70 pour cent de la population urbaine) près de 20 pour cent des personnes vivent en dessous du seuil de pauvreté absolue (29 000 FCFA/mois). Cette pauvreté se manifeste surtout à travers la précarité des conditions de vie et l'insécurité alimentaire. La population a accès à l'eau potable à 86 pour cent (95 pour cent en milieu urbain contre 47 pour cent en milieu rural). L'espérance de vie en 2002 était de 57 ans à la naissance. Le taux de prévalence du VIH/SIDA est compris entre 7.7 et 9.1 pour cent dans les zones urbaines selon le rapport annuel 2002 du Programme national de lutte contre le SIDA (PNLS).

ÉCONOMIE, AGRICULTURE ET SÉCURITÉ ALIMENTAIRE

Le secteur agricole (hors exploitation forestière) est relativement peu développé au Gabon. L'agriculture, y compris l'élevage et la pêche, qui occupait 33 pour cent de la population active en 2004, n'a contribué au PIB qu'à raison de 8.7 pour cent en 2003, et les exportations du secteur ne représentaient que 0.2 pour cent du total des exportations en 2001. Avec une agriculture vivrière tournée essentiellement vers l'autosubsistance, le Gabon ne peut nourrir la totalité de ses habitants. Pour faire face à une demande alimentaire grandissante au niveau des centres urbains, le pays doit recourir massivement aux importations de vivres (60 pour cent de la consommation alimentaire est importée).

Les principales cultures vivrières sont le manioc et la banane plantain mais l'on produit aussi du maïs (31 000 tonnes en 2002) et un peu de riz (environ 1 000 tonnes). Les cultures de rente comprennent le cacao, le café et l'hévéa. L'agriculture est presque exclusivement pluviale, conduite sur différents types d'exploitation agricole:

- les exploitations traditionnelles (< 1 ha) où l'on pratique une agriculture itinérante sur brûlis, essentiellement vivrière (plantain, manioc, taro, igname), peu performante et dont l'essentiel de la production est autoconsommée;
- les plantations villageoises/noyaux d'élevage privés dont l'activité est centrée sur les cultures de rente (café, cacao, hévéa);
- les blocs agroindustriels et les grands ranches qui sont aux mains de sociétés paraétatiques (huile de palme, caoutchouc, café, cacao, sucre, poulet de chair, viande bovine);
- les exploitations privées qui se développent sous l'impulsion de fonctionnaires, de cadres du secteur privé ou de PME dans des domaines variés (bananeraies, vergers, potagers, élevage);

- les petites exploitations périurbaines (maraîchage, élevage, production de champignons, polyculture vivrière) basées sur l'application de techniques culturales modernes.

RESSOURCES EN EAU ET UTILISATION DE L'EAU

Ressources en eau

Les ressources en eau de surface renouvelables internes sont estimées à 162 km³/an et les ressources en eau souterraines à 62 km³/an. Considérant une partie commune entre eaux de surface et eaux souterraines d'environ 60 km³, les ressources en eaux renouvelables internes totales s'élèvent à 164 km³/an (tableau 2).

Le système hydrographique dense est composé d'un abondant réseau de cours d'eau permanents. Le grand bassin versant de l'Ogooué domine ceux, plus modestes, des fleuves côtiers Nyanga et Komo. Seuls les cours inférieurs des plus grands fleuves sont navigables toute l'année: le Komo de Kango à Libreville et l'Ogooué sur une plus grande distance, de Ndjolé à Port-Gentil. Ce sont 3 000 km de voies d'eau qui sont potentiellement utilisables. Les bassins de ces trois fleuves sont décrits ci-dessous:

- Le bassin de l'Ogooué draine 215 000 km² dont presque 90 pour cent (193 000 km²) se trouvent au Gabon. Il est limité à l'est par le bassin du Congo, au sud par les bassins du Niari et de la Nyanga, à l'ouest et au nord par les bassins de rivières côtières. Parcourant environ 1 000 km, l'Ogooué prend sa source au Congo, dans les monts Ntalé, à une altitude voisine de 840 m et atteint un débit de 4 706 m³/s à Lambaréné. L'Ivindo, son plus important affluent, draine le quart nord-est du pays. La Ngounié, second affluent, draine 33 100 km² dans le sud.
- La Nyanga, tout en étant d'importance réduite, est le second grand fleuve gabonais. C'est le plus méridional du pays, qui coule dans une moindre mesure en territoire congolais. Les 80 pour cent des 22 000 km² de son bassin versant sont situés au Gabon. La Nyanga prend sa source au coeur du massif du Chaillu, dans les monts Birougou, à une altitude de 1 000 m environ. Il rejoint l'Atlantique après un parcours de 600 km.

TABLEAU 2
L'eau: ressources et prélèvement

Les ressources en eau renouvelables			
Précipitations moyennes		1 831	mm/an
		490	10^9 m³/an
Ressources en eau renouvelables internes		164	10^9 m³/an
Ressources en eau renouvelables réelles totales		164	10^9 m³/an
Indice de dépendance		0	%
Ressources en eau renouvelables réelles totales par habitant	2004	121 392	m³/an
Capacité totale des barrages	1980	220	10^6 m³
Prélèvements en eau			
Prélèvement total en eau	2000	128	10^6 m³/an
- irrigation + élevage	2000	52	10^6 m³/an
- collectivités	2000	62	10^6 m³/an
- industrie	2000	14	10^6 m³/an
• par habitant	2000	102	m³/an
• en % des ressources en eau renouvelables réelles totales	2000	0.08	%
Ressources en eau non conventionnelles			
Volume d'eaux usées produit		-	10^6 m³/an
Volume d'eaux usées traité		-	10^6 m³/an
Réutilisation des eaux usées traitées		-	10^6 m³/an
L'eau dessalée produite		-	10^6 m³/an
Réutilisation des eaux de drainage		-	10^6 m³/an

- Avec un bassin versant couvrant une surface de 5 000 km² et une longueur de 230 km, le Komo est le troisième grand fleuve gabonais avec un débit à la limite de l'estuaire de 160 m³/s. Il naît en Guinée équatoriale, mais la plus grande partie de son bassin versant est en territoire gabonais. Son cours principal couvre une superficie d'environ 3 200 km². La rivière Mbèi, son affluent le plus important, draine une surface de 1 800 km²;
- Les autres bassins côtiers occupent une superficie totale d'environ 53 000 km².

Les lacs les plus grands et les plus importants se rencontrent dans les bassins côtiers, notamment le long du cours inférieur du fleuve Ogooué. La région du Bas-Ogooué, qui correspond au delta intérieur de l'Ogooué, abrite la plus grande concentration de lacs du Gabon. Sur la rive gauche du fleuve, on distingue les lacs Ezanga, Oguemoué et Onangué; sur la rive droite, on trouve les lacs Azingo, Gomè et Opindalwango. Ailleurs on rencontre:

- entre Fougamou et Gamba, les lacs Goumba, Divangui, Kivoro;
- dans la région de Mouila-Ndende les divers lacs de type karstique comme le lac Noir et le lac Bleu;
- à l'ouest de Ndjolé le lac Nguené.

Cette liste n'est pas exhaustive, car certains lacs sont encore méconnus et ils ne sont pas tous répertoriés sur la carte du pays.

Les zones humides se situent:

- Au nord-est du pays, le long des rivières (Ayina et Djoua, par exemple) et des fleuves (Ivindo et Ntem) qui drainent le plateau. Cette région correspond à une vaste pénéplaine marécageuse d'environ 10 000 km², située entre 500 et 600 m d'altitude.
- Dans le cours inférieur de l'Ogooué, les marais et marécages s'étendent sur les larges rives des lacs et du fleuve où ils forment la plaine d'inondation de l'Ogooué.
- Dans les embouchures et les lagunes, formant les marais maritimes colonisés par la mangrove.

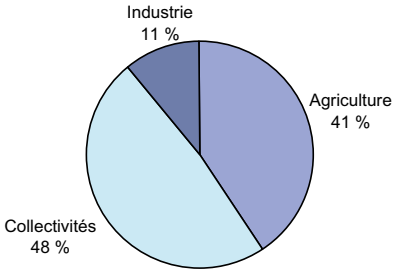
Utilisation de l'eau

En 2000, les prélèvements d'eau étaient estimés à 128 millions de m³, dont 52 millions pour l'agriculture (41 pour cent), 62 millions pour les usages domestiques (48 pour cent) et 14 millions pour l'industrie (11 pour cent) (tableau 2 et figure 1).

DÉVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION ET DU DRAINAGE

Alors que le potentiel pour l'irrigation est évalué à 440 000 hectares, l'agriculture irriguée joue un rôle très secondaire dans la production. Les superficies avec contrôle de l'eau étaient estimées en 1987 à 4 450 hectares dont 3 150 hectares en maîtrise totale/partielle (riziculture) et 1 300 hectares de bas-fonds et marais équipés (principalement riz et maraîchage) (tableau 3 et figure 2).

FIGURE 1
Prélèvements en eau
Total: 0.128 km³ en 2000



GESTION DE L'EAU, POLITIQUES ET DISPOSITIONS LÉGISLATIVES RÉGISSANT L'UTILISATION D'EAU EN AGRICULTURE

Institutions

Les Ministères actifs en matière de gestion de l'eau et des terres sont les suivants:

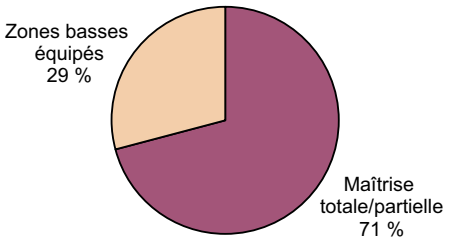
- Ministère de l'agriculture, de l'élevage et du développement rural (MAEDR).

TABLEAU 3
Irrigation et drainage

Potentiel d'irrigation		**440 000**	**ha**
Contrôle de l'eau			
1. Irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée	1987	3 150	ha
- irrigation de surface		-	ha
- irrigation par aspersion		-	ha
- irrigation localisée		-	ha
• partie irriguée à partir des eaux souterraines		-	%
• partie irriguée à partir des eaux de surface		-	%
2. Zones basses équipées (marais, bas-fonds, plaines, mangroves)	1987	1 300	ha
3. Irrigation par épandage de crues		-	ha
Superficie totale équipée pour l'irrigation (1+2+3)	**1987**	**4 450**	**ha**
• en % de la superficie cultivée		1	%
• augmentation moyenne par an sur les .... dernières années		-	%
• superficie irriguée par pompage en % de la superficie équipée		-	%
• partie de la superficie équipée réellement irriguée		-	%
4. Marais et bas-fonds cultivés non équipés		-	ha
5. Superficie en cultures de décrue non équipée		-	ha
Superficie totale avec contrôle de l'eau (1+2+3+4+5)	**1987**	**4 450**	**ha**
• en % de la superficie cultivée		1	%
Périmètres en maîtrise totale/partielle	**Critère**		
Périmètres d'irrigation de petite taille	< ha	-	ha
Périmètres d'irrigation de taille moyenne	> ha et < ha	-	ha
Périmètres d'irrigation de grande taille	> ha	-	ha
Nombre total de ménages en irrigation		-	
Cultures irriguées dans les périmètres en maîtrise totale/partielle			
Production totale de céréales irriguées		-	tonnes
• en % de la production totale de céréales		-	%
Superficie totale en cultures irriguées récoltées	1987	4 450	ha
• Cultures annuelles/temporaires: superficie totale	1987	4 450	ha
- riz	1987	4 450	ha
Intensité culturale des cultures irriguées		-	%
Drainage - Environnement			
Superficie totale drainée		-	ha
- partie de la superficie équipée pour l'irrigation drainée		-	ha
- autres surfaces drainées (non irriguées)		-	ha
• superficie drainée en % de la superficie cultivée		-	%
Superficie protégée contre les inondations		-	ha
Superficie salinisée par l'irrigation		-	ha
Population touchée par les maladies hydriques liées à l'eau		-	habitants

- Ministère de l'économie forestière, des eaux et de la pêche, chargé de l'environnement et de la protection de la nature avec sa Direction générale des eaux et forêts (DGEF) et sa Direction générale de l'environnement (DGE).
- Ministère des mines, de l'énergie, du pétrole et des ressources hydrauliques avec son département de l'eau.
- Ministère de la planification et de l'aménagement du territoire.

FIGURE 2
Superficies en contrôle de l'eau
Total: 4 450 ha en 1987



Politiques et dispositions législatives

La politique gabonaise en matière de gestion de la biodiversité est formalisée par deux instruments législatifs: la loi n° 16/93 du 26 août 1993 relative à la protection de

l'environnement, dite Code de l'environnement, et la loi 1/82 dite loi d'orientation en matière des eaux et forêts remplacée par le Code forestier.

Depuis 1995, le Gabon s'est engagé dans un processus de planification stratégique comprenant un Plan national d'action environnemental (PNAE) et des stratégies nationales pour la diversité biologique et les changements climatiques. Le PNAE, qui a été défini comme le cadre de référence où doivent s'inscrire toutes les actions de la politique du gouvernement en matière d'environnement, a été validé en août 1999, puis adopté par le gouvernement en mars 2000 sous la forme du Livre blanc de l'environnement gabonais.

Le Programme sectoriel forêts et environnement, en cours d'élaboration au Ministère de l'économie forestière, des eaux et de la pêche, et de pré-identification par la Banque mondiale, a défini les enjeux environnementaux stratégiques pour le Gabon, à savoir le renforcement du cadre institutionnel et réglementaire, la gestion et le développement durable des forêts, la gestion intégrée des zones côtières, la protection et l'amélioration de l'environnement urbain, la planification et la gestion des aires protégées, l'information et la communication environnementales et le renforcement des capacités (formation et recherche).

PERSPECTIVES POUR LA GESTION DE L'EAU EN AGRICULTURE

L'agriculture et notamment l'agriculture irriguée apparaissent comme des secteurs complètement marginaux et désorganisés, bien qu'il soit envisagé d'en faire la base d'une diversification efficace, en vue notamment de la perspective de l'épuisement des réserves pétrolières exploitables. Le milieu rural, dépourvu de toute structure utile (dispensaires, eau potable, électricité, écoles, vulgarisation, crédit, etc.), n'attire pas les jeunes qui abandonnent toutes les activités agropastorales aux personnes très âgées.

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

Direction générale de l'environnement. 1999. *Stratégie nationale et plan d'action sur la biodiversité biologique du Gabon*.

FAO. 1988. Gabon. *Mission de reconnaissance/identification de projets agricoles FAO/BAD.* FAO/AfDB Programme de soutien à l'investissement. FAO, Centre d'investissement. Rapport N° 90/88 AF-GAB 7 WP. Rome.

FAO. 1995. *Gabon – Suivi du Sommet mondial de l'alimentation. Projet de stratégie pour le développement agricole national – Horizon 2010.*

FAO. 2003. *Gabon- Profil des politiques et stratégies de sécurité alimentaire et de développement agricole.*

FAO. 2004. *République du Gabon. Suivi du Sommet mondial de l'alimentation: Cinq ans après. Note sur la stratégie pour le développement agricole national – Horizon 2015.*

République du Gabon, Coordination du Système des Nations Unies. 2001. *Bilan Commun de Pays (CCA 2001).*

Gambia

GEOGRAPHY, CLIMATE AND POPULATION

The Gambia is situated in the Sahelian zone on the West Coast of Africa. It is the smallest country on the African continent with a total area of 11 300 km^2, of which about 20 percent is considered as wetland. The River Gambia runs from east to west, dividing the country in two strips of land 25 to 50 km wide and about 300 km long.

In the Gambian landscape two major geomorphological units may be distinguished, the uplands and the lowlands:

- On the upland plateaus, weathered tropical soils are found. These soils have low intrinsic fertility and low water retention capacity, but their drainage conditions are good. The plateau is intersected by watercourses flowing downwards on the lowlands. These streams have formed narrow fluvio-colluvial valleys (Wulumbangos);
- The lowlands include the floodplain of the River Gambia in the Upper Valley (UV), and tidal plains (Bantafaros) in the Central Valley (CV) and Lower Valley (LV). The soils of the lowlands are flat, fine textured and poorly drained. In the LV potentially acid sulphate soils occur, which can become acid sulphate soils unless waterlogging is prevented by drainage.

The vegetation of the Gambia is of the Savannah type with shrub and grass understoreys. Mangroves are found in the western half of the country in the floodplains of the River Gambia. The cultivable land area is estimated at about 430 000 ha, which is 38 percent of the total area. In 2002, arable land was 250 000 ha, while 5 000 ha were under permanent crops (Table 1).

The Gambia lies in the Sahelian agro-climatic zone and its climate is characterized by two different seasons: a rainy season from June/July to October and a long dry period between November and May. The dry season is characterized by a hot, dry wind blowing southwards from the Sahara desert, which can bring sandstorms. There has been a steady decline in rainfall from 1875 onwards which is causing increased salinity in the lowlands and increased aridity in the uplands. Average annual rainfall is 836 mm, with a spatial variation from over 1 000 mm in the south to less than 800 mm in the north. In the areas where there is less rainfall, it is generally more reliable. As much of the wet season rainfall falls in short heavy storms, water conservation is essential to ensure crop security. However, there is a risk of washout due to the severity of the rainfall. The average daily temperature is 30 °C in the dry season and 27 °C in the wet season.

Total population was almost 1.5 million in 2004, of which 74 percent was rural. Annual population growth rate was 2.7 percent, and population density reached 129 inhabitants/km^2. In 2002, 82 percent of the population had access to improved drinking water sources; this coverage was 95 percent and 77 percent for urban and rural areas respectively. Sanitation coverage was 53 percent for the whole country in 2002, corresponding to 72 percent in urban and 46 percent in rural areas.

TABLE 1
Basic statistics and population

Physical areas			
Area of the country	2002	1 130 000	ha
Cultivated area (arable land and area under permanent crops)	2002	255 000	ha
• as % of the total area of the country	2002	23	%
• arable land (annual crops + temp. fallow + temp. meadows)	2002	250 000	ha
• area under permanent crops	2002	5 000	ha
Population			
Total population	2004	1 462 000	inhabitants
• of which rural	2004	74	%
Population density	2004	129	inhabitants/km^2
Economically active population	2004	743 000	inhabitants
• as % of total population	2004	51	%
• female	2004	45	%
• male	2004	55	%
Population economically active in agriculture	2004	577 000	inhabitants
• as % of total economically active population	2004	78	%
• female	2004	51	%
• male	2004	49	%
Economy and development			
Gross Domestic Product (GDP) (current US$)	2003	386.3	million US$/yr
• value added in agriculture (% of GDP)	2003	27.8	%
• GDP per capita	2003	271	US$/yr
Human Development Index (highest = 1)	2002	0.452	
Access to improved drinking water sources			
Total population	2002	82	%
Urban population	2002	95	%
Rural population	2002	77	%

The Gambia is among the poorest countries in the World. It was ranked 155th out of 177 in the UNDP Human Development Index of 2002. Poverty in the Gambia has increased drastically since the early 1990s. It is a predominantly rural phenomenon, although urban poverty is sharply on the rise. Women are more vulnerable to income poverty and as regards access to property. Regional variations are clearly visible, showing a high prevalence rate in the eastern half of the country.

ECONOMY, AGRICULTURE AND FOOD SECURITY

The GDP of the Gambia was about US$386 million in 2003. Agriculture accounted for 27.8 percent of GDP, and 78 percent of the total economically active population was employed in the sector. Agriculture accounts for about 90 percent of export earnings, and peanuts and peanut products make up about 70 percent of exports. Foodstuffs, especially rice, constitute the most important imports.

The Gambia's preferred staple food is rice, which is traditionally cultivated primarily in the lowlands as a subsistence crop. Most farmers are too poor to buy the required fertilizer and agricultural machinery, and the small areas of cultivation and primitive farming technology keep output low, about 1.5 tonnes/ha. Of the total available food, only about half is produced in the country and the remaining 50 percent is made up of commercial imports and food aid. The food import bill was estimated to be US$40 million for the year 2002. However, there is a food shortage that affects about 54 percent of the rural and 33 percent of the urban population, especially during the rainy season when the calorie requirement is highest because of the intensive field work.

Agricultural farming in the Gambia is characterized by subsistence rainfed production, depending on the distribution and amount of rainfall. Farmland can be classified into upland and lowland:

- Upland soils are largely cultivated under the responsibility of men. The major crops are groundnuts (about 45 percent of the cultivated area), early millet, maize, sorghum, late millet, cotton and upland rice in decreasing order of importance; horticultural crops are also grown. In general, no soil or water conservation measures are undertaken, and the increasing population using incorrect methods of cultivation (e.g. land preparation up- and downslope) is gradually affecting the environment and causing soil erosion;
- Farming the lowlands is largely the responsibility of women. The main crop is rice that is grown in the wet season using hand cultivation on approximately 20 000 ha, primarily along the middle and lower reaches of the River Gambia. In the dry season, vegetables are cultivated in the lowlands.

The following main rice ecologies can be identified in the country:

- Tendaco, which is upland rice grown under shifting cultivation along the Atlantic Ocean coast south of Banjul.
- Wulumbango, which literally means upland valley. These are long, narrow upland depressions with a high water table, which drain into tributaries of the River Gambia, usually perpendicular to the river. They are found all over the country.
- Bantafaro, which are rainfed rice fields on gently sloping land on the edge of flood plains, tidal swamps, wulumbangos and back swamps. They are found throughout the country.
- Back swamps, which are depressions between river levees and the plateau, concentrated in the Upper Division. They flood with rainwater and surface runoff during the rainy season, while the levee impedes tidal flooding.
- Tidal swamps, which are located on the margins of the river and are divided into perennial freshwater tidal swamps and seasonally saline tidal swamps.
- Pump irrigated land, which is located in floodplains and along the river levees in the Upper Central and Upper River Divisions.

WATER RESOURCES AND USE

Water resources

The River Gambia originates in Fouta Djallon in the mountain region of Western Guinea and flows through Senegal before entering the Gambia. Within the country, the River Gambia flows from east to west for about 400 km. It is a major waterway and tourist attraction. Its floodplains, riverbanks and wetlands are important habitats for wildlife and play an important role in local livelihood strategies. Its flow is highly seasonal. The maximum flow occurs at the end of the rainy season in late September or October with a flow of about 1 500 m^3/s; the minimum dry season flow is less than 4.5 m^3/s. Both measurements are taken at Gouloumbo in Senegal. Because of the flat topography there is a pronounced marine influence and the river's seasonality and salinity have important repercussions on land use.

The country's total actual renewable water resources are estimated at 8 km^3/year, of which about 3 km^3 are internally produced and the remaining 5 km^3 represent the inflow of the River Gambia from Senegal (Table 2). It is estimated that internally produced groundwater amounts to about 0.5 km^3/year, all of which is drained by the River Gambia and becomes the base flow of the river. Groundwater is available in all parts of the Gambia. The country is located in one of Africa's major sedimentary basins and is often referred to as the Mauritania/Senegal Basin. It is characterized by two main aquifer systems with water table depths varying from 10 m to 450 m.

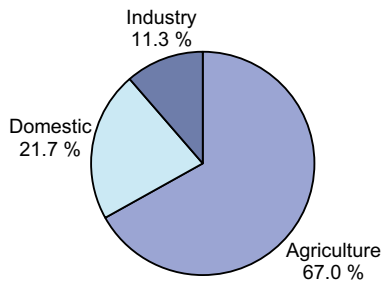
Along the river, the width of the valley varies from 20 to 40 km and three major sections may be distinguished:

- The Upper Valley (UV), where floods occur occasionally and water is always fresh.

TABLE 2
Water: sources and use

Renewable water resources			
Average precipitation		836	mm/yr
		9.45	10^9 m³/yr
Internal renewable water resources		3	10^9 m³/yr
Total actual renewable water resources		8	10^9 m³/yr
Dependency ratio		62.5	%
Total actual renewable water resources per inhabitant	2004	5 472	m³/yr
Total dam capacity		-	10^6 m³
Water withdrawal			
Total water withdrawal	2000	31.8	10^6 m³/yr
- irrigation + livestock	2000	21.3	10^6 m³/yr
- domestic	2000	6.9	10^6 m³/yr
- industry	2000	3.6	10^6 m³/yr
• per inhabitant	2000	24	m³/yr
• as % of total actual renewable water resources	2000	0.4	%
Non-conventional sources of water			
Produced wastewater		-	10^6 m³/yr
Treated wastewater		-	10^6 m³/yr
Reused treated wastewater		-	10^6 m³/yr
Desalinated water produced		-	10^6 m³/yr
Reused agricultural drainage water		-	10^6 m³/yr

FIGURE 1
Water withdrawal
Total: 0.0318 km³ in 2000



- The Central Valley (CV), where tidal influence exists but water is also fresh. In the lower CV water is fresh only during the rainy season while in the dry season, when the salt tongue moves as far as 250 km upstream, it becomes brackish. Thus, in the dry season, about 220 km of freshwater are left in the Central and Upper River Divisions.
- The Lower Valley (LV), where water is perennially saline because of permanent tidal influence.

Water use

Total water withdrawal was 31.8 million m³ in 2000. The largest water user was agriculture with 21.3 million m³/year (67 percent), followed by the domestic sector with 6.9 million m³/year (22 percent) and industry with 3.6 million m³/year (11 percent) (Table 2 and Figure 1).

Surface water is rarely used as a source of potable water in the Gambia, because of the continuously saline conditions which exist in the lower reaches of the River Gambia and its tributaries, where the population centers and tourism facilities are located. The potable water demand for urban areas, tourism, industry, irrigation and livestock watering is supplied by groundwater sources.

International water issues

The Gambia is located entirely within the Gambia River Basin, which is shared between Senegal (77.5 percent of the basin area), the Gambia (13 percent), Guinea (9 percent) and Guinea-Bissau (0.5 percent). The Gambia signed several international agreements and conventions regarding the Gambia River Basin, namely:

- Agreement for the integrated development of the Gambia River Basin (1968);
- Convention creating the coordinating committee of the River Gambia (1976);

- Convention relating to the status of the River Gambia (1978);
- Convention relating to the creation of the Gambia River Basin development organization (1978).

IRRIGATION AND DRAINAGE DEVELOPMENT

Evolution of irrigation development

Irrigation potential in the Gambia was estimated in 1984 to be 80 000 ha. There are several irrigation development projects under way in the country:

- The Jahaly Pacharr Smallholder Project (JPSP) is based at Sapu in the Central River Division (CRD) and has been in operation since 1980. The total irrigated area was 1 409 ha in 1999, including 560 ha double cropping pump-fed and 849 ha tidal rice areas, and benefited some 22 000 people. In the project areas, tidal and pump irrigation are coordinated. Tidal water is utilized to irrigate low lands nearer the banks of the river while water is pumped from the river to irrigate large areas of land at higher elevations.
- The Rice Irrigation Development Project (RIDEP), which commenced in 1988, has addressed the rehabilitation of a number of pumped irrigation schemes in CRD. The objective was to rehabilitate the numerous deteriorating rice irrigation schemes to provide double cropping and to encourage self-sufficiency in operation and maintenance. It was planned to rehabilitate and develop 1 250 ha and benefit 25 000 people by 1996, but only some 243 ha were in operation by 1999.
- The Small Scale Water Control Project (SSWC) is an IFAD-funded, double cropping tidal scheme also located in CRD which began in 1991 and received support until the end of 1996. The project has emphasized farmer involvement from the outset and the total irrigated area was 482 ha by 1999. There are a number of problems in the scheme including poor water quality (salinity), poor land levelling, maintenance and water management.
- The Lamin Horticultural Project and the Bakau Horticultural Project are both situated in the Western Division relatively close to Banjul in densely populated areas. Continuous cropping on small irrigated areas produces a more or less constant flow of vegetables for sale. The gardens were developed using donor funds and the emphasis was on women growers. At Bakau, water is obtained by bucket from shallow wells and applied by hand to the surrounding beds. Participants own up to 20 beds each, so that an average plot is between 0.01 and 0.03 ha. At Lamin, a good supply of freshwater is obtained from boreholes using solar power supplemented by a small generator. The garden area is 15 ha of which about half is devoted to individual irrigated vegetable plots and half to a communal orchard.
- The Lowland Agricultural Development Project (LADEP), a 20-year project which began in 1997, is being funded by IFAD and the African Development Bank (AfDB) and aims to develop 3 735 ha of land during the first eight-year stage. To this end, LADEP is involved in the construction of dykes to store freshwater during the rainy season and to prevent flooding with saline water. The freshwater impoundments are used for wet season rice production only. In a second phase, LADEP will explore the potentialities of water control during the dry season.
- The FAO Special Programme for Food Security (SPFS) covers the period 2002-2004 and its overall objective is to demonstrate the technical, socio-economic and environmental feasibility of simple irrigation techniques during the dry season and their positive effects on crop production and food security. It is aimed at using irrigation in order to facilitate a second crop, ensure and increase the rice yields and diversify crop production by harvesting not only

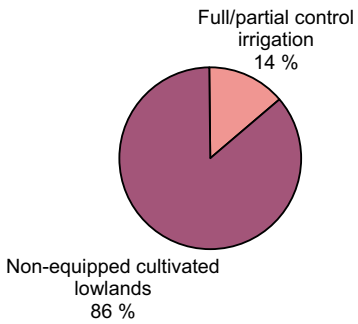
rice but also vegetables. Pumping from shallow tube wells and harvesting the tide where appropriate will also be carried out, in this way complementing the LADEP project. The expected output of the project is the development of four tidal and pump irrigated schemes with a total area of 28 ha. About 4 300 farmers could benefit from the project.

- The Smallholder Irrigation for Livelihood Enhancement (SMILE) project introduces selected irrigation technologies, proven to be successful for small-scale farmers elsewhere in Africa, to woman farmers. Local manufacturers are trained to make good quality irrigation equipment to ensure that as many women farmers as possible can benefit.
- Other ongoing projects are the Farmer Managed Tidal Irrigation Project (FMTIP) and the IFAD-led Integrated Watershed Management Project (IWMP).

Accurate up-to-date figures on irrigated areas are not available. In 1991, the area equipped for full or partial control irrigation was estimated to be 1 670 ha; this figure might have increased to 2 149 ha by the year 1999, referring to the sum of the JPSP, RIDEP, SSWC, and Lamin-Bakau schemes. In addition, non-equipped wetlands and inland valley bottoms are cultivated and these accounted for approximately 13 170 ha in 1991. These areas represent mangrove swamps and freshwater swamps, where rice is grown from August to January by constructing simple protection dykes. Thus, the total water-managed area is estimated at 15 319 ha or 7 percent of the cultivated area (Table 3 and Figure 2). All the area equipped for full or partial control irrigation is surface-irrigated, either with pumped schemes (818 ha or about 38 percent of the area in 1999) or by employing tidal irrigation (1 331 ha or about 62 percent of the area).

In the low-lying marshy areas tidal flows are employed for irrigation purposes. This is feasible in the middle reaches of the river, beyond the 240 km mark, where river water is not salty. Tidal irrigation is very different from ordinary gravity irrigation or pump irrigation, as it takes advantage of the ocean tides to force river water onto the fields. Tide heights vary from 3.5 m at the mouth of the River Gambia to 0.9 m at Basang, 310 km upstream, and as a general rule tidal irrigation can be used to water marshy fields with an elevation of less than 1.7 m above the average sea level. A water control valve is usually installed where water enters the system, and the system should have separate inlets and outlets. River water is allowed to flow into the system at flood tide, and the outlet valve is shut as the tide ebbs to keep the water on the fields. Areas where tidal irrigation is feasible include Wassu, Kuntaur, Tobakuta, Sukuta and Bauajali on the north bank, and Sapu, Willirgara, Kuffzally and Yidda on the south bank in the Middle River Division.

FIGURE 2
Distribution of the water managed areas
Total: 15 319 ha in 1999



To avoid an increase in salinity, the safe limit for irrigation from the River Gambia, without major dam construction, was estimated to be a maximum of 2 400 ha in the dry season. The lower and lower-central river sections (up to Carrol's Wharf) contain considerable areas of actual and potentially acid sulphate soils.

Role of irrigation in agricultural production, the economy and society

The main irrigated crop is rice. In the Jahaly Pacharr Smallholder Project (JPSP), a high rice yield is achieved in the areas receiving pumped water. Between 4 and 7 tonnes/ha is expected rather than the 3–4 tonnes/ha achieved in the tidal areas.

TABLE 3
Irrigation and drainage

Irrigation potential		**80 000**	**ha**
Water management			
1. Full or partial control irrigation: equipped area	1999	2 149	ha
- surface irrigation	1999	2 149	ha
- sprinkler irrigation	1999	0	ha
- localized irrigation	1999	0	ha
• % of area irrigated from groundwater		-	%
• % of area irrigated from surface water		-	%
2. Equipped lowlands (wetland, ivb, flood plains, mangroves)		-	ha
3. Spate irrigation			ha
Total area equipped for irrigation (1+2+3)	**1999**	**2 149**	**ha**
• as % of cultivated area	1999	1	%
• average increase per year over the last 8 years	1991-1999	3.2	%
• power irrigated area as % of total area equipped	1999	38	%
• % of total area equipped actually irrigated	1991	65	%
4. Non-equipped cultivated wetlands and inland valley bottoms	1991	13 170	ha
5. Non-equipped flood recession cropping area		-	ha
Total water-managed area (1+2+3+4+5)	**1999**	**15 319**	**ha**
• as % of cultivated area	1999	7	%
Full or partial control irrigation schemes	**Criteria**		
Small-scale schemes	< ha	-	ha
Medium-scale schemes		-	ha
Large-scale schemes	> ha	-	ha
Total number of households in irrigation		-	
Irrigated crops in full or partial control irrigation schemes			
Total irrigated grain production		-	tonnes
• as % of total grain production		-	%
Total harvested irrigated cropped area		-	ha
• Annual crops: total		-	ha
• Permanent crops: total		-	ha
Irrigated cropping intensity		-	%
Drainage - Environment			
Total drained area		-	ha
- part of the area equipped for irrigation drained		-	ha
- other drained area (non-irrigated)		-	ha
• drained area as % of cultivated area		-	%
Flood-protected areas		-	ha
Area salinized by irrigation		-	ha
Population affected by water-related diseases		-	inhabitants

Estimates on the cost of installing irrigation systems vary from US$4 000/ha for tidal irrigation to US$10 000/ha for pump irrigation. Analyses taking into account installation and production costs, the anticipated rice output after implementation, the value of that output, etc., indicate that the profit/cost ratio for tidal irrigation is 2.02, while that for pump irrigation is 0.72. It is evident, therefore, that by using tidal irrigation the Gambia could increase its rice output significantly. Costs for certain water control structures are: about US$3 per metre of dyke in the valleys, including labour and all other inputs; about US$30 per metre of concrete spillway; about US$1 per metre of contour or diversion bund, including the rock dams that are installed in the system at road crossings for example.

In the Gambia, the resources that are made available for irrigation, especially labour, are influenced by a particularly complex network of rights and obligations in rural society. Women in rural communities play an important role in the allocation of family labour to food production tasks. Despite this role, women are often stressed because old traditional obligations are upheld in new situations. The introduction of irrigation, or the technical formalization of existing water-use systems, involves in most communities

a change in the traditional farming system. Women are major participants in irrigation at field level, however there is only scant evidence that they participate significantly in water management or policy decisions at the system, regional or national levels.

The Colonial Development Corporation (CDC) implemented irrigation and development schemes but started the alienation of women's land rights by assuming that men own the land. This approach ignored the fact that women had significant access to land resources and their benefits from rice farming as well as responsibilities for food and support of children. Post-colonial development schemes made similar mistakes. Irrigated rice projects funded by the World Bank, China, IFAD, etc., be they small- or large-scale double-cropping schemes, ignored the elaborate system of land rights and cropping responsibilities. The women's land was taken and they were expected to labour on men's fields. Thus women had no means of generating the same income and maintaining independent decision-making rights over their labour and livelihoods. As a result of this situation, women tend to rebel and refuse to work at certain times of year when they want to work on their own fields, and they form work groups to drive up wage labour. As a consequence, many projects are expensive and unsuccessful.

In the course of the Jahaly Pacharr Smallholder Project (JPSP), the patterns of access to land and distribution of benefits have undergone a number of changes. However, the registration of project land in women's names has had only a limited impact on the power bases of men and women. In the Rice Irrigation Development Project (RIDEP), training for the operation and maintenance of power tillers is offered to both men and women. However, while the women were enthusiastic, the older men of the village clearly disapproved of women handling power tillers and commented that they did not want women coming home too tired to do other duties.

Gender issues in irrigation in the Gambia can be summarized as follows:

- Decision-making: decisions relating to crop production, e.g. crop selection, are taken by both genders. However, men more often than women take decisions about the inputs to be purchased and the labourers to be hired. Women take decisions relating to the deployment of household labour and marketing. Overall, in the Gambia there is a high level of participation on the part of women in agricultural decisions, but in general women have limited control of the production system.
- Land tenure: irrigated land is commonly owned and inherited, mainly passing down the female line. This pattern follows that of the swamp rice cultivation traditionally undertaken by women. Horticultural gardens are generally considered to be part of the female domain. Vegetables are exclusively grown by women. Women working in the vegetable gardens also cultivate swamp rice in the wet season.
- Income: incomes from rice are generally low because a high proportion of the rice produced is kept to meet the needs of the family. Marketing is often undertaken only to obtain cash for specific payments. Women may offer rice for sale to the men of the compound who will buy it to fulfill their obligation to meet family needs. Women do not necessarily control the benefits in proportion to the work they contribute.
- Water control: responsibility for the application of water to the fields is taken on equally by men and women. The majority of rice growers are female, but water control in rice schemes is mainly managed by men. Women have a strong tradition of rice cultivation and a good but informal skills base. Until recently this experience has been largely ignored.
- Impact of irrigation on women: women claim that they worked much harder than in the past as a result of the introduction of vegetable gardens and improved rice schemes. However, women continue to work in irrigated farming for a number of reasons.

Status and evolution of drainage systems

In tidal irrigation schemes, drainage is the paramount concern during the rainy season; during the dry season, irrigation is the most important consideration. The ditches of a tidal irrigation system must therefore have a dual irrigation/drainage function. It is necessary to prevent irrigation water from flooding the fields, and attention must be paid to controlling irrigation and drainage at the times of flood and ebb tides.

WATER MANAGEMENT, POLICIES AND LEGISLATION RELATED TO WATER USE IN AGRICULTURE

Institutions

Policy guidance and technical support for agriculture are provided by the Ministry of Agriculture (MOA) through a Central Management Unit and four main departments. The Department of Agricultural Services (DAS) is responsible for Agricultural Extension Services, the Soil and Water Management Unit (SWMU), the Crop Protection Service, the Food and Nutrition Unit, and the Agricultural Communications Unit. The SWMU is in charge of developing policies for soil and water management, land capability zoning, upland conservation and development of small-scale water control schemes in lowland rice ecologies. It is divided into five sections, one of which - the Engineering Section - is involved in irrigation development.

The Department of Water Resources (DWR) of the Ministry of Natural Resources and Environment (MNR&E) liaises closely with the SWMU.

Water management

Most farmers involved in irrigation/water management belong to Water User Groups. In the IFAD-led Small-Scale Water Control Project SSWCP, a three-tier organizational structure was established:

- Water Users Groups (WUGs) are the smallest units, which include farmers working adjacent plots in one swamp;
- Swamp Development Committees (SDCs), the next level up, oversee water management issues at swamp level;
- Local Management Committees (LMCs) are the highest level, including representatives of all villages involved in one scheme (which can include several swamps) to resolve cross cutting and policy issues.

However, none of these groups was working properly by the end of IFAD support in 1996 and both project staff and beneficiaries were unclear about responsibilities and work modalities.

ENVIRONMENT AND HEALTH

Pumping irrigation water from the River Gambia has a potentially negative impact on the salt front in the river and thus on the environment overall. It has been estimated that if 1 m^3/s is pumped from the Upper River during the dry season, the salt front can move up to 4 km upstream.

Deforestation is a problem due to the high and ever-increasing demand for fuel wood.

PERSPECTIVES FOR AGRICULTURAL WATER MANAGEMENT

Given the low farmgate price of rice, the Government is considering alternative crops such as sugar cane, bananas and onions to justify investment in the rehabilitation of existing pump irrigation schemes.

By fully developing tidal irrigation and using superior seed rice together with the best cultivation technology, the Gambia can greatly increase output per unit area and even attain self-sufficiency. However, if tidal irrigation is to succeed in increasing the Gambia's rice output, the following measures are required:

- Farmers must be trained in effective rice cultivation techniques;
- Farmers must learn to control and use tidal irrigation;
- Farmers must be encouraged to change their attitudes and receive training in the use of draft animals to replace human labor, as a means of reducing costs and increasing profits.
- Farmers' associations or similar organizations need to be established or strengthened, and cooperation improved;
- Irrigation or similar associations should be established and given responsibility for managing water resources and irrigation operations and for extending irrigation facilities within their districts. These duties are currently being performed by the implementing units of the various projects, but the work is not achieving as good results as might be possible.

National policies give high priority to increased rice production using technologies which are environmentally sound and sustainable without subsidies. The Government also gives high priority to food security and poverty alleviation within the context of sustainable development.

MAIN SOURCES OF INFORMATION

Central Statistics Department, Ministry of Finance and Economic Affairs. 1993. *Statistical abstract of the Gambia 1992*.

Chancellor, F. 1996. *Women in Irrigation: Case studies of schemes in the Gambia, Kenya and South Africa*. HR Wallingford, UK. Report no OD/TN 82.

Department of Planning, Ministry of Agriculture. 1991. *Statistical yearbook of Gambian agriculture 1990*.

Department of State for Finance and Economic Affairs. 2002. *Strategy for Poverty Alleviation (SPA II)*. Strategy for Poverty Alleviation Coordinating Office. The Republic of the Gambia.

FAO. 1982. *The Gambia: Water resources development in the framework of the National Food Plan*. Report prepared by P. Pallas and S. N'Guiamba for FAO project TCP/GAM/0104. Rome.

FAO. 1984. *Agricultural Research in the Gambia River Basin*. Rome.

FAO. 1994. *The Gambia: Lowlands Agricultural Development Programme*. FAO Investment Centre/IFAD Cooperation Programme report N° 52/94 IFAD-GAM 15. Rome.

FAO. 1997. *Treaties concerning the non-navigational uses of international watercourses: Africa*. FAO Legislative Study 61. Rome, Italy.

FAO. 2001. The Gambia: *Lowlands Agricultural Development Programme. Socio-economic and production systems study*. Project document.

FAO. 2002. *Water Control Component of the Special Programme for Food Security*. TCP/GAM/2801 (D). Project Document.

International Cooperation and Development Fund (ICDF). 1999. Tidal Irrigation in the Gambia. In: ICDF. *1999 ICDF Annual Report – Special Report*. 67-70.

Njie, M., and Mikkola, H. 2002. Management and development of the Gambia River fisheries: A case for the co-management of inland fisheries resources. In: Geheb, K., and Sarah, M.T. (eds.). *Africa's inland fisheries: the management challenge*. Fountain Publishers. Kampala. 228ff

Sonko, E.O. 2001. Gambian experience in water harvesting. In: FAO. *Water harvesting in western and central Africa*. Proceedings of a regional workshop held in Niamey, October 1999. Accra, Ghana. 103-108.

UNEP. 1998. Tidal Irrigation, the Gambia. In: UNEP. *Sourcebook of Alternative Technologies for Freshwater Augmentation in Africa*. Technical Publication 8a.

Ghana

GEOGRAPHY, CLIMATE AND POPULATION

Ghana is situated on the west coast of Africa with a total area of 238 540 km^2. The country has a north-south extent of about 670 km and a maximum east-west extent of about 560 km. It shares borders with Côte d'Ivoire to the west, Burkina Faso to the north, and Togo to the east. To the south are the Gulf of Guinea and the Atlantic Ocean. The country is divided into 10 administrative regions.

The topography is predominantly undulating and of low relief with slopes of less than 1 percent. Despite the gentle slopes, about 70 percent of the country is subject to moderate to severe sheet and gully erosion. The highest elevation in Ghana, Mount Afadjato in the Akwapim-Togo Ranges, rises 880 metres above sea level. There are five distinct geographical regions:

- The low plains, stretching across the southern part of the country.
- The Ashanti Uplands, stretching from the Côte d'Ivoire border in the west to the elevated edge of the Volta Basin in the east.
- The Akwapim-Togo Ranges in the eastern part of the country consist of a generally rugged complex of folded strata, with many prominent heights composed of volcanic rock. The ranges begin west of Accra and continue in a northeasterly direction, finally crossing the border into Togo.
- The Volta Basin occupies the central part of Ghana and covers about 45 percent of the nation's total area. The basin is characterized by poor soil, generally of Voltaian sandstone.
- The high plains in the northern and northwestern part of Ghana, outside the Volta Basin, consist of a dissected plateau. Soils in the high plains are more arable than those in the Volta Basin.

Ghana has a warm, humid climate. Mean annual rainfall of the country is estimated at 1 187 mm. Mean annual temperatures range from 26.1 °C near the coast to 28.9 °C in the extreme north. Annual potential open water evaporation has been estimated as ranging between 1 350 mm in the south to about 2 000 mm in the north. The actual amount of evaporation depends on a number of factors including water availability, vegetation cover and prevailing weather conditions among others.

There are six agro-ecological zones defined on the basis of climate, reflected by the natural vegetation and influenced by the soils (Table 1). Rainfall distribution is bimodal in the forest, transitional and coastal zones, giving rise to a major and a minor growing season. In the remaining two agro-ecological zones, the unimodal rainfall distribution gives rise to only one growing season. Only in some parts of the country is the climate favourable for non-irrigated agriculture. Rainfall exceeds potential evaporation during relatively short periods. Even in the southern forest zone where rainfall is at its highest, irrigation is essential for short season crops during the dry period. The unreliability of rainfall is a cause of concern. Complete crop failures can be expected in most northern

areas in about one in every five years. This risk can rise to one in every three years during low rainfall periods.

The cultivable area is estimated to be 10 million ha, which is 42 percent of the total area of the country and this (the sum of arable land and permanent crops) was about 6.33 million ha in 2002 (Table 2).

The country's population is about 21.4 million (2004), of which 54 percent is rural. The annual population growth rate is 1.7 percent. Population density is 90 inhabitants/km² nationwide, with a variation from 26 inhabitants/km² in the Northern Region to 896 inhabitants/km² in the Greater Accra Region. In 2002, 79 percent of the total population had access to improved drinking water sources; this coverage was 93 percent in urban areas and 68 percent in rural areas.

TABLE 1
Characteristics of agro-ecological zones in Ghana

Zone	Rainfall	Portion of total area	Length of growing season	Dominant land use systems	Main food crops
	(mm/yr)	(%)	(days)		
Rain forest	2 200	3	Major season: 150-160 Minor season: 100	forest, plantations	roots, plantain
Deciduous forest	1 500	3	Major season: 150-160 Minor season: 90	forest, plantations	roots, plantain
Transition zone	1 300	28		annual food and cash crops	maize, roots, plantain
Guinea savannah	1 100	63	180-200	annual food and cash crops, livestock	sorghum, maize
Sudan savannah	1 000	1	150-160	annual food crops, livestock	millet, sorghum, cowpea
Coastal savannah	800	2	Major season: 100-110 Minor season: 50	annual food crops	roots, maize

TABLE 2
Basic statistics and population

Physical area			
Area of the country	2002	23 854 000	ha
Cultivated area (arable land and area under permanent crops)	2002	6 331 000	ha
• as % of the total area of the country	2002	27	%
• arable land (annual crops + temp. fallow + temp. meadows)	2002	4 181 000	ha
• area under permanent crops	2002	2 150 000	ha
Population			
Total population	2004	21 377000	inhabitants
• of which rural	2004	54	%
Population density	2004	90	inhabitants/km²
Economically active population	2004	10 773 000	inhabitants
• as % of total population	2004	50	%
• female	2004	50	%
• male	2004	50	%
Population economically active in agriculture	2004	6 021 000	inhabitants
• as % of total economically active population	2004	56	%
• female	2004	46	%
• male	2004	54	%
Economy and development			
Gross Domestic Product (GDP) (current US$)	2003	7 700	million US$/yr
• value added in agriculture (% of GDP)	2003	35.2	%
• GDP per capita	2003	368	US$/yr
Human Development Index (highest = 1)	2002	0.568	
Access to improved drinking water sources			
Total population	2002	79	%
Urban population	2002	93	%
Rural population	2002	68	%

Overall poverty levels, as defined by the Ghanaian poverty line of a consumption expenditure of 900 000 cedis (about US$100) per adult per year, decreased between 1991/92 and 1998/99 from 52 percent to 40 percent. Export crop farmers and wage employees in private employment enjoyed the greatest increases in their standard of living, while food crop farmers experienced the least improvement. Poverty was greatest within this last group, constituting 59 percent of the poor in Ghana. This has been caused, among other reasons, by the lack of access to markets, high cost of inputs and a low level of economic infrastructure. There are also significant differences in the spatial distribution of poverty. Poverty levels in 1998/99 were highest in the three northern savannah regions, the Upper East, Upper West and Northern Regions, with 88 percent, 84 percent and 69 percent respectively. In contrast, poverty levels were lowest in the Greater Accra and Ashanti Regions with 5 percent and 28 percent respectively.

ECONOMY, AGRICULTURE AND FOOD SECURITY

Ghana's Gross Domestic Product (GDP) in 2003 was US$7.7 billion (current US$). Agriculture contributed 35.2 percent of the GDP in 2003, while about 56 percent of the economically active population was employed in the sector in the same year. The annual per capita income in Ghana was US$390 in 2001. The services sector and the industrial sector, including mining and construction, are also important in terms of contribution to the GDP. The country continues to be an exporter of primary products (cocoa, timber, gold) and an importer of manufactured goods and oils, making its economy vulnerable to external shocks.

Ghana is not self-sufficient in food production, and it has been difficult to ensure food availability in sufficient quantities all year round. During periods of good rains, food abounds but inadequate storage facilities result in losses of perishable crops. Inadequate agro-processing facilities for agricultural products are adding to food insecurity in the country. The rapidly growing population poses another dimension to the question of food security in the country. Protein Energy Malnutrition (PEM) is the most widespread and serious nutritional disorder in Ghana, especially among children. It is manifested in mild to severe stunting, wasting and underweight among children. Food availability varies from season to season and from year to year depending on rainfall amount and its distribution in space and time.

Rainfed agriculture is predominant and average farm size is small (< 1.2 ha), thus smallholder farms dominate the sector, accounting for about 80 percent of total agricultural production. The average food crop farmer has limited contact with the product market and is unlikely to use fertilizers, insecticides or high yielding seed varieties. The use of irrigation technology is not widespread but considered of great importance in view of the seasonal and incidental occurrence of drought.

Traditional farming systems have developed over time as adaptations to the six major agro-ecological zones in Ghana (Table 1). In the two forest zones, tree crops are significant with cocoa, oil-palm, coffee and rubber being of particular importance. Food crop production is important in all the agro-ecological zones. Maize is an important cereal in the south and middle belts, but progressively gives way northwards to sorghum and millet. Yam and grain legumes are important crops in the middle belt and towards the north.

WATER RESOURCES AND USE

Water resources

Three main river systems drain the country:

- The Volta river system consists of the Oti and Daka rivers, the White and Black Volta rivers, and the Pru, Sene and Afram rivers. The basin covers 70 percent of the country area.

- The southwestern river system comprises the Bia, Tano, Ankobra and Pra rivers and covers 22 percent of the country area.
- The coastal river system comprises the Ochi-Nakwa, Ochi Amissah, Ayensu, Densu and the Tordzie rivers, covering 8 percent of the country area.

Groundwater occurs mainly in the following formations:

- The Voltaian formation has little or no primary porosity and thus groundwater occurrence is associated with the development of secondary porosity because of jointing, shearing, fracturing and weathering. In the wet forested southwestern part of the country, the weathered zone has an average thickness of 60 m while it is thinnest in the semi-arid area in the extreme northeast where the mean thickness is about 10 m. Yields rarely exceed 6 m^3/hr.
- The Cenozoic and Mesozoic sediments occur mainly in the extreme southeastern and western part of the country. Three aquifers occur in this formation. The first aquifer is unconfined and occurs in the Recent Sand very close to the coast. It is between 2 and 4 m deep and contains meteoric water. The intermediate aquifer is either semi-confined or confined and occurs mainly in the Red Continental Deposits of sand clay and gravel. The depth of this aquifer varies from 6 m to 120 m. The third aquifer occurs in the limestone and varies in depth between 120 and 300 m. Groundwater in this aquifer occurs under artesian conditions and is fresh. The average yield in this limestone aquifer is about 184 m^3/hr.

Falling groundwater levels have been observed in the Upper Regions where over 2 000 boreholes have been drilled since the mid-1970s in the rural areas to provide potable water to communities.

Wetlands constitute about 10 percent of Ghana's total land area. The three main types of wetlands are: i) marine/coastal wetlands; iii) inland wetlands; iii) human-made wetlands. Wetlands in Ghana are very productive and their resources have been traditionally used by local populations as a source of the basic necessities of life, ranging from building materials, hunting and fishing areas, to sources of water for humans and livestock. Local populations have developed traditional knowledge systems and practices which govern the management of wetlands. Ghana is a signatory to the Ramsar Convention and there are five Ramsar sites of international importance in the country: i) Densu Delta; ii) Songor; iii) Keta Complex; iv) Muni-Pomadze; v) Sakumo Lagoons. All these are protected areas and they have been gazetted as such. Other wetlands located in the forest and wildlife reserves of the Mole National Park, Black Volta, Sene, Bia and Owabi Wildlife Sanctuaries are protected too. Some wetlands, which fall outside the conserved wetland areas, are subject to traditional conservation practices such as the rivers Ankobra and Pra. The two most important lakes in the country are Lake Volta and Lake Bosomtwi in the Ashanti region..

Ghana's total actual renewable water resources are estimated to be 53.2 km^3/yr, of which 30.3 km^3/yr are internally produced (Table 3). Internally produced surface water amounts to 29 km^3/yr, while groundwater is estimated at 26.3 km^3/yr. The overlap between surface water and groundwater is estimated at 25 km^3/yr. About 22.9 km^3 of surface water enter the country annually, of which 8.7 km^3 come from Burkina Faso, 6.2 km^3 from Côte d'Ivoire and 8 km^3 from Togo.

The Akosombo Dam was completed in the mid-1960s and impounds the Volta River to form Lake Volta, one of the largest artificial lakes. The hydropower capacity of the dam is 912 MW. Lake Volta has a surface area of 8 502 km^2, a maximum depth of 91 m and a capacity of 147.96 km^3. The total dam capacity of the country is 148.5 km^3.

Water use

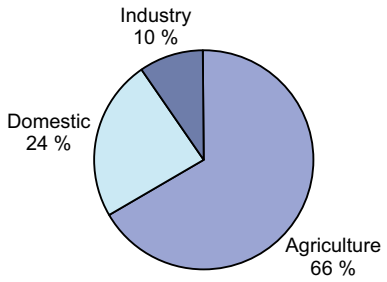
The main consumptive water uses in Ghana are for domestic, industrial and irrigation purposes. In 2000, about 652 million m^3 were withdrawn for irrigation (66 percent),

TABLE 3
Water: sources and use

Renewable water resources			
Average precipitation		1 187	mm/yr
		283.1	10^9 m³/yr
Internal renewable water resources		30.3	10^9 m³/yr
Total actual renewable water resources		53.2	10^9 m³/yr
Dependency ratio		43.1	%
Total actual renewable water resources per inhabitant	2004	2 489	m³/yr
Total dam capacity	1995	148 500	10^6 m³
Water withdrawal			
Total water withdrawal	2000	982	10^6 m³/yr
- irrigation + livestock	2000	652	10^6 m³/yr
- domestic	2000	235	10^6 m³/yr
- industry	2000	95	10^6 m³/yr
• per inhabitant	2000	50	m³/yr
• as % of total actual renewable water resources	2000	1.8	%
Non-conventional sources of water			
Produced wastewater		-	10^6 m³/yr
Treated wastewater		-	10^6 m³/yr
Reused treated wastewater		-	10^6 m³/yr
Desalinated water produced		-	10^6 m³/yr
Reused agricultural drainage water		-	10^6 m³/yr

235 million m³ for domestic purposes (24 percent) and 95 million m³ for the industry (10 percent), giving a total water withdrawal of 982 million m³ (Table 3 and Figure 1). The combined withdrawal for domestic and industry is 95 million m³ for rural and 235 million m³ for urban areas. Current water use for hydroelectricity generation (only at the Akosombo Dam), which is non-consumptive water use, is 37.843 km³/yr.

FIGURE 1
Water withdrawal
Total: 0.982 km³ in 2000



The sources of water supply in the country are surface water and groundwater. Groundwater is usually abstracted from boreholes for most rural areas. Some borehole supplies are also tapped to supplement urban water supplies. In 2000, 95 percent of the withdrawal for urban supply was from surface water and the remaining 5 percent from groundwater.

International water issues

Ghana shares three international rivers:

- The Volta River is shared by six countries: Ghana, Côte d'Ivoire, Togo, Burkina Faso, Benin and Mali. There is no mechanism to develop the Volta River together, but a permanent joint commission has been set up to discuss ways of sharing benefits and increasing cooperation for better management of the Volta river basin. Developments in the White Volta Basin by Burkina Faso affect Ghana since it is downstream. This is creating insecurity and conflict, as it is perceived to be the cause of the drop in water level in Lake Volta below the minimum operating level of the Akosombo hydropower plant. Ghana shares hydropower created at Akosombo and Kpong hydropower plants with all the riparian countries except Burkina Faso and Mali.

- The Bia River originates in the Ashanti Uplands and flows into Côte d'Ivoire.
- The Tano River, flowing parallel with the Bia River to the southeast of the latter, also has its headwaters in the Ashanti Uplands and enters the Atlantic Ocean through the Tano lagoon located in Côte d'Ivoire.

IRRIGATION AND DRAINAGE DEVELOPMENT

Evolution of irrigation development

Total irrigation potential has been estimated at 1.9 million ha. Another estimate of potential gives 0.7 million ha for small-scale irrigated sawah rice farming (bunding, levelling and puddling fields for irrigated rice cultivation) in inland valley watersheds and by including the floodplains this potential may reach 1 million ha.

The development of formal irrigation is comparatively recent in Ghana. The first scheme was initiated in the early 1960s and 22 public irrigation schemes existed in the country by 2003 (Table 4). The construction of most of the schemes was supply-driven and often emphasis was on developing exclusively smallholder plots regardless of whether interested smallholder farmers and with irrigation experience were available and willing to cultivate them. In other instances, the sources where supply purchases should be made were fixed by the donor country without the choice of buying from the cheapest source. Informal urban and peri-urban irrigation is practised in and around the big cities of the country, where the urban population provides a ready market for their produce. Informal irrigation is not new in Ghana; for example in the Kumasi area it was found that it has been practised in at least part of the currently irrigated area for more than 30 years.

In 2000, the total water-managed area in Ghana was estimated to be 30 900 ha (Table 5). In fact, this corresponds to the area under full and partial control, as no data are available for wetlands and inland valley bottoms. Nonetheless, there are reports that seasonally flooded flat valley bottoms are coming under increasing use. It is believed that overall about 27 900 ha of the total of 30 900 ha equipped, or 90 percent, were actually irrigated in 2000, while in the 22 public irrigation schemes, only 5 600 ha of the 8 587 ha equipped, or 65 percent, were actually irrigated. This is due to deterioration of the infrastructure because of lack of sufficient funds for maintenance. The bad state of the infrastructure leads to a decline in productivity which is worse in pumped schemes than in gravity-fed schemes. The cost of electricity is one reason for this. Attempts to rehabilitate the schemes are being made. It is estimated that 24 600 ha are equipped for surface irrigation, of which 8 007 ha public schemes, 4 693 ha private schemes and 11 900 ha informal peri-urban irrigation, and 6 300 ha for sprinkler irrigation, of which 580 ha public schemes and 5 720 ha private schemes (Figure 2). Surface water is primarily used to irrigate the developed areas through gravity, pumping or a combination of the two. For most of the irrigation projects in the country, dams have been constructed to store water to be used for irrigating the lands. In a few cases, weirs are built on perennial rivers for irrigation water abstraction. In most of the

TABLE 4
Public irrigation schemes in Ghana in 2000

Name of irrigation Scheme	Region	Equipped area (ha)
Ashaiman	Greater Accra Region	155
Weija	Greater Accra Region	200
Dawhenya	Greater Accra Region	400
Kpong (Right bank)	Greater Accra Region	2 700
Aveyime	Volta Region	280
Afife	Volta Region	880
Kpando Torkor	Volta Region	80
Amate	Eastern Region	60
Dedeso	Eastern Region	40
Okyereko	Central Region	40
Mankessim	Central Region	40
Kikam	Western Region	27
Akomadan	Ashanti Region	60
Anum valley	Ashanti Region	100
Tanoso	Ashanti Region	60
Sata	Ashanti Region	40
Subinja	Brong-Ahafo Region	60
Bontanga	Northern Region	450
Golinga	Northern Region	45
Ligba	Northern Region	40
Tono	Upper East Region	2 430
Vea	Upper East Region	400
TOTAL		**8 587**

TABLE 5
Irrigation and drainage

Irrigation potential		**1 900 000**	**ha**
Water management			
1. Full or partial control irrigation: equipped area	2000	30 900	ha
- surface irrigation	2000	24 600	ha
- sprinkler irrigation	2000	6 300	ha
- localized irrigation		-	ha
• % of area irrigated from groundwater	1994	0	%
• % of area irrigated from surface water	1994	100	%
2. Equipped lowlands (wetland, ivb, flood plains, mangroves)		-	ha
3. Spate irrigation		-	ha
Total area equipped for irrigation (1+2+3)	**2000**	**30 900**	**ha**
• as % of cultivated area	2000	0.5	%
• average increase per year over the last .... years		-	%
• power irrigated area as % of total area equipped		-	%
• % of total area equipped actually irrigated	2000	90	%
4. Non-equipped cultivated wetlands and inland valley bottoms		-	
5. Non-equipped flood recession cropping area		-	ha
Total water-managed area (1+2+3+4+5)	**2000**	**30 900**	**ha**
• as % of cultivated area	2000	0.5	%
Full or partial control irrigation schemes	**Criteria**		
Small-scale schemes	< ha	-	ha
Medium-scale schemes		-	ha
Large-scale schemes	> ha	-	ha
Total number of households in irrigation		-	
Irrigated crops in full or partial control irrigation schemes			
Total irrigated grain production		-	tonnes
• as % of total grain production		-	%
Total harvested irrigated cropped area		-	ha
• Annual crops: total		-	ha
- rice	2002	5 238	ha
- vegetables		-	ha
• Permanent crops: total		-	ha
Irrigated cropping intensity		-	%
Drainage - Environment			
Total drained area		-	ha
- part of the area equipped for irrigation drained		-	ha
- other drained area (non-irrigated)		-	ha
• drained area as % of cultivated area		-	%
Flood-protected areas		-	ha
Area salinized by irrigation		-	ha
Population affected by water-related diseases		-	inhabitants

irrigation schemes in Ghana, supplementary irrigation is practised because during the wet season, it is only at some times that irrigation is required.

The water-managed area in Ghana can be categorized as follows (Figure 3):

- Public schemes: 8 587 ha. Large schemes (> 500 ha) cover 6 010 ha, small schemes (< 100 ha) 592 ha and medium schemes 1 985 ha.
- Private schemes: 10 413 ha.
- Informal peri-urban irrigation: 11 900 ha. This area refers to peri-urban irrigation in the Kumasi area only. It is believed that

FIGURE 2
Irrigation techniques
Total: 30 900 ha in 2000

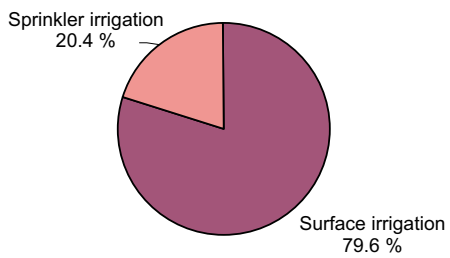
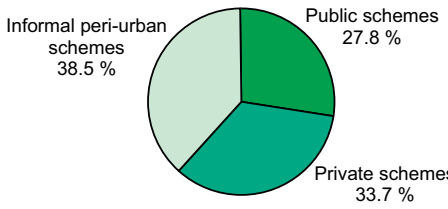


FIGURE 3
Irrigation structure - equipped area
Total: 30 900 ha in 2000



similar, extensive areas exist around Accra and Takoradi. As some of the informal irrigators use treated water illegally and others use poor quality wastewater, they tend to avoid government agencies and efforts to register them have been met with stiff resistance.

Role of irrigation in agricultural production, the economy and society

The major irrigated crop is rice, with a harvested area of 5 238 ha in 2002. Other frequently produced crops include tomatoes, okra, peppers, aubergine, sugar cane, cucumber, cowpea and maize. In peri-urban schemes, mostly vegetables are grown. Irrigated rice yields vary from 3.5 to 7 tonnes/ha. Nevertheless, the 4.6 tonnes/ha average irrigated rice yield sharply contrasts with the 1.0–1.5 tonnes/ha under uncontrolled water conditions. The mean yield of sawah rice without fertilizer application is estimated between 2 and 2.5 tonnes/ha. Farmers who grow high-value crops such as vegetables with gravity-fed irrigation usually enjoy an increase in income due to irrigation, while farmers who grow rice with pumping schemes tend to be worse off. In informal peri-urban irrigation schemes, gross income for different crop types varies widely but the average is about US$1 200/ha. In general, women are involved in sowing and harvesting whereas men control the water and weeding.

The data situation on irrigation costs is poor and only a few figures are available. The Kpong Scheme in the Greater Accra Region had a development cost of US$2 200/ha (year 2000 cost). In contrast, the Tono Scheme in the Upper East region had a development cost of US$40 000–50 000/ha. These figures may however not be representative because included in the cost are three townships that were built, a club house, a swimming pool, a tarred road network, streetlights and the cost of extending power from the nearest town to the project site. The cost of rehabilitation was found to be between US$400 and 5 000/ha. At the Dawhenya Irrigation Project the farmers are levied about US$110/ha per year as an irrigation service charge. In the specific schemes a lot of pumping is necessary, hence the high cost of the service charge, which includes the cost of power, water and minor maintenance of the system. For the Afife and Ashaiman gravity-fed schemes, the irrigation service charge is US$22/ha per year.

The operators of peri-urban schemes are usually given extension services to improve on their produce. Apart from that, however, they are unsupported and largely overlooked by policy makers. Government Authorities do not interact with them, for example:

- The Water Resources Commission (WRC) is concerned with major users of raw water using machines to lift the water, while peri-urban irrigators usually use manual means to abstract water.
- The Ghana Irrigation Development Authority (GIDA) does not interact with peri-urban irrigation operators because the schemes for which GIDA has overseeing responsibilities are the 22 formal public irrigation schemes only.

Because most of the public irrigation schemes have deteriorated and need some form of rehabilitation, they are operating at low levels of overall efficiency. Water use efficiency at conveyance and field levels is low since no concerted efforts have been made to address the problem of water losses.

Status and evolution of drainage systems

Drainage and irrigation go hand in hand in every irrigation project. However, as a result of persistent poor maintenance, the drainage system sometimes deteriorates with time. Subsurface drains are virtually absent from irrigation schemes in Ghana.

WATER MANAGEMENT, POLICIES AND LEGISLATION RELATED TO WATER USE IN AGRICULTURE

Institutions

The ministries dealing with water and irrigation include the Ministry of Food and Agriculture, the Ministry of Works and Housing, and the Ministry of Environment, Science and Technology.

In the Ministry of Food and Agriculture (MoFA), the Ghana Irrigation Development Authority (GIDA) is the main institution in charge of irrigation. It started in the early 1960s as a Land Planning Unit of MoFA, was upgraded in 1964 to become the Irrigation, Reclamation and Drainage Department (IRDD) and became the Irrigation Department in 1974. Finally, in 1977, GIDA was established by the SMC (Supreme Military Council) Decree No. 85. It is entrusted with irrigation development, provides all agricultural inputs and extension services, delivers water to the farmers and secures the repayment of credits. It is also expected to exercise management control over its irrigation dams, the associated catchment areas and over the drainage of irrigated areas and general water quality, especially within its project areas. Due to its vast terms of reference together with scarce available resources, GIDA offers poor services and its irrigation projects are often unsuccessful because of the lack of technical support.

Institutions involved in water management within the Ministry of Works and Housing (MWH) are:

- The Water Resources Commission (WRC), which is the leading institution involved in water resources management in the country. This new institution came into being in 1996 following the execution of the Water Resources Management (WARM) studies supported by CIDA, DANIDA, DFID, CfD, GTZ, UNDP and the World Bank. Prior to this date, the management of the country's water resources was fragmented among various institutions with no clear policy on who is in control.
- The Ghana Water Company Limited (GWCL), which exercises management functions over water sources that it abstracts for treatment and subsequent distribution to consumers. In some cases, it builds dams on which water supply schemes for big cities are based. It has the mandate to manage such water sources, including the relevant catchment areas for the benefit of the Ghanaian public.
- The Community Water and Sanitation Agency (CWSA), which is responsible for water supply to rural communities, including small towns. It also deals with household sanitation and hygiene promotion and has offices in all regions of Ghana.

Within the Ministry of Environment, Science and Technology (MEST), the following institutions are involved in water management:

- The Environmental Protection Agency (EPA) by virtue of its mandate and functions is one of the institutions that are involved in some aspects of water resources management. It maintains and enforces standards for wastewater discharge into water bodies. It also ensures, through the concept of Environmental Impact Assessments (EIA), that the negative impact of development projects are reduced through the monitoring of the companies' mitigation plans.
- The Water Research Institute (WRI) was formed in 1996 from the merger of the Institute of Aquatic Biology and the Water Resources Research Institute, all part of the Council for Scientific and Industrial Research (CSIR). It has a mandate to conduct research into water and related resources. In pursuance of this mandate, it generates and provides scientific information, strategies and services towards the rational development, utilization and management of Ghana's water resources in support of the socio-economic advancement of the

country, especially in the agriculture, health, industry, energy, transportation, education and tourism sectors. It engages, amongst other things, in research on groundwater resources (availability, quality, quantity), on hydrometeorological and hydrological data for planning and research, on irrigation technology, rainwater harvesting, sawah eco-technology for rice production, water management in valley bottoms for rice production and production of bio-insecticides for the control of malaria and bilharzia vectors.

Water management

Since irrigated agriculture is relatively new in Ghana, the management of the schemes had hitherto been entrusted to the staff of GIDA, and the relatively larger projects to reputable consultancy firms during the first few years after completion. A few irrigation projects in the country are operated by private companies. In the case of the Tono and Vea Schemes, they were initially fully funded by the government. In an attempt to stop continuous public funding of the schemes, the Irrigation Company of the Upper East Region (ICOUR) was established as a commercial entity. The idea was to start reducing the funding to ICOUR until it can stand on its own. Currently there is only a loose connection between ICOUR and GIDA, and ICOUR does not report to GIDA. However, it is reported that ICOUR still relies on the Central Government to provide it with funds to meet some of its recurrent expenditure, like maintenance of infrastructure, including housing. Another such company is Weija Irrigation Company (WEICO), which also operates as a commercial entity with a loose connection with GIDA. The Government intended to make WEICO operate on its own but there are financial problems. Apart from the abovementioned schemes, some other private irrigation schemes exist that have been financed by private companies.

Farmer participation in the management of irrigation projects commenced in 1987 with the passing of a legislative instrument, LI 1350, which legalized and streamlined the GIDA staff management role and incorporated farmer participation in project management.

Finances

GIDA, as the main institution in charge of irrigation in the country, has no autonomy in financial matters. Staff salaries and all other recurrent expenditures associated with GIDA are paid by the government, and the cost of services rendered by the Authority to farmers is paid to the Government. Revenue includes charges/levies for irrigation water and the cost of other inputs, such as land preparation and supply of fertilizers and pesticides. The fees charged are generally not enough to cover the full cost of irrigation water delivery, including all the management and the infrastructure that is in place. Subsidies on agricultural inputs have been withdrawn as part of IMF conditions for financial assistance to the country. This applies to both rainfed and irrigated agriculture. Generally, lack of capital has been one of the major problems hampering irrigation development in the country. Impounding water for irrigation through large dams has proved too expensive.

Policies and legislation

Ghana's agricultural policy is driven by five key objectives: i) ensuring food security and adequate nutrition for the population; ii) promoting the supply of raw materials for other sectors of the economy; iii) contributing to export earnings; iv) increasing the employment opportunities and incomes of the rural population; v) generating resources for general economic development. The importance of water in the realization of these objectives is well known. The key issue in the development and utilization of the water resources of the country is to ensure sustainability while giving preference to domestic water requirements if there are competing uses of the resource.

The policy reform strategy within the irrigation sub-sector is to increase agricultural production through the development of water resources for irrigation. This is being done by: i) limiting the cost of irrigation projects to not more than US$600/ha; ii) recovery of at least operation and maintenance costs; iii) handing over the management of projects to farmers' associations; iv) involving farmers from the inception and selection of technologies through to the decision-making stages of irrigation projects; and v) a contribution of between 10 and 25 percent of project costs by beneficiary communities or associations for small-scale projects.

The Draft Water Policy identifies the availability and ease of access to water in sufficient quantities for cultivation of food crops, watering of livestock and sustainable freshwater fisheries as a major precondition for the achievement of food security and self-sufficiency in food production to meet the nutritional needs of the population. Towards achieving this, the Government promises to:

- Support the establishment of micro-irrigation and valley bottom irrigation schemes among rural communities.
- Strengthen district assemblies to assume a central role in supporting community operation and maintenance of small-scale irrigation and other food production facilities.
- Promote partnerships between the public and private sector in the provision of large commercial irrigation infrastructure.
- Encourage the efficient use of fertilizers to reduce pollution of water bodies, as well as high–yielding crop species and agricultural extension services to ensure conservation of water.
- Promote and encourage water use efficiency techniques in agriculture and reduce transmission losses of irrigation water in irrigation schemes.
- Manage land use and control land degradation, including bush fires, to reduce soil loss and siltation of water bodies.
- Develop a pricing system and a mechanism for delivering irrigation water that is affordable for farmers and also ensure cost recovery on investments made in infrastructure.
- Utilize data and information on water cycles, land cover/use, soils and socio-economic elements for the planning, design and development of agricultural schemes.

From the above it is clear that the current irrigation policy of the country emphasizes small-scale irrigation schemes. Farmers are expected to form cooperatives and they are to be involved at the inception stage of projects and to be trained and assisted to operate and manage the systems themselves, unlike in past years when management was largely in the hands of GIDA.

ENVIRONMENT AND HEALTH

Water quality in the country is generally good, especially for irrigation purposes, and the impact of irrigation on water quality is not significant, probably because of the limited extent of irrigation. However, there are isolated problems associated with pollution not necessarily related to irrigation directly but from general agricultural practice. In the Akomadan area, where irrigated tomato farming is practised, there are reports of pesticides in the water and in the soil in the vicinity of the irrigation site because of the application of pesticides. Many of the water sources used for peri-urban irrigation, at least in the Kumasi area, are heavily polluted. Use of water with levels of microbiological pollution well above WHO guidelines for irrigation is commonplace and therefore both growers and consumers are at risk from bacterial and helminth infections. The increasing use of seasonally flooded flat valley bottoms poses problems of water pollution for domestic use downstream.

Groundwater pollution is not widespread and is limited to some agricultural sites which are not necessarily irrigation sites. However, cases of high levels of nitrate and phosphate concentrations have been reported, especially near agricultural sites. In some areas, the occurrence of salt in groundwater is a major problem and this limits its utilization for irrigation purposes.

Mining is predominant in the southwestern river system and in this area pollution of surface water and groundwater has been observed because of the use of cyanide and other poisonous chemicals.

Siltation is a cause for concern in most dams and reservoirs. However, very few studies have been carried out to establish what percentages of the various dams have been silted up. In the case of Lake Volta it is not known how much of the dead storage has been lost to siltation. The siltation volume in Weija Reservoir is not known either, but initial studies carried out prior to its construction concluded that after 50 years of operation less than 1 percent of the volume of the dam would be lost to siltation.

The positive impact of irrigation includes improved access to food and hence better nutrition to some extent, though this effect is limited since irrigation contributes less than 3 percent of the country's food production. Some families have higher incomes because of the use of irrigation facilities. On the other hand, the incidence of waterborne, water-based and water-related diseases increases in areas where irrigation projects are sited. No specific studies have been conducted to establish the percentage of the population affected.

PERSPECTIVES FOR AGRICULTURAL WATER MANAGEMENT

Irrigation development in Ghana started relatively late, in the 1960s. In those days big irrigation schemes were the order of the day. However, heavy investments in irrigation in some of the few big schemes that exist have failed to live up to expectations, as these schemes did not do well after some time due to problems of maintenance and improper management and operation, which resulted in the rapid deterioration of most of the schemes and a large sum of money is now needed to rehabilitate them.

Emphasis has shifted away from big schemes towards small schemes that could be farmer-managed. However, an approach that recognizes that irrigation requires a new production culture is needed. A deliberate effort must be made to re-introduce irrigation to the Ghanaian farmer in a user-friendly manner. In each case, hands-on training in irrigation must be first delivered to farmers for a minimum of a year's production cycle or at least two harvests before they are allowed to continue on their own.

The Ghana Poverty Reduction Strategy 2003-2005 (GPRS) mentions irrigation development and rehabilitation of existing viable facilities to attract private sector management as part of its package of infrastructure enhancement. Financial support within the GPRS (total budget for modernizing agriculture: US$84.1 million) will be directed to vigorous promotion of mainly small-scale irrigation, which communities and districts can easily construct and maintain. Other priority activities are mechanization and promotion of fishing hatcheries. The GPRS approach to the irrigation sub-sector development can be viewed in two categories, i.e. with regard to micro- and small-scale irrigation and with regard to medium- and large-scale schemes.

With regard to micro- and small-scale irrigation, the GPRS will focus on:

- Development of valley bottoms in order to utilize waterlogged river valleys for cultivation of food and other crops by using wet season soil water;
- Provision of small dugouts, boreholes, tube–wells and other simple structures especially in the three northern regions and the Afram Plains;
- Rehabilitation of all viable irrigation facilities;
- Use of a minimum of machinery and more labour to generate employment in construction works;

- Introduction of some non-traditional exports such as mangoes, pawpaws, cashew nuts, and ginger.

Regarding medium- and large-scale irrigation, the GPRS foresees the construction of major dams, pumping stations, diversion structures, canals and long distance conveyance pressure pipe systems. These facilities are to be provided purposely for commercial operators and investors.

Agricultural water use is expected to increase significantly in the future once the funding required for new scheme developments has been mobilized. But because of the high cost of investment in irrigation schemes, the cost of water delivered to farmers would be high.

The water demand for the year 2020 was estimated by population projection and projected areas to be irrigated by then, also assuming the following:

- Covering 100 percent of the rural population with potable water by 2020.
- Rehabilitating existing small- and medium-scale irrigation projects with a total area of 3 500 ha.
- Rehabilitating 44 and 20 dams in the Upper East and Upper West regions respectively.
- Developing 20 stock watering points in the Upper West and Northern regions to support the livestock development projects.
- Surveying, designing and developing 1 000 ha of small-scale irrigation projects in the northern and southern parts of the country where rainfall is deficient, provision of potable water and irrigation water supply for selected agricultural sector investment projects.
- Developing 3 000 ha of large-scale irrigation downstream of Kpong hydropower project.

Based on these assumptions, the projected future annual water demand by 2020 is 617 million m^3 for irrigation, 32 million m^3 for livestock and 463 million m^3 for rural and urban water supply (domestic and industrial). This represents about a 130 percent increase in present water use. Groundwater abstraction is projected to increase by 69 percent in order to meet the water demand in 2020.

MAIN SOURCES OF INFORMATION

Akagbor, S.M. 2002. *Farmer participatory irrigation project management: case study of small-scale irrigated agriculture promotion*.

Community Water and Sanitation Agency (CWSA). 2001. *Community water and sanitation agency coverage data on potable water and sanitation facilities in rural communities and small towns in Ghana*. Prepared by Abbey, E.

FAO. 1996. TCP/GHA/6613 (T). *Development of support structure for irrigated agriculture*. Project Document.

FAO. 1999. TCP/GHA/8924 (D). *Water control component of the Special Programme for Food Security. Pilot Phase*. Project Document.

Ghana Irrigation Development Authority (GIDA). 2000. *Annual Report*.

Ghana Irrigation Development Authority (GIDA). 2001. *General information on public irrigation projects in Ghana*.

HR Wallingford. 2000. *Informal irrigation in the peri-urban zone of Kumasi, Ghana. Findings from an initial questionnaire survey*. KAR Project R7132. Report OD/TN 97. Report prepared by Cornish, G.A. and Aidoo, J.B.

HR Wallingford. 2002. *Informal irrigation in the peri-urban zone of Kumasi, Ghana. Institutional aspects and options for improvement*. KAR Project R7132.

Institute of Statistical, Social & Economic Research (ISSER). 2001. *The state of the Ghanaian economy in 2000*. University of Ghana, Legon. Edited by Asenso-Okyere, K.

International Monetary Fund (IMF). 2003. *Ghana Poverty Reduction Strategy 2003-2005. An agenda for growth and prosperity*. IMF Country Report No. 03/56.

Ministry of Works and Housing. 2001. *Ghana Water Policy Document*. Final Draft. Republic of Ghana. Accra, Ghana.

Nii Consult. 1998. *WARM. Water Resources Management Study: Information building block study*. Part II. Vol 2. Report for the Ministry of Works and Housing (MWH).

Osafo, K. 1998. *Ghana's water resources – Management challenges and opportunities*. WARM Study.

Statistics, Research and Information Directorate (SRID). 2002. *Agriculture in Ghana: Facts and Figures*. Ministry of Food and Agriculture.

Wakatsuki, T., Shinmura, Y., Otoo, E. and Olaniyn, G.O. Sawah systems for integrated watershed management of small inland valleys in West Africa. In: FAO. 1998. *Institutional and technical options in the development and management of small-scale irrigation*. Water Report no. 17. Rome, Italy.

World Bank. 1990. *Ghana medium-term agricultural development programme.*

Guinée

GÉOGRAPHIE, CLIMAT ET POPULATION

La République de Guinée, située en Afrique occidentale, couvre une superficie de 245 857 km². Elle est limitée à l'ouest par l'océan Atlantique et partage ses frontières avec six autres pays: la Guinée- Bissau au nord-ouest, le Sénégal au nord, le Mali au nord et nord-est, la Côte d'Ivoire à l'est, et le Libéria et la Sierra Leone au sud.

La Guinée se caractérise par la grande diversité de sa structure géologique avec des reliefs et morphologies très contrastés. On distingue quatre grandes unités géomorphologiques bien différenciées de l'ouest vers l'est qui vont des formations récentes aux plus anciennes:

- les plaines côtières et les basses terres constituées par les formations deltaïques récentes reposant sur un substratum paléozoïque;
- les massifs et les hauts plateaux du Fouta-Djalon avec les formations cristallines du paléozoïque constituées par les grès micacés, les conglomérations, les gneiss, les micaschistes et quelques intrusions de dolérite;
- les pénéplaines de la haute Guinée constituées par les formations cristallines et cristallophylliennes du Burimien (schiste–gneiss–quartzite);
- Les massifs granitiques et de gneiss au couvert forestier dense séparés par des vallées et bas-fonds plus ou moins larges. Ces massifs granitiques constituent le socle le plus ancien des formations géologiques.

Le climat, de type tropical, est caractérisé par une saison sèche qui dure de quatre à sept mois et une saison pluvieuse de cinq à huit mois selon les régions naturelles décrites ci-dessous. La pluviométrie moyenne annuelle est égale à 1 651 mm et varie de 1 200 mm en haute Guinée à 4 200 mm en basse Guinée. Les températures moyennes annuelles sont comprises entre 21°C et 27°C. L'humidité relative moyenne annuelle de l'air est supérieure à 60 pour cent, avec un minimum de 29 pour cent en moyenne Guinée (Labé) et un maximum de 98 pour cent en basse Guinée (Conakry). L'évapotranspiration moyenne annuelle va de 1 500 mm à 1 650 mm. Les vents dominants sont la mousson et l'harmattan, soufflant de l'océan Atlantique et du Sahara respectivement.

Quatre grandes régions naturelles peuvent être distinguées. Ces régions ont des caractéristiques géographiques et écologiques différentes et correspondent chacune à un type de climat avec des particularités de température, pluviométrie, sol, faune et flore:

- *La Guinée maritime ou basse Guinée* est la bande côtière entre la Guinée-Bissau au nord et la Sierra Leone au sud (environ 300 km), d'une largeur comprise entre 100 et 150 km environ. Elle couvre 15 pour cent de la superficie totale du pays. Les marais maritimes occupent une superficie d'environ 360 000 ha, dont 260 000 ha de mangroves (les plus importantes d'Afrique de l'ouest). Le climat tropical humide est bimodal, avec une saison pluvieuse qui débute en

avril–mai et se prolonge jusqu'en novembre. Les précipitations atteignent leur maximum en août et peuvent dépasser 4 000 mm/an à la capitale Conakry. La saison sèche, très marquée, commence fin novembre.

- *La moyenne Guinée* couvre 26 pour cent de la superficie totale du pays et est, avec le massif du Fouta-Djalon, la région la plus montagneuse de la Guinée. Son altitude est partout supérieure à 750 m et dépasse 1 200 m en certains endroits de l'axe Dalaba–Mali. Cette région est considérée comme le château d'eau d'Afrique de l'ouest car de nombreux fleuves et rivières y prennent leur source: les fleuves Sénégal et Gambie au nord, les fleuves Koliba, Rio Grande, Fatala et Konkouré à l'ouest, les fleuves Kaba, Kolenté au sud, et le fleuve Niger à l'est. Le climat est marqué par une amplitude thermique diurne relativement forte pouvant atteindre 19°C à Labé (8°C–37°C). L'hivernage dure de cinq à huit mois entre Koundara et Mamou avec des précipitations inférieures à 1 300 mm au nord et légèrement supérieures à 2 000 mm au sud.
- *La haute Guinée*, qui s'étend sur 39 pour cent de la superficie totale du pays, se situe entre la Guinée forestière et le Fouta-Djalon sur le rebord occidental de la vaste cuvette du Niger. Cette région, d'une altitude moyenne de 500 mètres, a un relief peu marqué ce qui explique l'étalement des cours d'eau. Le climat est du type soudanien avec une pluviométrie annuelle comprise entre 1 600 mm au sud et 1 200 mm au nord. L'amplitude thermique saisonnière est importante, les températures extrêmes pouvant varier de 14°C en saison pluvieuse à 37°C en saison sèche.
- *La Guinée forestière* couvre 20 pour cent de la superficie totale du pays. Son relief est tourmenté et le point culminant de la Guinée, 1 752 mètres, se trouve au mont Nimba. Le climat est caractérisé par la longueur exceptionnelle de la saison des pluies (entre sept et neuf mois) et une pluviométrie moyenne de l'ordre de 2 500 mm/an.

La population totale s'élève à environ 8.6 million d'habitants (2004), dont 64 pour cent de ruraux (tableau 1). La densité moyenne est de 35 habitants/km^2, variant entre 16 habitants/km^2 à Beyla en Guinée forestière, 106 habitants/km^2 à Labé en moyenne Guinée et 2 429 habitants/km^2 dans la capitale Conakry. Le taux de mortalité à la naissance s'élève à 109 par 1 000 naissances vivantes et le taux de mortalité pour les enfants de moins de 5 ans est de 169 par 1 000 enfants. La population active est estimée à 49 pour cent de la population totale et 82 pour cent de la population active travaillent dans l'agriculture. Le taux d'exode rural est estimé à 2.1 pour cent. En 1996, environ 40 pour cent de la population totale du pays vivaient en dessous du seuil de pauvreté établi à environ 300 dollars EU par personne par an. Le taux de pauvreté en milieu rural se chiffre à 53 pour cent, soit presque huit fois plus que celui de Conakry, la capitale, qui est de 7 pour cent. Seulement 51 pour cent de la population totale ont accès aux sources améliorées d'eau potable (tableau 1).

ÉCONOMIE, AGRICULTURE ET SÉCURITÉ ALIMENTAIRE

La Guinée fait partie des pays les moins avancés (PMA). L'introduction de l'ajustement structurel a empiré la situation de la majorité de la population. En 2003, le PIB s'élevait à 3.6 milliards de dollars EU, avec un taux de croissance annuel estimé à environ 4 pour cent. L'économie de la Guinée est fortement dépendante du secteur minier (bauxite, alumines, diamants, or). Actuellement, ce secteur représente à lui seul près de 77 pour cent des recettes d'exportation et 29 pour cent des recettes propres de l'État. Les potentialités agricoles sont pourtant énormes.

Le secteur agricole regroupe 82 pour cent de la population active, tandis qu'il représente seulement 24.8 pour cent du PIB. Les contraintes limitant le développement du secteur sont principalement la dégradation du potentiel de production (sol, eau) liée aux méthodes d'exploitation, l'insuffisance des infrastructures (aménagements

TABLEAU 1
Caractéristiques du pays et population

Superficies physiques			
Superficie du pays	2002	24 586 000	ha
Superficie cultivée (terres arables et cultures permanentes)	2002	1 540 000	ha
• en % de la superficie totale du pays	2002	6.3	%
• terres arables (cultures temporaires + prairies et jachères temp.)	2002	900 000	ha
• cultures permanentes	2002	640 000	ha
Population			
Population totale	2004	8 620 000	habitants
• dont rurale	2004	64	%
Densité de population	2004	35	habitants/km²
Population active	2004	4 248 000	habitants
• en % de la population totale	2004	49	%
• féminine	2004	47	%
• masculine	2004	53	%
Population active dans le secteur agricole	2004	3 497 000	habitants
• en % de la population active	2004	82	%
• féminine	2004	50	%
• masculine	2004	50	%
Économie et développement			
Produit intérieur brut (PIB)	2003	3 600	millions de $EU/an
• valeur ajoutée du secteur agricole (% du PIB)	2003	24.8	%
• PIB par habitant	2003	425	$EU/an
Indice de développement humain (plus élevé = 1)	2002	0.425	
Accès aux sources améliorées d'eau potable			
Population totale	2002	51	%
Population urbaine	2002	78	%
Population rurale	2002	38	%

hydro–agricoles), le faible accès à la terre, et l'insécurité foncière. En 2002, la superficie cultivée était de 1.54 million d'hectares, dont 0.90 million en terres arables et 0.64 million en cultures permanentes (tableau 1).

Suivant les régions naturelles, on distingue quatre systèmes de production sylvo–agricoles: i) en basse Guinée: un système de production riz–fonio–fruits; ii) en moyenne Guinée: un système de production fonio–tapade–bétail; iii) en haute Guinée: un système de production riz–tubercules–bétail; iv) en Guinée forestière: un système de production riz–café–bétail (surtout au nord). En 1995, le nombre d'exploitations agricoles était estimé à environ 443 000. L'agriculture est basée sur de petites exploitations de type traditionnel à caractère extensif. Les cultures vivrières sont les céréales (riz, mais, fonio) et les tubercules (manioc, igname, patate douce) et, depuis quelques années, la pomme de terre. La plus grande partie de la production vivrière est utilisée pour l'autoconsommation et seulement 10-15 pour cent sont commercialisés. Les cultures d'exportation sont le café, le cacao, le coton, l'huile de palme et l'hévéa.

RESSOURCES EN EAU ET UTILISATION DE L'EAU

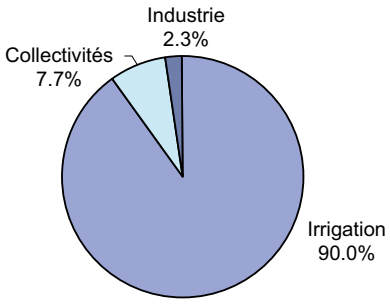
Ressources en eau

La Guinée est considérée comme le «château d'eau de l'Afrique occidentale». Beaucoup de cours d'eau de la sous–région y prennent leur source. Au total, 1 161 cours d'eau ont été inventoriés et la superficie des bassins versants varie entre 5 et 99 168 km². Ce réseau hydrographique trouve son origine dans deux massifs montagneux: le Fouta-Djalon et la dorsale guinéenne. Il comprend 23 bassins fluviaux dont 14 internationaux. Environ 12 pour cent de la superficie totale du pays se trouvent dans le bassin du fleuve Sénégal, 39 pour cent dans le bassin du fleuve Niger et 49 pour cent dans les bassins côtiers. Les ressources en eau de surface renouvelables sont estimées à 226 km³/an. Les ressources en eaux souterraines sont peu et mal connues. Elles sont évaluées à 72 km³ dont 38 km³ sont renouvelables en année de pluviométrie moyenne. Considérant

TABLEAU 2
L'eau: ressources et prélèvement

Les ressources en eau renouvelables			
Précipitations moyennes		1 651	mm/an
		406	10^9 m³/an
Ressources en eau renouvelables internes		226	10^9 m³/an
Ressources en eau renouvelables réelles totales		226	10^9 m³/an
Indice de dépendance		0	%
Ressources en eau renouvelables réelles totales par habitant	2004	26 218	m³/an
Capacité totale des barrages	2000	1 882	10^6 m³
Prélèvements en eau			
Prélèvement total en eau	2000	1 517	10^6 m³/an
- irrigation + élevage	2000	1 365	10^6 m³/an
- collectivités	2000	117	10^6 m³/an
- industrie	2000	35	10^6 m³/an
• par habitant		187	m³/an
• en % des ressources en eau renouvelables réelles totales		0.7	%
Ressources en eau non conventionnelles			
Volume d'eaux usées produit		-	10^6 m³/an
Volume d'eaux usées traité		-	10^6 m³/an
Réutilisation des eaux usées traitées		-	10^6 m³/an
L'eau dessalée produite		-	10^6 m³/an
Réutilisation des eaux de drainage		-	10^6 m³/an

FIGURE 1
Prélèvements en eau
Total: 1.517 km³ en 2000



une partie commune d'eau de surface et d'eau souterraine de 38 km³/an, les ressources en eau renouvelables totales sont estimées à 226 km³/an (tableau 2).

Utilisation de l'eau

En 2000 les prélèvements d'eau étaient évalués à 1 518 millions de m³, dont 90 pour cent allaient à l'agriculture (tableau 2 et figure 1). La principale utilisation des eaux souterraines est d'ordre domestique, et sert notamment à l'alimentation en eau potable des agglomérations urbaines et rurales (hydraulique villageoise).

Eaux internationales: enjeux

La Guinée est comprise dans les bassins des fleuves Niger, Sénégal et Gambie. Elle est membre de l'Autorité du bassin du Niger (ABN) et de l'Organisation de mise en valeur du fleuve Gambie (OMVG), mais s'est retirée de l'Organisation des États riverains du Sénégal (OERS), devenue aujourd'hui l'Organisation pour la mise en valeur du Sénégal (OMVS).

DÉVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION ET DU DRAINAGE

Pour les régions les moins arrosées (le nord de la moyenne Guinée et toute la haute Guinée), l'irrigation est essentielle aux cultures de contre-saison et à la sécurisation des cultures pluviales. Dans les régions globalement bien arrosées (régions côtières et forestières), seule la saison sèche peut constituer une contrainte pour la pratique des cultures de contre-saison sans irrigation.

Le potentiel des terres où un contrôle de l'eau est possible est évalué à 520 000 ha, dont 140 000 ha de terres en mangrove et arrière mangrove, 200 000 ha de plaines alluviales fluviales et 180 000 ha de bas-fonds dont 80 000 réellement irrigables. Le potentiel en terres aménageables pour une maîtrise totale des eaux d'irrigation et/ou de

drainage est estimé à 364 000 ha. La plus grande part du potentiel global se concentre au niveau de la Guinée maritime et de la haute Guinée.

En ce qui concerne les *bas-fonds*, quatre types d'aménagement sont généralement pratiqués en Guinée et se présentent comme suit:

- Aménagement du type 1: il s'agit d'un casier rage, c'est-à-dire un simple cloisonnement du bas-fond par des diguettes et un planage des casiers. La régulation de l'eau est assurée grâce à des tuyaux en bambou qui permettent le remplissage et la vidange des casiers. Le coût moyen d'un tel type d'aménagement est de 160 dollars EU/ha.
- Aménagement du type 2: c'est le type 1, complété par un réseau de drainage, qui repose généralement sur un drain central permettant d'évacuer l'eau ou d'approvisionner en eau selon les cas. Environ 22 pour cent des bas-fonds aménagés entrent dans cette catégorie. Le coût moyen de ce type d'aménagement est de 270 dollars EU/ha.
- Aménagement du type 3: c'est le type 2, complété par un réseau d'irrigation, l'alimentation en eau étant assurée par une prise. Un ouvrage en matériaux locaux (batardeau) ou en béton est réalisé pour la prise d'eau. C'est le type d'aménagement de bas-fonds le plus répandu et concerne environ 75 pour cent des aménagements réalisés. Le coût moyen est évalué à 430 dollars EU/ha.
- Aménagement du type 4: c'est le type 3, équipé d'une retenue collinaire pour le stockage de l'eau, qui alimente le réseau d'irrigation. Ce type assure une maîtrise totale de l'eau parce qu'il comporte un évacuateur des crues et des prises. Son coût est estimé à 640 dollars EU/ha et il ne représente qu'à peu près 1 pour cent des aménagements réalisés.

Au niveau des *mangroves* les types d'aménagement suivants ont été réalisés:

- Les aménagements de grande envergure, comme à Kabak (PDR–Forécariah.), qui sont mis en œuvre en bordure de mer, où les digues servent à les protéger contre l'intrusion d'eau de mer due aux marées. Les coûts vont de 7 600 à 9 700 dollars EU/ha.
- Les aménagements du type «Projet de développement de la riziculture irriguée en Guinée maritime» (PDRi–GM), avec des ouvrages de taille moyenne et un coût de 660 à 820 dollars EU/ha.
- Les aménagements proposés par l'Institut de recherche et de développement (IRD) réalisables par les paysans, qui sont effectués loin de la mer sur des surfaces relativement limitées (10 ha environ), avec un coût d'environ 1 100 dollars EU/ha.

Enfin, en ce qui concerne les aménagements des *plaines alluviales*, la quasi-totalité de ces aménagements a été abandonnée en raison du manque d'entretien.

La superficie totale avec contrôle de l'eau est évaluée à 94 914 ha (tableau 3). Les tableaux 4 et 5 montrent la répartition sur les différentes régions naturelles, et les superficies équipées pour l'irrigation par bassin versant.

La superficie équipée pour une maîtrise totale et partielle de l'irrigation est de 20 386 ha. Sur 98 pour cent de cette superficie on pratique l'irrigation de surface, et 38 pour cent des périmètres ont une superficie de moins de 50 ha (tableau 3 et figures 2 et 3).

La superficie des bas-fonds, marais et mangroves équipés est évaluée à 70 028 ha dont:

FIGURE 2
Techniques d'irrigation sur des périmètres en maîtrise totale/partielle
Total: 20 386 ha en 2001

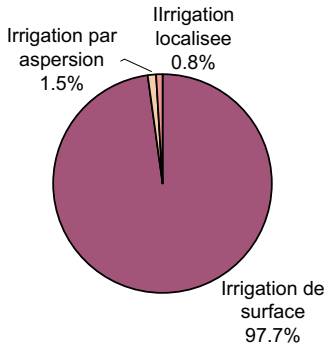


TABLEAU 3
Irrigation et drainage

Potentiel d'irrigation		**520 000**	**ha**
Contrôle de l'eau			
1. Irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée	2001	20 386	ha
- irrigation de surface	2001	19 926	ha
- irrigation par aspersion	2001	300	ha
- irrigation localisée	2001	160	ha
• partie irriguée à partir des eaux souterraines	1999	2	%
• partie irriguée à partir des eaux de surface	2001	98	%
2. Zones basses équipées (marais, bas-fonds, plaines, mangroves)	2001	74 528	ha
3. Irrigation par épandage de crues		-	ha
Superficie totale équipée pour l'irrigation (1+2+3)	**2001**	**94 914**	**ha**
• en % de la superficie cultivée	2001	6.2	%
• augmentation moyenne par an sur les 7 dernières années	1994-2001	0.3	%
• superficie irriguée par pompage en % de la superficie équipée	2001	2.1	%
• partie de la superficie équipée réellement irriguée	2000	100	%
4. Marais et bas-fonds cultivés non équipés		-	ha
5. Superficie en cultures de décrue non équipée		-	ha
Superficie totale avec contrôle de l'eau (1+2+3+4+5)	**2001**	**94 914**	**ha**
• en % de la superficie cultivée	2001	6.2	%
Périmètres en maîtrise totale/partielle **Critère**			
Périmètres d'irrigation de petite taille < 50 ha	2001	7 798	ha
Périmètres d'irrigation de taille moyenne	2001	0	ha
Périmètres d'irrigation de grande taille > 50 ha	2001	12 588	ha
Nombre total de ménages en irrigation		-	
Cultures irriguées dans les périmètres en maîtrise totale/partielle			
Production totale de céréales irriguées	2001	41 178	tonnes
• en % de la production totale de céréales	2001	4	%
Superficie totale en cultures irriguées récoltées	2001	20 386	ha
• Cultures annuelles/temporaires: superficie totale	2001	17 426	ha
- riz	2001	13 726	ha
- pomme de terre	2001	200	ha
- légumes	2001	3 000	ha
- autres cultures annuelles	2001	500	ha
• Cultures permanentes: superficie totale	2001	2 960	ha
- bananes	2001	960	ha
- caoutchouc	2001	1 000	ha
- palmier à huile	2001	1 000	ha
Intensité culturale des cultures irriguées	2001	100	%
Drainage - Environnement			
Superficie totale drainée	2001	20 240	ha
- partie de la superficie équipée pour l'irrigation drainée		-	ha
- autres surfaces drainées (non irriguées)		-	ha
• superficie drainée en % de la superficie cultivée		-	%
Superficie protégée contre les inondations		-	ha
Superficie salinisée par l'irrigation		-	ha
Population touchée par les maladies hydriques liées à l'eau		-	habitants

TABLEAU 4
Superficies équipée pour l'irrigation par région naturelle

Région naturelle	Superficie équipée pour l'irrigation (ha)
Guinée maritime	62 528
Moyenne Guinée	2 687
Haute Guinée	25 519
Guinée forestière	4 180
Total	**94 914**

- 14 350 ha de réhabilitation de plaines de mangroves aménagées avant 1984: réhabilitation de 700 ha à Koba, 2 400 ha à Monchon, 4 000 ha à Kapatchez et 2 350 ha à Kaback, ainsi que 4 900 ha d'extension à Kaback;
- 36 500 ha d'autres mangroves, dont environ 28 000 ha sont aménagés chaque année de manière traditionnelle par la population locale;

TABLEAU 5
Superficies équipée pour l'irrigation par bassin versant

Bassin	Sous-bassin	Superficie équipée pour l'irrigation (ha)	Total pour le bassin (ha)
Sénégal	Bafing	700	700
Gambie	Gambie	354	354
Niger	Niger	6 183	
	Milo	6 715	
	Sankarani	2 000	
	Tinkisso	7 770	
	Mafou	8 255	
	Niandan	4 500	35 423
Bassins côtiers	Corubal	18 050	
	Konkoure	26 132	
	Scarcies	14 255	58 437
Total		**94 914**	**94 914**

- 19 178 ha de bas-fond équipés, dont 30 pour cent nécessitent une réhabilitation.

La superficie aménagée pour les cultures de décrue, principalement la riziculture, est de 4 500 ha.

Aucune donnée n'est disponible sur la superficie des bas-fonds et marais cultivée non équipée, ou sur la superficie en cultures de décrue non équipée.

Par rapport à il y a environ 10 ans, les superficies totales avec contrôle de l'eau n'ont pas beaucoup évoluée pour plusieurs raisons. Certains périmètres ont été abandonnés à cause de problèmes fonciers, techniques (erreur de conception), de mauvaise gestion ou d'entretien défectueux. D'autres périmètres ont dû être délaissés du fait que les crues sont moins prolongées et que les rivières tarissent rapidement, ce qui a fait diminuer les superficies inondées.

Les coûts d'aménagement varient de 225 dollars EU/ha à 2 000 dollars EU/ha selon qu'il s'agisse de plaine ou de bas-fond et selon le type d'aménagement (prise au fil de l'eau, retenue, pompage), bien que le coûts de quelques grands aménagements puissent atteindre près de 10 000 dollars EU/ha, tel qu'indiqué ci-dessus. Ces coûts se réfèrent à une irrigation de surface par gravité, à ciel ouvert et avec des canaux en terre non revêtus. Ils ne tiennent pas compte de la participation paysanne en main-d'œuvre et parfois en agrégats. Ces coûts unitaires n'incluent pas les frais des études (estimés à environ 2 pour cent du coût des travaux), de suivi et du contrôle des travaux par à l'entreprise (estimés à 3 pour cent). Il n'intègre pas non plus les charges des structures d'appui. Les coûts d'entretien des aménagements sont pris en charge par les exploitants. Dans certains cas ce sont des cotisations versées d'avance dans une caisse d'entretien. Ces cotisations incluent les frais de gestion de l'eau, l'amortissement et l'entretien des périmètres.

FIGURE 3
Typologie des périmètres irrigués en maîtrise totale/partielle
Total: 20 386 ha en 2001

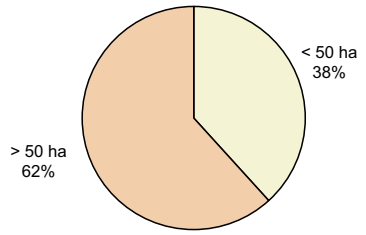
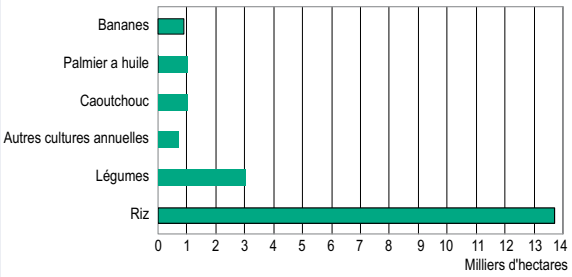


FIGURE 4
Cultures irriguées
Total 20 386 ha en 2001 (intensité culturale 100%)



Le riz est la principale culture irriguée (tableau 3 et figure 4). Les productions irriguées contribuent à l'agriculture guinéenne pour une valeur d'environ 50 millions de dollars EU (42 pour cent pour les cultures vivrières et 58 pour cent pour les produits maraîchers). Il est estimé que la production des céréales irriguées représente 4 dollars environ de la production totale des céréales.

GESTION DE L'EAU, POLITIQUES ET DISPOSITIONS LÉGISLATIVES RÉGISSANT L'UTILISATION D'EAU EN AGRICULTURE

Institutions

Les Directions les plus actives en matière de gestion de l'eau et des terres sont les suivantes:

1. Ministère de l'hydraulique et de l'énergie (MHE): la Direction nationale de l'hydraulique (DNH), la Direction nationale de l'énergie (DNE), et la Direction nationale de la gestion des ressources en eau (DNGRE).
2. Ministère de l'agriculture, de l'élevage et des forêts (MAEF): la Direction nationale de l'agriculture (DNA), la Direction nationale du génie rural (DNGR), la Direction nationale de l'élevage (DNE), la Direction nationale des eaux et forêts (DNEF), et le Bureau central d'études et de planification agricole (BCPEA).
3. Ministère de la pêche et de l'aquaculture (MPEA): la Direction nationale de la pêche continentale et de l'aquaculture (DNPCA).
4. Ministère des mines, de la géologie et de l'environnement (MMGE): la Direction nationale des mines (DNM) et la Direction nationale de l'environnement (DNE).
5. Ministère des travaux publics et du transport (MTPT): la Direction nationale de la météorologie (DNM).
6. Ministère de l'urbanisme et de l'habitat (MUH): la Direction nationale de l'aménagement du territoire et de l'urbanisme (DATU).

Les services rattachés, regroupés dans les secteurs publics et privés, sont: i) la Société nationale des eaux de Guinée (SONEG); ii) la Société d'exploitation des eaux de Guinée (SEEG); iii) la Société d'électricité de Guinée (EDG); iv) le service national d'aménagement des points d'eau (SNAPE).

Les organismes consultatifs sont: i) la Commission nationale de l'eau (CNE); ii) la Commission nationale de l'énergie électrique (CNEE); iii) la Commission nationale de l'environnement (CNE).

Les services techniques des ministères élaborent les politiques nationales de développement sectoriel. Les services auxiliaires, issus des secteurs publics et privés, exécutent les politiques nationales adoptées par le gouvernement. Les organismes consultatifs, qui sont des forums interministériels ou interdépartementaux, contrôlent la mise en œuvre de la politique du gouvernement en matière de gestion et de valorisation des terres et des eaux.

Le MHE, par le biais de la DNGRE, est chargé d'élaborer et de mettre en œuvre la politique gouvernementale en matière de ressources en eau pour certains aspects: inventaire des eaux de surface, planification, réglementation de l'exploitation, protection et conservation des eaux et sensibilisation des usagers. Le MHE, par l'entremise du SNAPE, est chargé de l'implantation des points d'eau (sources, puits et forages) en zone rurale.

Le cadre institutionnel de l'irrigation, en particulier, relève directement du MAEF, indirectement des Ministères du plan et de la coopération en ce qui concerne les investissements extérieurs et la coopération, et implicitement du Ministère de l'administration du territoire et de la décentralisation. La DNGR constitue la structure technique du MAEF chargée de concevoir, mettre en œuvre, suivre et coordonner

tous les programmes et projets de construction, d'entretien et de réhabilitation des aménagements hydro–agricoles. Elle s'articule sur quatre niveaux:

- au niveau central, elle est composée de trois divisions techniques: hydraulique rurale et agricole, pistes et équipements ruraux, entretien et appui aux collectivités;
- au niveau régional, la DNGR assure la coordination des programmes régionaux de construction, de réhabilitation et d'entretien des infrastructures rurales, par le biais de huit bureaux techniques du génie rural (BTGR)
- au niveau préfectoral, les services préfectoraux appuient les bénéficiaires dans l'identification des besoins, la réalisation des études et des travaux et l'entretien des infrastructures;
- l'unité mobile assure la formation et le perfectionnement des intervenants (public, privé, associatif et collectivités) dans la construction et l'entretien des infrastructures.

Gestion de l'eau

Au niveau local, la gestion des ressources en eau est assurée par les collectivités décentralisées et locales, telles que les Communautés rurales de développement (CRD) et les districts. Les CRD appliquent le droit et les pratiques coutumières, dans la mesure où ils ne sont pas en contradiction avec les dispositions du code de l'eau.

Au niveau des périmètres aménagés, la mobilisation et la distribution de l'eau sont assurées par les exploitants agricoles (isolés ou en groupement), les CRD et les services techniques d'appui, tels que le Service national de promotion rurale et de vulgarisation (SNPRV) et la DNGR. L'exploitation et l'entretien des infrastructures incombent aux exploitants (isolés ou en groupement) par le truchement de comités de gestion. Les systèmes de redevance sont fixés par des comités de gestion qui disposent d'une certaine autonomie. Il n'existe aucune structure de crédit pour le financement des aménagements hydro–agricoles. L'État subventionne les aménagements à hauteur de 70 à 75 pour cent moyennant des projets de développement, le complément étant payé par les bénéficiaires sous forme de participation à la main-d'œuvre et apport d'agrégats (sable, gravier, blocs, bois de coffrage) pour la construction des ouvrages.

Politiques et dispositions législatives

Les politiques et dispositions législatives régissant l'utilisation des terres et des eaux sont formulées en fonction de la politique du développement socioéconomique du gouvernement moyennant différentes lettres de politique sectorielle, d'une part, et les codes élaborés pour les différents secteurs d'activités de l'économie nationale, de l'autre part.

Les lettres de politique sectorielle qui existent à ce jour sont: la Lettre de politique de développement agricole (LPDA), version 1 de 1991 et version 2 de 1997; la Lettre de politique de développement de l'élevage (LDPE) de 1997; la Lettre de politique sectorielle de l'eau (LPSE) de 1996; la Lettre de politique de développement industriel (LDPI) de 1986; la Lettre de politique minière (LPM) de 1986 et la Lettre de politique sanitaire (LDPS).

Les codes sectoriels qui traitent la gestion et la mise en valeur des ressources en eau sont:

- Le code de l'eau, promulgué par la loi L/94/005/CTRN du 14 février 1994, qui fixe le cadre général de la gestion des ressources en eau du pays. Cette loi traite spécifiquement: du régime juridique de l'eau; du droit d'utilisation; de la prévention des effets nuisibles des eaux; des ouvrages et aménagements hydrauliques; des zones de protection et régions protégées; de la planification et de l'administration des ressources en eau; du financement, de la tarification et des eaux internationales.

- Le code foncier et domanial, promulgué par ordonnance N°092/PRG/SGG/92 du 30 mars 1992, qui traite des problèmes d'assainissement (eau pluviale, eaux usées, déchets solides et liquides) et de l'hydrologie urbaine.
- Le code de l'environnement, promulgué par ordonnance N°45/PRG/SGG/87 du 28 mai 1987, qui traite en particulier des eaux continentales (eaux souterraine et de surface), des eaux maritimes, ainsi que des établissements classés pour la protection de l'environnement.
- Le code forestier, promulgué par ordonnance N°08/PRG/SGG/89 du 20 décembre 1989, qui traite de la conservation des eaux et des sols en relation avec les ressources forestières et fauniques.
- Le code minier, promulgué en 1986 et révisé en 1995, qui traite des eaux souterraines et des gîtes géothermiques.
- Le code de la santé publique promulgué en 1997, qui traite dans les sections 1, 2, 3, 4 et 5 des problèmes relatifs à l'eau potable.

ENVIRONNEMENT ET SANTÉ

Selon l'enquête du Service national de statistique agricole (SNSA, 1998) les aménagements des bas-fonds du premier Programme national d'infrastructures rurales (PNIR1) ont favorisé l'augmentation nette des cas de paludisme et de maladies diarrhéiques. L'aménagement des bas-fonds a exercé divers impacts négatifs sur l'environnement, à savoir la dégradation du milieu physique par le défrichement, la modification du régime hydrologique et la perturbation des écosystèmes. En revanche, les produits phytosanitaires sont très peu utilisés et le risque environnemental est limité et localisé (utilisation localisée d'herbicides ou de produits anti-crabes). Le faible revenu des exploitants interdit, de fait, tant l'utilisation de grandes quantités d'engrais que l'application de doses aussi faibles soient-elles de pesticides, herbicides et autres intrants agricoles polluants. L'analyse des eaux d'irrigation utilisées dans les zones urbaines et périurbaines a démontrée que toutes les eaux sont de qualité microbiologique inadaptée à l'irrigation des légumes frais. L'utilisation de l'eau de certains cours d'eau pour l'irrigation des zones maraîchères a des conséquences désastreuses pour la santé des consommateurs et est source de maladies diarrhéiques. Le degré de pollution est beaucoup plus marqué au niveau des eaux usées (de 20 à 50 fois supérieur à la norme admise par l'OMS).

PERSPECTIVES POUR LA GESTION DE L'EAU EN AGRICULTURE

Le désengagement de l'État des activités de production, la promotion du secteur privé et des organisations paysannes, l'approche participative du développement ont entraîné la redéfinition de la politique d'intervention en matière d'aménagement. La mise en œuvre du Programme d'appui aux collectivités villageoises (PACV) et du deuxième Programme national d'infrastructures rurales (PNIR2) ont entraîné la restructuration de la Direction nationale du génie rural (DNGR) basée sur le transfert de la maîtrise d'œuvre au secteur privé, la maîtrise d'ouvrage aux communautés rurales et le redéploiement de 60 pour cent des effectifs vers la base. La déconcentration de la gestion des services publics, l'amélioration du cadre institutionnel et juridique, notamment le code foncier et domanial, la professionnalisation des acteurs du secteur et la responsabilisation des bénéficiaires devraient permettre d'atteindre l'objectif d'aménagement de 1 400 ha/an tel que prévu dans le cadre de la stratégie nationale de réduction de la pauvreté. Selon le Programme d'investissements publics (PIP) (MAEF, 2002), durant la période 1995-2005, des travaux étaient en cours sur environ 23 000 ha. Il s'agit des nouveaux aménagements, de réhabilitation ou d'intensification.

À terme, le projet de valorisation des ressources en eau de surface dans 13 préfectures (en cours) et le développement du système de production en petite irrigation (SPPI), appuyé par la FAO et la Banque mondiale, devraient constituer une réponse appropriée

aux problèmes rencontrés dans le secteur de l'irrigation, et contribuer de manière significative à la sécurité alimentaire et à la réduction de la pauvreté dans les zones rurales. La stratégie d'aménagement des mangroves s'oriente vers l'intégration des activités économiques, notamment la rizipisciculture (pratique de la pisciculture dans les casiers rizicoles), la valorisation des ressources ligneuses, la production de sel, l'apiculture, etc.

Les perspectives guinéennes pour la gestion de l'eau en agriculture sont également marquées par:

- l'élaboration, en 2001, de la politique et de la stratégie nationale de développement de la petite irrigation;
- le démarrage, depuis l'an 2001, de petits projets d'horticulture urbaine et périurbaine, en appui aux programmes nationaux de sécurité alimentaire;
- l'élaboration d'une stratégie nationale de sécurité alimentaire (en cours de finalisation), qui accorde une grande place à la maîtrise de l'eau, facteur d'accroissement de la production et de la productivité;
- l'appropriation guinéenne des programmes de développement durables de l'agriculture africaine (PDDAA) du Nouveau partenariat pour le développement de l'Afrique (NOPADA) et, du coup, la mobilisation du secteur privé et de la société civile.

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

Direction nationale du génie rural, Ministère de l'agriculture et des ressources animales. 1991. Table ronde sur le secteur agricole, Note thématique N° 12, *Aménagements hydroagricoles.*

Facon, T. 1994. *Développement de la petite irrigation en Guinée.* FAO, document interne.

Kaba, M. et al. 2000. *Étude de vulnérabilité et d'adaptation des ressources en eau aux changements climatiques en Guinée*.

Ministère de l'agriculture, de l'élevage et des forêts. 1998. *Lettre de politique de développement agricole n° 2.*

Ministère de l'agriculture, de l'élevage et des forêts/Service national de statistique agricole. 1998. *Rapport général de l'enquête agricole permanente en République de Guinée*.

Ministère de l'agriculture, de l'élevage et des forêts/Direction nationale du génie rural. 2000. *Programme de valorisation des eaux de surface*.

Ministère de l'agriculture, de l'élevage et des forêts/Direction nationale du génie rural. 2001. *Politique et stratégie nationale de développement de la petite irrigation*.

Ministère de l'agriculture, de l'élevage et des forêts/Direction nationale du génie rural. 2002. *Potentiel hydro–agricole*.

Ministère de l'agriculture, de l'élevage et des forêts/BECPA. 2002. *Programme d'investissement public (PIP)*.

Ministère du commerce, de l'industrie et des petites et moyennes entreprises. *Atlas économique*.

Ministère de l'hydrologie. 1999. *Annuaire hydrologique*.

Ministère des ressources naturelles et de l'énergie/Direction nationale du génie rural et de l'énergie. 1998. *Synthèse du séminaire national de concertation sur la gestion intégrée des ressources en eau*.

Projet Observatoire de la Mangrove. 2001. *Atlas info-géographique de la Guinée maritime*.

Secrétariat d'État au Plan. 2001. *Rapport économique et social 1999-2001*.

Sow, M. et al. *Polder expérimental, programme mangrove, Rapports phases 1 et 2*. Conakry, 1998 et 2000

Guinée-Bissau

GÉOGRAPHIE, CLIMAT ET POPULATION

La Guinée-Bissau, située sur la côte occidentale d'Afrique, couvre une superficie de 36 120 km² incluant l'archipel Bijagos formé d'une trentaine d'îles. Le pays est entouré au nord par le Sénégal, à l'est et au sud-est par la Guinée et au sud-ouest et à l'ouest par l'océan Atlantique. Le relief est peu accidenté et son altitude ne dépasse pas 40 m, à l'exception des collines de Boé au sud-est qui atteignent 300 m. Les terres cultivables s'élèvent à 1.1 million d'hectares et les terres cultivées à 548 000 hectares, dont 55 pour cent en cultures annuelles et 45 pour cent en cultures permanentes (tableau 1). Les principales activités pratiquées sont l'agriculture, l'exploitation forestière et la pêche artisanale. Les sols ferralitiques ou ferrugineux tropicaux couvrent le tiers de la surface du territoire national et les sols hydromorphes près de la moitié.

Le climat divise le pays en trois zones agro-écologiques:

TABLEAU 1
Caractéristiques du pays et population

Superficies physiques			
Superficie du pays	2002	3 612 000	ha
Superficie cultivée (terres arables et cultures permanentes)	2002	548 000	ha
• en % de la superficie totale du pays	2002	15	%
• terres arables (cultures temporaires + prairies et jachères temp.)	2002	300 000	ha
• cultures permanentes	2002	248 000	ha
Population			
Population totale	2004	1 538 000	habitants
• dont rurale	2004	65	%
Densité de population	2004	43	habitants/km²
Population active	2004	660 000	habitants
• en % de la population totale	2004	43	%
• féminine	2004	41	%
• masculine	2004	59	%
Population active dans le secteur agricole	2004	540 000	habitants
• en % de la population active	2004	82	%
• féminine	2004	48	%
• masculine	2004	52	%
Économie et développement			
Produit intérieur brut (PIB)	2003	235.7	millions de $EU/an
• valeur ajoutée du secteur agricole (% du PIB)	2003	69.0	%
• PIB par habitant	2003	158	$EU/an
Indice de développement humain (plus élevé = 1)	2002	0.350	
Accès aux sources améliorées d'eau potable			
Population totale	2002	59	%
Population urbaine	2002	79	%
Population rurale	2002	49	%

- Le nord-est, caractérisé par un climat soudanais avec deux saisons bien distinctes: une saison sèche comprise entre novembre et mai et une saison des pluies de juin à octobre. Les précipitations varient entre 1 200 et 1 500 mm et sont étalées sur 107 jours. Le taux d'évapotranspiration s'élève à 2 507 mm et la température moyenne annuelle est de 27.4°C
- Le sud-est, caractérisé par un climat tropical humide, est plus pluvieux et moins chaud. Les précipitations sont de 2 000–2 550 mm, dont 70 pour cent de juillet à septembre, sur 125 jours. La température moyenne annuelle est de 26.9°C, l'humidité relative atteint 70 pour cent et l'évapotranspiration 1 458 mm. La zone représente un potentiel agricole plus important.
- Le nord-ouest du pays connaît un climat maritime guinéen, modérément pluvieux et chaud, avec 1 500–1 877 mm de pluviométrie moyenne sur 112 jours. La température moyenne annuelle est de 26.6°C et l'évapotranspiration de 1 837 mm. C'est une zone ayant de bonnes possibilités de production agricole diversifiée

La population totale est estimée à environ 1.54 million d'habitants, dont 65 pour cent sont des ruraux (2004). La densité moyenne est de 43 habitants/km^2, la croissance démographique s'élève à 2.9 pour cent et l'espérance de vie à la naissance est estimée à 45 ans. En 1994, 88 pour cent de la population vivaient en dessous du seuil de pauvreté (1 dollar EU/jour par personne) et 26 pour cent en extrême pauvreté. En 2002, 59 pour cent de la population ont l'accès à l'eau potable: 79 pour cent en milieu urbain et 49 pour cent en milieu rural. Le taux d'alphabétisation des adultes atteignait 38 pour cent en 2000 et la scolarisation en primaire 41 pour cent entre 1996 et 2002. La prévalence du VIH/SIDA était de 2.8 pour cent à la fin de 2001.

ÉCONOMIE, AGRICULTURE ET SÉCURITÉ ALIMENTAIRE

Le secteur agricole représente 69 pour cent du PIB et emploie 540 000 personnes, soit 82 pour cent de la population active dont 48 pour cent de femmes. Quatre-vingt-sept pour cent des exportations sont agricoles (principalement noix de cajou et poissons). Actuellement, la majeure partie des produits alimentaires sont importés, en particulier le riz (60 000 tonnes importées/an). Cette céréale a une position stratégique majeure dans l'agriculture et l'économie nationale, puisqu'elle représente 62 pour cent de la production céréalière nette nationale, 75 pour cent de la consommation céréalière et 25 pour cent en moyenne du déficit commercial. Trente pour cent des enfants de moins de 5 ans souffrent de malnutrition et 40 pour cent des adultes de déficiences chroniques.

L'agriculture est dominée par deux productions: le riz et l'anacardier (noix de cajou). Le pays a une tradition rizicole très ancienne, alors que le développement de l'anacardier est récent (20 ans). Le riz est principalement cultivé dans les mangroves et en proportion plus réduite dans les bas-fonds ou en culture pluviale. Le milieu naturel varié autorise un éventail de cultures vivrière telles que le mil, le sorgho, le maïs, le manioc, la patate douce et l'arachide (autrefois culture de rente) et de cultures de rente comme le coton. Enfin, le pays possède de réelles potentialités en ce qui concerne les fruitiers grâce à son verger de manguiers, d'agrumes et de bananiers. Cependant, un des facteurs qui a contribué à la baisse de la capacité de production agricole est la diminution de la pluviométrie ces 20 dernières années.

Quatre systèmes de production coexistent:

- la riziculture sur mangroves (*bolanha*) située dans les régions côtières, souvent accompagnée d'élevage et de pêche;
- un système de transition entre les mangroves et les plateaux disséminé dans tout le pays permet la production du riz et d'autres céréales (millet, sorgho, maïs) dans les parties hautes;
- le système de plateaux dans le nord-est, basé sur la culture du millet, du sorgho et de l'arachide, parfois du riz et du maïs, et accompagné d'élevage vivrier;

- un système de production à plus grande échelle confié à des *ponteiros* (agriculteurs commerciaux), destiné aux marchés, qui prévoit la culture des meilleures terres avec une haute productivité grâce notamment à l'utilisation d'intrants chimiques et à l'accès au crédit.

RESSOURCES EN EAU ET UTILISATION DE L'EAU

Ressources en eau

De nombreux fleuves drainent le pays: Geba, Corubal, Cacheu, Mansôa, Cumbidja, Grand fleuve de Buba et Cacine. Bien qu'irréguliers en saison sèche, le débit d'étiage est assuré par des résurgences diffuses de la nappe des plateaux. Les eaux souterraines sont exploitées au niveau des résurgences du continental, traditionnellement utilisées pour l'alimentation en eau des populations et pour l'irrigation des jardins.

Les ressources en eau renouvelables internes annuelles sont estimées à 16 km^3, dont 12 km^3 d'eau de surface, 14 km^3 d'eau souterraine et une partie commune entre eau de surface et eau souterraine estimée à 10 km^3. Un volume de 15 km^3/an d'eau de surface entre principalement en provenance de la Guinée, élevant les ressources en eau renouvelables totales à 31 km^3/an (tableau 2).

Il existe plus de 461 500 ha de zones considérées humides. La récupération des sols de mangrove est réalisée grâce à la construction des barrages anti-sel, digues, etc., afin d'empêcher l'intrusion d'une grande quantité d'eau salée lors des marées, et de retenir l'eau douce provenant des précipitations, des sources ou des fleuves. Cette eau permet de lessiver les toxines (sels et acides) et d'irriguer le riz. Actuellement plus de 13 996 ha de terres se trouvent derrière ces barrages anti-sel qui retiennent plus de 439 millions de m^3 d'eau. Les ressources en eau de surface irrégulière sont estimées à 143 millions de m^3/an et les ressources en eau souterraine régulière à 23 millions de m^3/an.

Utilisation de l'eau

L'utilisation de l'eau est estimée à 144 millions de m^3/an pour l'agriculture (82 pour cent), 23 millions de m^3/an pour les collectivités (13 pour cent) et à 8 millions de m^3/an pour l'industrie (5 pour cent), soit un total de 175 millions de m^3/an (tableau 2 et figure 1). Il est estimé qu'à l'horizon 2006, environ 229 millions de m^3/an seront nécessaires.

TABLEAU 2
L'eau: ressources et prélèvement

Les ressources en eau renouvelables			
Précipitations moyennes		1577	mm/an
		57	10^9 m^3/an
Ressources en eau renouvelables internes		16	10^9 m^3/an
Ressources en eau renouvelables réelles totales		31	10^9 m^3/an
Indice de dépendance		48.4	%
Ressources en eau renouvelables réelles totales par habitant	2004	20 156	m^3/an
Capacité totale des barrages		-	10^6 m^3
Prélèvements en eau			
Prélèvement total en eau	2000	175	10^6 m^3/an
- irrigation + élevage	2000	144	10^6 m^3/an
- collectivités	2000	23	10^6 m^3/an
- industrie	2000	8	10^6 m^3/an
• par habitant	2000	128	m^3/an
• en % des ressources en eau renouvelables réelles totales	2000	0.6	%
Ressources en eau non conventionnelles			
Volume d'eaux usées produit		-	10^6 m^3/an
Volume d'eaux usées traité		-	10^6 m^3/an
Réutilisation des eaux usées traitées		-	10^6 m^3/an
L'eau dessalée produite		-	10^6 m^3/an
Réutilisation des eaux de drainage		-	10^6 m^3/an

FIGURE 1
Prélèvements en eau
Total: 0.175 km³ en 2000

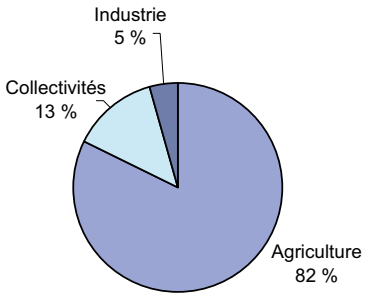
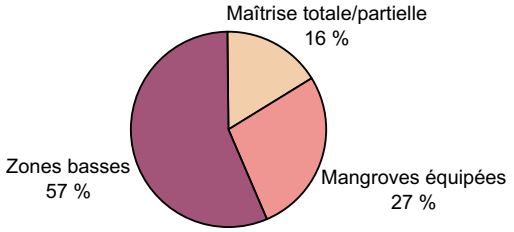


FIGURE 2
Superficie en contrôle de l'eau
Total: 51 926 ha en 1996



Eaux internationales: enjeux

Au nord-est, dans la vallée du fleuve Geba-Kayanga partagée par la Guinée-Bissau et le Sénégal, a été construit à Anambé un barrage de rétention d'une capacité initiale de 48 millions de m³/an, destiné à l'irrigation de 5 000 ha de riz en saison pluvieuse et de 300 ha en saison sèche. Ce barrage a pour effet de diminuer le débit de 30 pour cent par rapport au débit initial, d'abaisser les nappes phréatiques, de provoquer la sédimentation progressive du lit du fleuve, de réduire la qualité des eaux superficielles (stagnation, apparition de plantes aquatiques) et de dégrader les rizières cultivables (avancement de la marée, insuffisance d'eau douce pour lessiver les sels et acides). Pour minimiser ces conséquences, un protocole d'accord de gestion commune a été établi entre la Guinée-Bissau et le Sénégal: 10 pour cent du volume total retenu annuellement doit s'écouler en Guinée-Bissau pour maintenir l'écosystème de la vallée en aval. Un autre projet de barrage hydro-électrique est à l'étude sur le fleuve Koliba-Corubal adjacent à la Guinée.

La Guinée-Bissau appartient aussi au bassin du fleuve Gambie. Depuis 1983, elle est membre de l'Organisation de mise en valeur de la Gambie (OMVG) avec les autres pays qui se partagent le bassin: la Gambie, la Guinée et le Sénégal.

DÉVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION ET DU DRAINAGE

L'agriculture pluviale prédomine avec un seul cycle annuel de culture. La superficie potentielle totale arrosable a été estimée à 281 290 ha, sur la base du critère de disponibilité en eaux superficielles régulière et d'aptitude agricole du sol.

La production de riz dans les mangroves se réalise sur une superficie estimée à 13 996 ha de terres actuellement mises en valeur (figure 2). Il s'agit de monoculture à un seul cycle annuel. Le système est hautement dépendant des précipitations retenues par les barrages et digues anti-sel. La majorité du paddy produit provient de zones de mangrove. La production dans les bas-fonds se réalise sur une superficie estimée à 29 368 ha de terres actuellement cultivées. Des petites digues permettent la rétention de l'eau de pluie en parcelles rectangulaires. Ce système de gestion de l'eau autorise une seule production par an (tableau 3).

Un autre système d'aménagement hydro-agricole est l'agriculture irriguée en saison sèche en utilisant les ressources hydriques de la vallée des fleuves Geba et Corubal pour irriguer essentiellement de petits périmètres à l'aide de motopompes à partir de réservoirs. Il s'agit d'une superficie totale de 661.5 ha: 35 ha à Carantabà, 135.5 ha à Contuboel, 32 ha à Bafatà, 37 ha à Bambadinca, 400 ha à Xayanga, et 22 ha à Quebo (figure 3).

Enfin, 7 371 ha sont irrigués à l'aide de motopompes en saison sèche par des *ponteiros* (agriculteurs commerciaux) installés le long de la vallée de Geba et qui profitent des ressources hydriques des vallées de Geba et de Corubal. Les principales cultures sont: la banane, la canne à sucre, les agrumes, la mangue et l'ananas. En outre, les eaux souterraines sont utilisées pour irriguer des cultures horticoles en saison sèche.

TABLEAU 3
Irrigation et drainage

Potentiel d'irrigation		**281 290**	**ha**
Contrôle de l'eau			
1. Irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée	1996	8 562	ha
- irrigation de surface	1996	8 562	ha
- irrigation par aspersion	1996	0	ha
- irrigation localisée	1996	0	ha
• partie irriguée à partir des eaux souterraines	1996	6	%
• partie irriguée à partir des eaux de surface	1996	8	%
• partie irriguée à partir d'un mélange d'eau de surface et souterraine	1996	86	%
2. Zones basses équipées (marais, bas-fonds, plaines, mangroves)	1996	13 996	ha
3. Irrigation par épandage de crues		-	ha
Superficie totale équipée pour l'irrigation (1+2+3)	**1996**	**22 558**	**ha**
• en % de la superficie cultivée	1996	5.1	%
• augmentation moyenne par an sur les … dernières années		-	%
• superficie irriguée par pompage en % de la superficie équipée	1996	38	%
• partie de la superficie équipée réellement irriguée	1996	100	%
4. Marais et bas-fonds cultivés non équipés	1996	29 368	ha
5. Superficie en cultures de décrue non équipée		-	ha
Superficie totale avec contrôle de l'eau (1+2+3+4+5)	**1996**	**51 926**	**ha**
• en % de la superficie cultivée	1996	11.7	%
Périmètres en maîtrise totale/partielle **Critère**			
Périmètres d'irrigation de petite taille < 1 ha	1996	661	ha
Périmètres d'irrigation de taille moyenne > 5 ha	1996	7 901	ha
Périmètres d'irrigation de grande taille	1996	0	ha
Nombre total de ménages en irrigation		-	
Cultures irriguées dans les périmètres en maîtrise totale/partielle			
Production totale de céréales irriguées	1996	2 000	tonnes
• en % de la production totale de céréales		1.1	%
Superficie totale en cultures irriguées récoltées	1996	8 562	ha
- riz	1996	661	ha
- légumes (oignon, piment, chou, tomate et haricots)	1996	530	ha
- autres cultures (bananes, agrumes, mangues, ananas)	1996	7 371	ha
Intensité culturale des cultures irriguées	1996	100	%
Drainage - Environnement			
Superficie totale drainée		-	ha
- partie de la superficie équipée pour l'irrigation drainée		-	ha
- autres surfaces drainées (non irriguées)		-	ha
• superficie drainée en % de la superficie cultivée		-	%
Superficie protégée contre les inondations		-	ha
Superficie salinisée par l'irrigation		-	ha
Population touchée par les maladies hydriques liées à l'eau		-	habitants

Le forage du périmètre irrigué de Granja de Pessubé «ferme d'État», estimé à 8 ha, est de 300 mètres de profondeur, alors que des puits traditionnels de petite profondeur (3 à 5 m) permettent d'irriguer les grandes superficies de cultures horticoles. Leur surface irriguée est estimée à 530 ha et les principales cultures horticoles sont: l'oignon, le piment, le chou, la tomate et le haricot. La main-d'œuvre en horticulture est principalement constituée par les femmes. La dimension des exploitations familiales varie de 250 m² à 1 ha. Les 7 901 ha de cultures horticoles et de superficies cultivées par les *ponteiros* sont

FIGURE 3
Arrivée d'eau jusqu'à la parcelle
Total: 22 558 ha en 1996

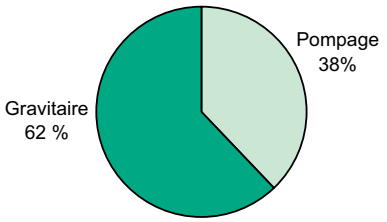
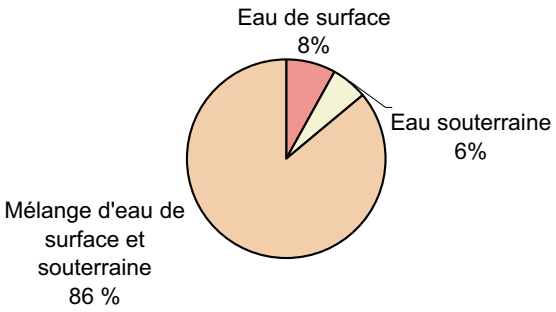


FIGURE 4
Origine de l'eau d'irrigation en maîtrise totale/ partielle
Total: 8 562 ha en 1996



irrigués grâce à des forages équipés de pompes électriques, pompes à pédales, puits améliorés et traditionnels (figure 4).

GESTION DE L'EAU, POLITIQUES ET DISPOSITIONS LÉGISLATIVES RÉGISSANT L'UTILISATION D'EAU EN AGRICULTURE

Institutions

Plusieurs institutions gouvernementales et locales sont actives dans le secteur de l'hydraulique:

- Le Ministère de l'agriculture, des forêts, de la chasse et de l'élevage, par le biais de sa Direction de services de génie rural (DSER), s'occupe des aménagements liés à l'utilisation et à la gestion de l'eau à usage agricole. La DSER s'acquitte de la mise en valeur hydro–agricole. Face aux différentes difficultés d'ordre économique et financier, le gouvernement a sollicité une assistance internationale lui permettant de créer et de renforcer la capacité d'intervention de la DSER. Les principaux domaines d'intervention consistent en la construction de barrages anti-sel et de micro–barrages de rétention des eaux pluviales pour la production de riz. Il est important de souligner que la DSER est le seul service ayant les attributions et compétences nécessaires pour réaliser des études, et planifier, concevoir et exécuter des projets.
- La Direction générale des ressources hydriques du Secrétariat d'État de l'industrie, des ressources naturelles et de l'environnement (SEIRNA).

Dans le but d'harmoniser le fonctionnement entre les différents secteurs concernés par l'eau et pour définir les grandes orientations en matière de politiques de l'eau, ont été créés le Conseil interministériel des eaux (CIMA) et le Comité technique des eaux.

Gestion de l'eau

Les infrastructures telles que les barrages anti-sel et les périmètres horticoles sont gérés par les bénéficiaires eux-mêmes moyennant des associations ou des comités de gestion, en étroite collaboration avec les agents de la DSER, les services de vulgarisation, les organisations non gouvernementales (ONG), etc.

Les investissements pour la construction et l'entretien des infrastructures dans les zones de mangroves et de bas-fonds, ainsi que les formations du personnel, dépendent des ressources financières provenant de donations ou d'emprunts. Les coûts des opérations d'entretien sont couverts par les bénéficiaires en collaboration avec la DSER.

Politiques et dispositions législatives

Le code des eaux approuvé par le gouvernement en 1992 établit le régime général pour la gestion, l'utilisation et la conservation des ressources en eau et en détermine le cadre institutionnel. Il reconnaît que l'eau est un bien public dont la mise en valeur et la gestion doivent être planifiées. Les droits d'utilisation sont accordés par l'État, compte tenu de la productivité de l'eau, du respect des droits préexistants et de la protection de l'environnement. L'État est chargé de la conservation et de la protection du milieu hydrique tant au plan qualitatif que quantitatif. Un droit coutumier des eaux est appliqué et respecté au niveau local par les populations rurales.

ENVIRONNEMENT ET SANTÉ

L'agriculture de plateau, itinérante et centrée sur la conquête de nouvelles terres grâce au défrichage, n'est pas durable. Elle engendre: i) la déposition de sédiments alluviaux et colluviaux dans les zones basses des petites vallées et des mangroves, colmatant ainsi les canaux naturels et artificiels de drainage, sédiments qui sont à l'origine d'inondations périodiques; ii) la dégradation des rizières par l'avancement des marées occasionnant leur abandon au détriment de l'agriculture itinérante.

La construction des barrages anti-sel provoque: i) l'altération de l'équilibre artificiel naturel existant; ii) l'accumulation des sels et acides en surface par la remontée capillaire et l'évapotranspiration; iii) la formation de terrasses salines.

Les maladies d'origine hydrique sont responsables d'environ 9 pour cent des décès et de presque 50 pour cent de la mortalité infantile. Ces chiffres sont dus aux conditions sanitaires et à l'utilisation des eaux de surface pour la boisson.

PERSPECTIVES POUR LA GESTION DE L'EAU EN AGRICULTURE

L'agriculture en Guinée-Bissau est fondée sur l'agriculture pluviale à un seul cycle annuel grâce à une pluviométrie abondante. L'agriculture irriguée est encore embryonnaire. Pour réduire la dépendance alimentaire du pays, le Ministère de l'agriculture a indiqué dans sa Lettre de politique pour le développement agricole (LPDA) de 1997 l'agriculture irriguée comme principale priorité. Elle n'a pas été développée jusqu'à présent pour des raisons économiques et sociopolitiques.

En ce qui concerne la gestion de l'eau en agriculture, le gouvernement a décidé d'augmenter et d'améliorer l'efficience de l'utilisation de l'eau moyennant: i) la promotion de la construction de petites retenus d'eau pour capturer l'eau de pluie à des fins agricoles; ii) l'amélioration de l'efficience des barrages anti-sel; iii) le dragage des rivières afin d'augmenter le volume d'eau pour l'irrigation.

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

Direction de l'hydraulique agricole et des sols. 1989. *Barragens na orizicultura de bolanhas de mangrove, Bissau.*

Direction générale des ressources naturelles, PNUD, UNDADSG. 1995. *The issue of water and sanitation in Guinea-Bissau.*

Direction générale des ressources naturelles. 1992. *Mémos sur l'aménagement dans le bassin d'Anambé/Kayanga, Bissau.*

Djata, R.N. et Versteegen A. 1997. *Rapport de consultation en génie rural.* Projet GBS/96004.

Djata, R.N. 1997. *Estudos sobre hydro-agricultura na Guiné-Bissau*. PNUD

Diakité, M., Djata, R.N., Rodrigues, J. 1997. *Rapport de consultation en riziculture*. FAO/GBS/96/004.

FAO, Ministère du développement rural et de l'agriculture. 1993. *Augmentation de la production agricole par l'apport d'engrais et intrants connexes.*

FIDA. 2003. *Republic of Guinea-Bissau – Country strategic opportunity paper.*

Ministère du développement rural et de l'agriculture, Division de statistique agricole. 1996. *Annuaire statistique.*

Ministère de l'agriculture, de l'élevage, des forêts et de la chasse. 1997. *Lettre de politique pour le développement agricole.*

PNUD. 1992. *Élément d'un plan directeur d'aménagement et gestion des ressources naturelles.* Projet UNDP/UNSO/GBS/89/X03.

PNUD/BAD/Ministère français de la coopération. 1992. *Evaluation hydrologique de l'Afrique sub-saharienne*, Pays de l'Afrique de l'Ouest. Rapport de pays: Guinée Bissau. Projet PNUD RAF/87/030.

PNUD/FAO. 1993. *Bilan diagnostic du secteur agricole.* Rapport du projet GBS/92/T01/A.

PNUD, Direction générale des ressources naturelles. 1997. *Schéma directeur pour le secteur de l'eau et assainissement.*

SCET-AGRI, Ministère des ressources naturelles. 1982. *Inventaire des ressources en eau en vue d'aménagements hydrauliques et buts multiples en Guinée-Bissau.*

Van Gant P., Ukkerman, R. 1987. *Study on soil hydrology, rice cop performance and agricultural practices along for lines in the river Louvado Basin, Quinara.*

Guinée équatoriale

GÉOGRAPHIE, CLIMAT ET POPULATION

La République de Guinée équatoriale, située en Afrique occidentale, occupe une superficie de 28 050 km². Elle partage ses frontières avec le Gabon et le Cameroun et est limitée à l'ouest par le golfe de Guinée. Le pays, qui comprend sept îles, est divisé en deux régions, l'une continentale et l'autre insulaire. La première est constituée par le territoire continental de Rio Muni (26 000 km²) et les petites îles adjacentes (Corisco, Elobey Grande et Elobey Chico). La région insulaire est formée de l'île la plus étendue, Bioko (2 000 km²), qui héberge la capitale Malabo, et de la petite île d'Annobon.

Dans la région continentale prédomine la forêt et la pêche; on y produit principalement des cultures annuelles et pérennes qui ne nécessitent pas de sols de bonne qualité. L'île de Bioko, au contraire, se caractérise par un climat, des reliefs et des sols aptes surtout à la culture du cacao, alors que la plupart de ses zones forestières, pour des raisons de conservation de la biodiversité, sont classées comme réserves non exploitables. Son territoire est très accidenté et son point le plus élevé, le Pico de Basilé, a une altitude de 3 012 m. Le potentiel de l'île de Annobon, située à environ 340 km du continent et dont le sommet culmine à 650 m, est principalement la pêche. La couche superficielle du sol est très fine, rendant difficile sa culture. Les forêts occupent environ 15 982 km², soit 58 pour cent du pays, et constituent l'une de ses principales richesses. Les superficies cultivables occupent 850 000 ha, dont 770 000 ha se situent dans la région continentale et 80 000 ha sur l'île de Bioko. Environ 100 000 ha portent des cultures permanentes, des plantations abandonnées ou des cultures de rente (cacao, café, coco et fruitiers), et le reste étant destiné à la culture itinérante d'aliments de base (yuca, banane plantain, arachide, banane, igname, etc.). Les superficies cultivées représentaient environ 230 000 ha en 2002.

Le climat est déterminé par la proximité du pays à l'équateur, et se caractérise par des températures élevées et constantes (moyenne annuelle de 29°C), l'abondance des pluies (2 156 mm/an en moyenne) et le haut taux d'humidité (70-99 pour cent). Les variations sont en fonction des régions:

- Dans l'île de Bioko, le climat revêt un caractère particulier à cause de sa proximité de la mer. Les accidents de relief et les vents alizés créent de grandes différences entre le sud et le nord, et permettent de distinguer trois types de climat: i) un climat équatorial humide au-dessous de 800 m, avec des températures moyennes de 23-25°C et des précipitations qui oscillent entre 2 000 et 2 500 mm/an; ii) un climat équatorial atténué, aux altitudes supérieures à 800 m, avec des températures moyennes supérieures à 23°C et des précipitations de 4 000 mm/an; iii) le climat de la partie méridionale, avec des pluies oscillant entre 10 000 et 14 000 mm/an qui en font l'une des zones les plus pluvieuses de la planète.

TABLEAU 1
Caractéristiques du pays et population

Superficies physiques			
Superficie du pays	2002	2 805 000	ha
Superficie cultivée (terres arables et cultures permanentes)	2002	230 000	ha
• en % de la superficie totale du pays	2002	8	%
• terres arables (cultures temporaires + prairies et jachères temp.)	2002	130 000	ha
• cultures permanentes	2002	100 000	ha
Population			
Population totale	2004	507 000	habitants
• dont rurale	2004	51	%
Densité de population	2004	18	habitants/km²
Population active	2004	209 000	habitants
• en % de la population totale	2004	41	%
• féminine	2004	36	%
• masculine	2004	64	%
Population active dans le secteur agricole	2004	143 000	habitants
• en % de la population active	2004	68	%
• féminine	2004	46	%
• masculine	2004	54	%
Économie et développement			
Produit intérieur brut (PIB)	2003	2 900	millions de $EU/an
• valeur ajoutée du secteur agricole (% du PIB)	2003	6.8	%
• PIB par habitant	2003	5 870	$EU/an
Indice de développement humain (plus élevé = 1)	2002	0.703	
Accès aux sources améliorées d'eau potable			
Population totale	2002	44	%
Population urbaine	2002	45	%
Population rurale	2002	42	%

- La région continentale se caractérise par un climat de forêts tropicales avec des valeurs moyennes d'humidité de 80-85 pour cent, des températures au niveau de la mer de 26-27°C, les extrêmes dépassant rarement les 35°C et ne descendant guère au-dessous de 15°C, et des précipitations de 1 500 mm/an dans la zone centrale qui vont en augmentant vers la côte.
- Sur l'île de Annobon, les précipitations atteignent 1 016 mm/an avec deux saisons des pluies: avril-juin et octobre-novembre.

La population en 2004 était estimée à 507 000 habitants dont 51 pour cent de ruraux. La densité s'élevait à 18 habitants/km² (tableau 1). La croissance démographique en 2003 était de 2.5 pour cent. L'eau potable n'était accessible qu'à 44 pour cent de la population en 2003 (45 pour cent en milieu urbain et 42 pour cent en milieu rural). L'espérance de vie à la naissance en 2003 atteignait tout juste 49 ans et 50 pour cent de la population vivaient en dessous du seuil de pauvreté en 1993 (PNUD). Le taux net de scolarisation pour la période 1996-2003 était de 61 pour cent seulement.

ÉCONOMIE, AGRICULTURE ET SÉCURITÉ ALIMENTAIRE

Malgré la prédominance du pétrole dans l'économie, la majorité de la population dépend du secteur agricole: agriculture de subsistance, complémentée par la chasse et la pêche. Historiquement, l'économie du pays était tributaire de l'agriculture. Cette situation s'est modifiée avec la découverte des grands gisements de pétrole au début des années 90. Avec le développement du secteur pétrolier, la contribution de l'agriculture à l'économie nationale a décliné très rapidement. En 2003, le secteur agricole ne contribuait plus que pour 7 pour cent au PIB, alors qu'en 2004 l'agriculture employait 68 pour cent de la population active. La contribution de l'agriculture aux exportations et importations totales en 2001 a été de 2 et 46 pour cent respectivement.

La production agricole ne couvre plus les besoins alimentaires de la population ni en volume de production, ni en valeur nutritive. Le pays doit donc recourir à de fortes

importations à partir des pays voisins. Un des objectifs du gouvernement est d'utiliser les revenus provenant de l'activité pétrolière pour le développement de secteurs tels que l'agriculture et l'industrie et atteindre ainsi une plus grande autosuffisance.

On distingue deux types d'agriculture:

- Une agriculture de subsistance, orientée vers la production de yuca, igname, arachide, viande, poisson, etc., généralement pour l'autoconsommation de la famille. C'est une agriculture extensive, traditionnelle et de faible productivité, pratiquée par les petits agriculteurs appliquant des méthodes de culture traditionnelles. La culture des aliments de base s'est réalisée jusqu'à maintenant par un système de production traditionnel, sans application d'engrais et imposant l'ouverture de nouvelles parcelles après un ou deux ans de culture pour remplacer les parcelles épuisées. Les sols utilisés doivent rester en jachère pour des périodes de cinq à 10 ans.
- Une agriculture intensive, orientée vers l'exportation. Elle vise la production des principaux produits agricoles de rente (cacao et café), et est réalisée principalement par des sociétés privées notamment d'origine espagnole. Elle est pratiquée en particulier sur l'île de Bioko.

RESSOURCES EN EAU ET UTILISATION DE L'EAU

Ressources en eau

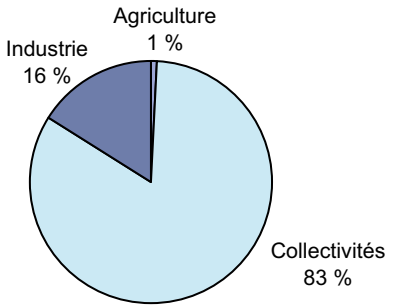
Sur le continent, le long du golfe de Guinée, s'étend le Mbini (anciennement *Río Muni*), drainé par le Benito, au pied du mont Mitra. Il est bordé de petites îles. En fait, le Mbini est le principal cours d'eau et le Rio Muni constitue, en réalité, une voie de dégorgement de plusieurs fleuves secondaires.

Les ressources en eau renouvelables internes annuelles sont estimées à 26 km^3, dont 25 km^3 pour les ressources en eau de surface, 10 km^3 pour les ressources en eau souterraine, et une partie commune entre eaux de surface et eaux souterraines estimée à 9 km^3/an.

Utilisation de l'eau

En 2000, les prélèvements d'eau étaient évalués à 106 millions de m^3, dont 1 million de m^3 pour l'agriculture (élevage) - ce qui représente moins de 1 pour cent de prélèvement total -, 88 millions pour les usages domestiques et 17 millions pour l'industrie (tableau 2 et figure 1).

FIGURE 1
Prélèvements en eau
Total 0.106 km^3 en 2000



DÉVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION ET DU DRAINAGE

L'agriculture est totalement pluviale; il n'existe pas de système d'irrigation dans le pays. Le potentiel d'irrigation est estimé à environ 30 000 ha (tableau 3).

GESTION DE L'EAU, POLITIQUES ET DISPOSITIONS LÉGISLATIVES RÉGISSANT L'UTILISATION D'EAU EN AGRICULTURE

Institutions

Les Ministères et Directions les plus actives en matière de gestion des ressources naturelles sont les suivants:

- Ministère de l'agriculture et du développement rural, chargé des études d'approvisionnement en eau potable des zones rurales;
- Ministère de la pêche et de l'environnement, chargé de l'inventaire des ressources en eau;

TABLEAU 2
L'eau: ressources et prélèvement

Les ressources en eau renouvelables			
Précipitations moyennes		2 156	mm/an
		60.5	10^9 m³/an
Ressources en eau renouvelables internes		26.0	10^9 m³/an
Ressources en eau renouvelables réelles totales		26.0	10^9 m³/an
Indice de dépendance		0	%
Ressources en eau renouvelables réelles totales par habitant	2004	51 282	m³/an
Capacité totale des barrages		-	10^6 m³
Prélèvements en eau			
Prélèvement total en eau	2000	106	10^6 m³/an
- irrigation + élevage	2000	1	10^6 m³/an
- collectivités	2000	88	10^6 m³/an
- industrie	2000	17	10^6 m³/an
• par habitant	2000	232	m³/an
• en % des ressources en eau renouvelables réelles totales	2000	0.4	%
Ressources en eau non conventionnelles			
Volume d'eaux usées produit		-	10^6 m³/an
Volume d'eaux usées traité		-	10^6 m³/an
Réutilisation des eaux usées traitées		-	10^6 m³/an
L'eau dessalée produite		-	10^6 m³/an
Réutilisation des eaux de drainage		-	10^6 m³/an

- Ministère des infrastructures et des forêts, chargé de la conception et de l'exécution des systèmes d'approvisionnement en eau potable des centres urbains;
- Institut national de formation agricole.

Politiques et dispositions législatives

Le Décret nº 9/1991 du 17 décembre 1991 a permis l'adoption du rapport national sur l'environnement et le développement.

PERSPECTIVES POUR LA GESTION DE L'EAU EN AGRICULTURE

Dans le cadre du suivi du Sommet mondial de l'alimentation de 1996, l'un des objectifs à l'horizon 2010 était l'introduction de l'irrigation sur 250 ha pour la production de riz. Cependant, on signale la difficulté de drainer et de travailler les terres irrigables en raison de la forte pluviométrie et du manque de connaissances en matière d'irrigation et de culture du riz.

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

FAO. 1988. *Equatorial Guinea: Agricultural sector review working papers.* FAO Investment Centre/World Bank Cooperative Programme report 33/88 CP-EQG 7 WPs. Rome.

FAO. 1992. *Estudios de apoyo a la preparación del proyecto manejo y conservación de los recursos naturales.* Plan director de uso de la tierra para la isla de Bioko. Report prepared by C. van Hoof for project UTF/EQG/002/EQG. Rome.

FAO. 1994. *Equatorial Guinea: Natural resources management and conservation project.* Preparation report. FAO/DDC report 12/94 CP-EQG 11 (E). Rome.

FAO. 1996. *Seguimiento a la Cumbre mundial sobre la alimentación – Esquema de estrategia para el desarrollo agrícola nacional – Hacia el año 2010. Guinea Ecuatorial.*

FAO. 2000. *Guinea Ecuatorial – Cooperación Sur-Sur entre Guinea Ecuatorial y Cuba. Programa especial para la seguridad alimentaría (PESA).*

FAO. 2001. *El estudio de perspectivas del sector forestal en África (FOSA) – La Republica de Guinea Ecuatorial.*

FAO. 2003. *Estrategia para el desarrollo agrícola nacional – horizonte 2015. Guinea Ecuatorial.*

TABLEAU 3
Irrigation et drainage

Potentiel d'irrigation		**30 000**	**ha**
Contrôle de l'eau			
1. Irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée		-	ha
- irrigation de surface		-	ha
- irrigation par aspersion		-	ha
- irrigation localisée		-	ha
• partie irriguée à partir des eaux souterraines		-	%
• partie irriguée à partir des eaux de surface		-	%
2. Zones basses équipées (marais, bas-fonds, plaines, mangroves)		-	ha
3. Irrigation par épandage de crues		-	ha
Superficie totale équipée pour l'irrigation (1+2+3)		**-**	**ha**
• en % de la superficie cultivée		-	%
• augmentation moyenne par an sur les …. dernières années		-	%
• superficie irriguée par pompage en % de la superficie équipée		-	%
• partie de la superficie équipée réellement irriguée		-	%
4. Marais et bas-fonds cultivés non équipés		-	ha
5. Superficie en cultures de décrue non équipée		-	ha
Superficie totale avec contrôle de l'eau (1+2+3+4+5)		**-**	**ha**
• en % de la superficie cultivée		-	%
Périmètres en maîtrise totale/partielle	**Critère**		
Périmètres d'irrigation de petite taille	< ha	-	ha
Périmètres d'irrigation de taille moyenne	> ha et < ha	-	ha
Périmètres d'irrigation de grande taille	> ha	-	ha
Nombre total de ménages en irrigation		-	
Cultures irriguées dans les périmètres en maîtrise totale/partielle			
Production totale de céréales irriguées		-	tonnes
• en % de la production totale de céréales		-	%
Superficie totale en cultures irriguées récoltées		-	ha
• Cultures annuelles/temporaires: superficie totale		-	ha
• Cultures permanentes: superficie totale		-	ha
Intensité culturale des cultures irriguées		-	%
Drainage - Environnement			
Superficie totale drainée		-	ha
- partie de la superficie équipée pour l'irrigation drainée		-	ha
- autres surfaces drainées (non irriguées)		-	ha
• superficie drainée en % de la superficie cultivée		-	%
Superficie protégée contre les inondations		-	ha
Superficie salinisée par l'irrigation		-	ha
Population touchée par les maladies hydriques liées à l'eau		-	habitants

Kenya

GEOGRAPHY, CLIMATE AND POPULATION

The Republic of Kenya is situated on the East African coast on the equator. It is bordered by Ethiopia and Sudan to the north, the Indian Ocean and Somalia to the east, the United Republic of Tanzania to the south, and Uganda and Lake Victoria to the west. The total area of the country is 580 370 km^2. For administrative purposes the country is subdivided into 8 provinces and 70 districts. The altitude varies from sea level to the peak of Mt. Kenya, situated north of the capital Nairobi, which is 5 199 metres above sea level.

The soil types in the country vary from place to place due to topography, the amount of rainfall and the parent material. The soils in western parts of the country are mainly acrisols, cambisols and their mixtures, highly weathered and leached with accumulations of iron and aluminium oxides. The soils in central Kenya and the highlands are mainly the nitosols and andosols, which are young and of volcanic origin. The soils in the arid and semi-arid lands (ASAL) include the vertisols, gleysols and phaeozems and are characterized with pockets of sodicity and salinity, low fertility and vulnerability to erosion. Coastal soils are coarse textured and low in organic matter and the common types are the arenosols, luvisols and acrisols. Widespread soil salinity, which has adversely influenced irrigation development, is found in isolated pockets around the Lake Baringo basin in the Rift Valley and in the Tavetta division in the coastal provinces.

The average annual rainfall is 630 mm with a variation from less than 200 mm in northern Kenya to over 1 800 mm on the slopes of Mt. Kenya. The rainfall distribution pattern is bimodal with long rains falling from March to June and short rains from October to November for most parts of the country. The climate is influenced by the inter-tropical convergence zone and relief and ranges from permanent snow above 4 600 metres on Mt. Kenya to true desert type in the Chalbi desert in the Marsabit district in the north of the country. About 80 percent of the country is arid and semi-arid, while 17 percent is considered to be high potential agricultural land, sustaining 75 percent of the population. The forest cover is about 3 percent of the total land area.

The country has six major agro-ecological zones: Upper highland (UH), Lower highland (LH), Upper midland (UM), Lower midland (LM), Lowland (L) and Coastal Lowlands (CL). These zones are associated with corresponding temperature variations ranging from freezing to 40°C. The Penman estimate of annual evaporation from open water surfaces in Kenya varies from 1 000 mm in the central highlands to 2 600 mm in the arid north.

The agricultural land covers about 33 percent of the country and is classified as:

- High potential land receiving more than 850 mm of annual rainfall and covering 67 850 km^2;

TABLE 1
Basic statistics and population

Physical areas			
Area of the country	2002	58 037 000	ha
Cultivated area (arable land and area under permanent crops)	2002	5 162 000	ha
• as % of the total area of the country	2002	9	%
• arable land (annual crops + temp. fallow + temp. meadows)	2002	4 600 000	ha
• area under permanent crops	2002	562 000	ha
Population			
Total population	2004	32 420 000	inhabitants
• of which rural	2004	59	%
Population density	2004	56	inhabitants/km²
Economically active population	2004	17 078 000	inhabitants
• as % of total population	2004	53	%
• female	2004	47	%
• male	2004	53	%
Population economically active in agriculture	2004	12 570 000	inhabitants
• as % of total economically active population	2004	74	%
• female	2004	50	%
• male	2004	50	%
Economy and development			
Gross Domestic Product (GDP) (current US$)	2003	13 800	million US$/yr
• value added in agriculture (% of GDP)	2003	16.6	%
• GDP per capita	2003	431	US$/yr
Human Development Index (highest = 1)	2002	0.488	
Access to improved drinking water sources			
Total population	2002	62	%
Urban population	2002	89	%
Rural population	2002	46	%

- Medium potential land receiving between 730 and 850 mm and covering 31 570 km²;
- Low potential land receiving less than 610 mm and covering 42 050 km²;
- Others covering 48 670 km².

The high and the medium potential land is considered cultivable, covering an area of 99 420 km² or almost 10 million ha.

Total population is 32.4 million (2004), of which 59 percent lives in rural areas (Table 1). The average population density is 56 inhabitants/km², but its distribution is highly influenced by the climate and the agro-ecological zone. The highest density of 406 per km² is found in the Western province, followed by 350 per km² in Nyanza, 282 per km² in Central and only 30 per km² in the Eastern and Coast provinces. For 2002 the population growth rate was estimated at 1.8 percent per annum. Life expectancy had increased up to 60 years by 1993 but dropped to 45 years by the year 2002 due to the high incidence of HIV/AIDS.

The overall poverty level was estimated at about 53 percent in 1997. Improved water sources are accessible for 62 percent of the population, ranging from 89 percent in urban areas to 46 percent in rural areas (Table 1). Improved sanitation facilities are used by 56 percent of the population in urban areas and by 43 percent in rural areas, while the average over the whole country is 48 percent.

ECONOMY, AGRICULTURE AND FOOD SECURITY

Agriculture is the main sector of Kenya's economy and its performance greatly influences the overall economical performance of the country. In 2003, the GDP was US$13.8 billion (current $) with an annual growth rate of 1 percent, and agriculture contributed 16.6 percent to the GDP. About 53 percent of the total population is economically active and approximately 74 percent of the economically active

population is employed in agriculture. About 80 percent of all people working in agriculture are smallholders.

The country has a food deficit and the food supply is insecure as a result of periodic droughts and low access to production resources. In the arid and semi-arid areas, about 2 million people are permanently on famine relief and the number sometimes rises to 5 million during droughts.

Cultivated area was about 5.2 million ha in 2002, of which 4.6 million ha arable land and 0.6 million ha permanent crops (Table 1). Despite the fact that 80 percent of the country is arid and semi-arid, agriculture in Kenya is dominantly rainfed with an estimated 3.12 million ha being put under food crops in 1998. The food crops are maize, wheat, sorghum, millets, cassava, Irish and sweet potatoes, bananas, fruits and vegetables. About 1.5 million hectares were under maize, which is the primary food for the majority of the population. During the same period, an estimated 500 000 hectares were under industrial crops. Production and income from export crops, such as coffee, tea, pyrethrum, horticultural crops and cotton, contribute to food security. The main agricultural imports are wheat, rice, animal and vegetable oils and sometimes maize and sugar in times of shortage. Livestock production plays a major role in food security and in the economy of the country since it sustains the livelihood of the population living in the arid and semi-arid areas.

WATER RESOURCES AND USE

The National Development Plan 2002–2008 recognizes Kenya as a water scarce country whereby the water demand exceeds renewable freshwater sources. It is also clear from the National Water Master Plan of 1992 that out of 164 sub-basins with perennial river flows, 90 will suffer from surface water deficit by 2010 while already 33 sub-basins without perennial river flow have an apparent water shortage.

Water resources

There are five main drainage areas in the country:

- Lake Victoria, covering 8.0 percent of the country;
- Rift valley and inland lakes, covering 22.5 percent of the country;
- Athi River and coast, covering 11.5 percent of the country;
- Tana River, covering 21.7 percent of the country;
- Ewaso Ng'iro, covering 36.3 percent of the country.

The water distribution in the drainage basins is both skewed and uneven with, for example, 282 600 m^3/ km^2 in Lake Victoria basin and 21 300 m^3/km^2 in the Athi and Coast catchments.

There are six hydro-geological formations, which influence the distribution and availability of the groundwater resources: Eastern quaternary sediment areas; Bed rock areas; Western quaternary areas; Volcanic rock areas in the Rift valley; Volcanic areas outside the Rift valley; Older sedimentary areas.

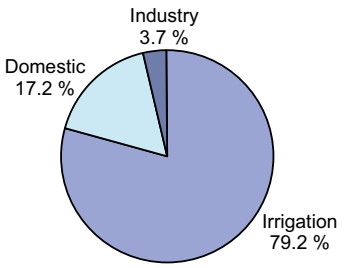
The internal renewable surface water resources are estimated at 20.2 km^3/year, while about 3.5 km^3 of groundwater is produced annually, of which the main part (3 km^3/year) is considered to overlap with the surface water resources (Table 2). It is estimated that 10 km^3/year of water enters the country via transboundary rivers. The volcanic and quaternary geological formations are rich in groundwater. The annual safe abstraction yield of groundwater is estimated at 0.6 km^3, out of which 0.4 km^3 is the estimated yield from shallow wells while the remaining balance of 0.2 km^3 is estimated to come from boreholes.

The total capacity of large and medium dams (> 15 m) is about 4.1 km^3. In order to augment water supply, 1 782 small dams and 669 water pans have been constructed. There are 9 lakes with a surface area of 10 747 km^2. Most of the lakes are saline with the exception of Victoria, Naivasha and Baringo. The lakes Nakuru and Naivasha

TABLE 2
Water: sources and use

Renewable water resources			
Average precipitation		630	mm/yr
		366	10^9 m³/yr
Internal renewable water resources		20.7	10^9 m³/yr
Total actual renewable water resources		30.7	10^9 m³/yr
Dependency ratio		32.6	%
Total actual renewable water resources per inhabitant	2004	947	m³/yr
Total dam capacity	2000	4 079	10^6 m³
Water withdrawal			
Total water withdrawal	2003	2 735	10^6 m³/yr
- irrigation + livestock	2003	2 165	10^6 m³/yr
- domestic	2000	470	10^6 m³/yr
- industry	2000	100	10^6 m³/yr
• per inhabitant	2000	87	m³/yr
• as % of total actual renewable water resources	2000	8.9	%
Non-conventional sources of water			
Produced wastewater		-	10^6 m³/yr
Treated wastewater		-	10^6 m³/yr
Reused treated wastewater		-	10^6 m³/yr
Desalinated water produced		-	10^6 m³/yr
Reused agricultural drainage water		-	10^6 m³/yr

FIGURE 1
Water withdrawal
Total 2.735 km³ in 2000



have been declared Ramsar sites as wetlands of international importance for conservation of biodiversity.

There is limited seawater desalinization mainly for the hotels along the coast.

Water use

The total water withdrawal is estimated to be over 2.7 km³ (Table 2 and Figure 1). The water demand is projected to increase to 5.8 km³ by the year 2010. Agriculture is the main user of water and currently consumes about 80 percent, while domestic and commercial use accounts for the rest. There are a total of 1 800 domestic water supply schemes, out of which 700 are managed by the Ministry of Water Resource Management and Development while the communities manage the rest. There are 9 000 boreholes, most of which require rehabilitation.

As a result of the skewed water distribution between the basins and within the basins, water use conflicts among irrigation, livestock, wildlife and environmental conservation is quite common in the Ewaso Ng'iro north, in the upper catchments of the Tana basin and the Athi basins.

International water issues

Kenya shares a number of rivers with other countries:

- The Umba, Mara and Pangani basins are shared with the United Republic of Tanzania;
- The Sio, Malaba and Malakisi basins are shared with Uganda;
- The Omo and Daua basins are shared with Ethiopia;
- The Nile basin is shared with nine other countries.

Currently, there is no existing framework between the countries for the utilization and management of the shared water resources.

IRRIGATION AND DRAINAGE DEVELOPMENT

Evolution of irrigation development

The irrigation potential of Kenya has been estimated at 353 060 ha and is distributed over the basins as follows:

- 180 000 ha in the Nile (Lake Victoria) basin;
- 52 500 ha in the Rift Valley basin;
- 111 100 ha in the East Coast basin (including the Tana and Athi basins);
- 9 460 ha in the Shebelle–Juba basin.

Irrigation development in Kenya has a long history since there are records indicating that there were irrigation systems in the 16th century along the coast and the Kerio valley (Marakwet escarpment). The system was so elaborate that a traditional water management system had evolved that maintained canals exceeding 15 kilometers, and water transfers from basin to basin along rugged terrains with technologies that puzzle the present-day engineer. The traditional water management system also allocated water between different clans and the water rotation among the different users could vary from year to year.

Other periods of irrigation development were the result of the construction of the Kenya-Uganda railway and the first and second World Wars, when irrigation schemes supplied for example vegetables to workers and soldiers. The remnants of these systems are still found in the Mt. Kenya, Tavetta, Kibwezi and Lake Victoria regions whereby the communities have developed a tradition of water management. The above-mentioned pockets of development have greatly influenced the present day pattern and distribution of irrigation development in the country.

The only deviation is the development of minor irrigation schemes through FAO and other development agencies in the arid and semi-arid lands, mainly as food security schemes in the famine stricken Kerio/Turkwel and Ewaso Ng'iro basins in the 1960s that have further influenced the pattern of development. A few centrally managed government settlement schemes have been established through the irrigation act of 1966, but they are currently experiencing a lot of institutional and management problems.

The total water managed area in 2003 was about 110 000 ha, of which 103 203 ha (94 percent) was under full control (Table 3). The remaining 6 percent are cultivated wetlands and inland valley bottoms. Of the areas under full control, 60 percent were irrigated by sprinklers and 38 percent by surface irrigation (Table 4 and Figure 2).

A comparison of the figures for 2003 in the previous table with the corresponding figures of the first half of the 1990s shows that surface irrigated areas have declined from about 44 610 ha to 39 217 ha, while areas irrigated by sprinklers have increased from about 21 000 ha to 61 986 ha.

There are three major types of irrigation schemes in Kenya (Table 5):

- Smallholder schemes;
- Commercial/Private schemes;
- Schemes of the National Irrigation Board.

Currently irrigation development is led by the private sector and by smallholder irrigation schemes with great emphasis on sustainable development. The private sector has also spearheaded irrigation development in areas close to urban centres for local vegetables and high value horticultural produce for the export market.

The reasons for considerable areas of the public schemes being non-operational are for example differing opinions between the

FIGURE 2
Irrigation techniques
Total: 103 203 ha in 2003

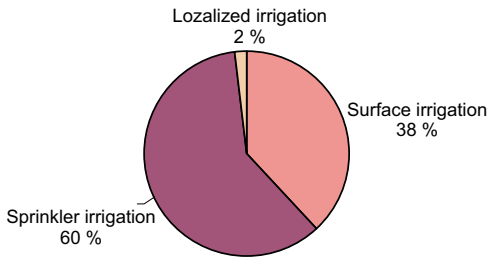


TABLE 3
Irrigation and drainage

Irrigation potential			**353 060**	**ha**
Water management				
1. Full or partial control irrigation: equipped area		2003	103 203	ha
- surface irrigation		2003	39 217	ha
- sprinkler irrigation		2003	61 986	ha
- localized irrigation		2003	2 000	ha
• % of area irrigated from groundwater		1992	1	%
• % of area irrigated from surface water		1992	99	%
2. Equipped lowlands (wetland, ivb, flood plains, mangroves)			-	ha
3. Spate irrigation			-	ha
Total area equipped for irrigation (1+2+3)		**2003**	**103 203**	**ha**
• as % of cultivated area		2003	2.0	%
• average increase per year over the last 11 years		1992-2003	4.1	%
• power irrigated area as % of total area equipped		2003	46	%
• % of total area equipped actually irrigated		2003	94	%
4. Non-equipped cultivated wetlands and inland valley bottoms		1992	6 415	ha
5. Non-equipped flood recession cropping area			-	ha
Total water-managed area (1+2+3+4+5)		**2003**	**109 618**	**ha**
• as % of cultivated area		2003	2.1	%
Full or partial control irrigation schemes	**Criteria**			
Small-scale schemes (smallholder)	5 -1 000 ha	2003	48 048	ha
Medium-scale schemes (private/commercial)	0.5 - 5 950 ha	2003	42 700	ha
Large-scale schemes (NIB)	213 - 6 200 ha	2003	12 458	ha
Total number of households in irrigation			-	
Irrigated crops in full or partial control irrigation schemes				
Total irrigated grain production			-	tonnes
• as % of total grain production			-	%
Total harvested irrigated cropped area			-	ha
• Annual crops: total			-	ha
- rice		2003	13 229	ha
- coffee		2003	14 533	ha
- tea		2003	172	ha
- sugar cane		2003	350	ha
- flowers		2003	3 262	ha
- pineapple		2003	5 950	ha
• Permanent crops: total			-	ha
Irrigated cropping intensity			-	%
Drainage - Environment				
Total drained area		2003	18 639	ha
- part of the area equipped for irrigation drained			-	ha
- other drained area (non-irrigated)			-	ha
• drained area as % of cultivated area			-	%
Flood-protected areas			-	ha
Area salinized by irrigation		1999	30 000	ha
Population affected by water-related diseases			-	inhabitants

TABLE 4
Areas equipped for full/partial control irrigation and type of irrigation by province (2003)

Province	Surface irrigation (ha)	Sprinkler irrigation (ha)	Localized irrigation (ha)	Total area (ha)
Central	6 200	43 000		49 200
Eastern		13 986		13 986
Coast	6 661[1]			6 661[1]
Rift valley	11 415	5 000		16 415
Western	563			563
North Eastern	5 803			5 803
Nyanza	8 575			8 575
Nairobi			2 000	2 000
Total	**39 217**	**61 986**	**2 000**	**103 203[1]**

[1] 3 870 ha are not operational

National Irrigation Board (NIB) and the farmers about the management and running of the schemes or failure of pumping units. As can be seen from the previous table, there has been almost no expansion within the public sub-sector. The areas for each scheme type in each province are given in Table 6.

TABLE 5
Areas of irrigation schemes in different years

	1985 (ha)	1992 (ha)	1998 (ha)	2003[2] (ha)
Smallholder	17 500	28 000	34 650	48 045
Private	23 000	26 610	40 700	42 700
Public	11 500	12 000	12 000[1]	12 458[3]
Total	**52 000**	**66 610**	**87 350[1]**	**103 203[3]**

[1] 6 000 ha non-operational
[2] Source: Draft Irrigation Strategic Plan 2003-2008
[3] 3 870 ha non-operational

The funding of irrigation development is in transition as the emphasis has shifted from government-led development to participatory and community-driven development. As a result of the change of approach and policy, irrigation development has been categorized so that schemes in the arid and semi-arid lands (ASAL) have to be developed through grants, while schemes with access to market and capable of producing commercial crops will have to pay themselves for the development of infrastructures. In both cases the operation and maintenance is the responsibility of the community.

Some of the ongoing programmes are:

- The Central Kenya Agricultural Development Project is funded by IFAD and implemented by the Ministry of Agriculture. The project is concentrated in the dry parts of the province. The irrigation component is scaled down to kitchen gardens.
- The Eastern Province Horticulture and Traditional Food Crops Project, funded by IFAD and implemented by the Ministry of Agriculture, is promoting the production and use of traditional food crops such as cassava, millets, sorghum and sweet potatoes and also involves crop processing. The project also involves the development of irrigation schemes through full cost recovery, whereby the farmers are advanced with credit for the development of the infrastructure. The project is also promoting the marketing of horticultural crops.
- The Mini-Project, implemented by IDB and funded by JICA, is meant to build the capacity for the development of smallholder irrigation. It has three components: review of the guidelines for smallholder irrigation development, preparation of a farmers' organization framework and human resources development.
- The Arid Land Resource Management Programme, dealing mainly with ASAL areas, is an integrated programme aimed at improving the living conditions of the people in arid and semi-arid areas. As far as irrigation is concerned, the programme has been providing irrigation equipment on grant and this has led to the rapid increase in irrigated areas in North Eastern Province in the last decade. The programme relies on the staff of the relevant government

TABLE 6
Irrigated areas by scheme type (2003)

Province	Smallholder Schemes (ha)	Commercial/Private Schemes (ha)	National Irrigation Board Schemes (ha)	Total Area (ha)
Central	12 000	31 000	6 200	49 200
Eastern	12 986	1 000		13 986
Coast	2 091	700	3 870[1]	6 661[2]
Rift valley	11 000	5 000	415	16 415
Western	350		213	563
North Eastern	5 803			5 803
Nyanza	3 815	3 000	1 760	8 575
Nairobi		2 000		2 000
Total	**48 045**	**42 700**	**12 458**	**103 203[2]**

[1] Not operational due to failure of the pumping unit
[2] 3 870 hectares not operational

departments to implement the project.

- World Vision Kenya is focusing on the rehabilitation and development of irrigation schemes in the Turkana district to improve food security. The funding of the project is through grants.

Spate irrigation was tried in the Turkana district in the late 1980s, aimed at producing pastures for the pastoral communities. This was done through huge temporary brushwood diversion weirs with graded canals to facilitate the overtopping and even spread of the water. The systems, although productive, were not sustainable since they had been constructed through food for work programmes with little community ownership. The same principles are being applied in the Mwingi district as gully harnessing and manipulation for crop production purposes.

Rainwater harvesting is also becoming a common practice for the medium and low potential areas of the country through the construction of individual water pans and the diversion of roadside runoff, to improve food security, as is the case of the Lare division of the Nakuru district. Flood recession agriculture is widespread along the lower parts of the river Tana, where the Pokomo and the Malakote tribes exploit the seasonal flooding of the Tana for the production of bananas and other food crops.

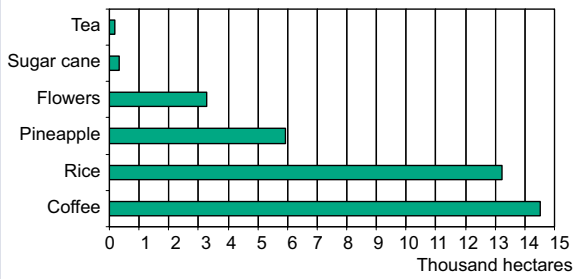
A major limitation to this sort of development is the direct utilization of water resources without storage facilities, which has resulted in serious competition among the users especially in the Ewaso Ng'iro basin and the upper part of the Tana and Athi catchments. A point has been reached where all the easily exploitable water sources have been developed with the available technologies and future development will entail both expensive and advanced technology. An emphasis on social infrastructure and the formation of water users' associations has been crucial in order to transfer the operation and maintenance of irrigation systems to the communities. In most irrigation schemes the communities are responsible for taking all decisions in relation to water use, crop production calendars and marketing the produce.

Role of irrigation in agricultural production, the economy and society

It has already been pointed out above that agriculture in Kenya is mainly rainfed. Only 103 203 ha of the approximately 3 million ha put under food crops are equipped for irrigation, which is about 3.5 percent. The main irrigated crops are vegetables, rice and coffee. Citrus, maize, cotton and some bananas are irrigated as well (Table 3 and Figure 3).

The cost of irrigation development varies depending on the terrain, water source, conveyance system and the length of the mainline to the irrigated area. The sum of material and construction costs ranges from US$500 to US$1 500/ha for gravity-fed surface irrigation and US$1 500 to US$4 000/ha for piped/sprinkler systems. The cost of the latter includes headworks, conveyance and on-farm infrastructure. The operation and maintenance costs are estimated at 3.5 percent of the project cost.

FIGURE 3
Main irrigated crops in 2003



Status and evolution of drainage systems

The water development master plans estimate the drainage potential to be in the order of 600 000 ha, involving flood control works as well as irrigation of the drained areas. So far, 3 percent (18 639 ha) of the drainage potential has been developed. The realization of the full potential is however subject to water resource development through construction of storage facilities and major river diversion works which are beyond the capability of the farmers.

WATER MANAGEMENT, POLICIES AND LEGISLATION RELATED TO WATER USE IN AGRICULTURE

Overall responsibility for water management lies with the Ministry of Water Resources Development and Management (MWRDM), granted through the Water Act 2002. The ministry's current policy (1999) focuses on decentralization, privatization, commercialization and stakeholder participation. The Water Act 2002 has provided the formation of a Water Resources Management Authority, responsible for water pollution, and the management of lakes, aquifers and rivers, and the establishment of a Water Services Regulatory Board, responsible for water supply through licensed water services providers.

Irrigation development in Kenya is under a number of institutions, including both the public and private sector. The National Irrigation Board (NIB), mandated with the development of the national irrigation schemes, and the Irrigation and Drainage Branch (IDB), responsible for the promotion of smallholder irrigation with a wide network across the country, are under MWRDM with effect from July 2003. The River Basin Development Authorities (RBDA), with the responsibility of the planning and use of the water and land resources within their jurisdiction, are under the Office of the Vice President and Regional Development. Besides these main government institutions, there are a number of non-governmental organizations that support irrigation development.

Irrespective of the institution involved in development, the formation of water users associations (WUA) has been promoted in order to ensure sustainability of the schemes. Most of the structures and water rights for each scheme belong to the irrigating community. Water management within the smallholder irrigation schemes is the responsibility of the WUAs.

The policies and legislation for water management in agriculture are inadequate, which is exemplified by the fact that the only existing legal framework is the irrigation act of 1966 for the establishment of the NIB and management of tenant-based irrigation schemes. The irrigation act is being revised and broadened in order to comprehensively coordinate and regulate the irrigation sub-sector.

In the absence of an irrigation policy (a draft policy paper is under preparation), the Ministry of Agriculture has developed guidelines for the development, operation and management of smallholder farmer-managed schemes. The IDB has developed some guidelines and manuals to direct the development of smallholder irrigation and the process of community participation for sustainable development.

Water is allocated by water apportionment boards that process water permits for various users depending on the available water source. The water fees and the duration of the permit are based on the category of use. The permit for irrigation water has to be renewed after 5 years and the permit fees are based on the surface area to be irrigated. The permit holder should only use the flood flow for irrigation and will construct a reservoir to store enough water to irrigate the area specified in the permit for 90 days. These two conditions are rarely adhered to since irrigation is most required during the dry season and the cost for constructing a storage reservoir is beyond the means of most farmers.

ENVIRONMENT AND HEALTH

Water use and its effect on the environment is being taken into due consideration as 30 percent of the flow at any point of abstraction has to be reserved for river maintenance and environment.

Salinity as result of irrigation is not widespread, except in the areas mentioned earlier where it is a result of already existing soil salinity. A case of environmental concern was experienced in the traditional irrigation area of Ngurumani, where waterlogging and swamp development was threatening the long-term sustainability of the irrigation in

the area. An area of conflict exists between the wildlife and irrigation schemes, since the latter are situated in ASAL where there is also a concentration of wildlife areas.

The National Environmental Management and Coordinating Act (EMCA) No.8 of 1999 is in place to take care of the environmental impact of development and the government has established the National Environment Management Authority (NEMA) to enforce it. The act makes it mandatory to conduct an environmental impact assessment before the implementation of a project such as large-scale agriculture, use of pesticides, introduction of new animals and plants, use of fertilizers and irrigation development.

Incidences of malaria and bilharzia are common in irrigated areas.

PERSPECTIVES FOR AGRICULTURAL WATER MANAGEMENT

Irrigation, drainage and water use for agriculture is hampered by the lack of a national irrigation policy and plan, which leads to haphazard irrigation development with limited coordination among the various institutions. This is further exacerbated by the evidently inequitable spatial and temporal water distribution within the country. To tackle these problems, a Draft Irrigation Policy was prepared in 2001 and a Draft Irrigation Strategic Plan covering 2003 to 2008 is under preparation.

The National Development Plan and the National Water Master Plans have emphasized the importance of water resource development if the country is to meet its future water demand, which is estimated to reach 5.8 km^3 per year by 2010. This will require the construction of more storage reservoirs.

MAIN SOURCES OF INFORMATION

Euroconsult/Delft Hydraulics Laboratory/Royal Tropical Institute. 1987. *Study on options and investment priorities in irrigation development.*

Hide, J.M. and Kimani, J. 2000. *Informal irrigation in the peri-urban zone of Nairobi, Kenya.* HR Wallingford. Wallingford, UK.

Jaetzold, R., and Schmidt, H. 1983. *Farm management handbook of Kenya*. Atlas of the agro-ecological zones of Kenya. Ministry of Agriculture in cooperation with German Agency of Technical Cooperation. Nairobi, Kenya.

Ministry of Agriculture/Irrigation and Drainage Branch. 1990. *Atlas of irrigation and drainage in Kenya.*

Ministry of Environment and Natural Resources. 2002. *Country Strategy on Integrated Water Resources Management.*

Ministry of Finance. 2002. *The Ninth National Development Plan (2002-2008).*

Ministry of Water Development. 1992. *The Study on the National Water Master Plan*. Prepared with the assistance of Japan International Cooperation Agency (JICA).

Ministry of Water Development. Undated. *Ground water resources of Kenya (Reconnaissance study).* Master planning section.

Ministry of Water Resource Management and Development. 2003. *Draft Irrigation Strategic Plan 2003-2008.* Irrigation and Drainage Branch.

Ministry of Water Resource Management and Development. Undated. *Guidelines for the development, operation and management of smallholder farmer-managed schemes.* Irrigation and Drainage Branch.

Mutunga, K., Critchley, W., Lwakuba, A. and Mburu, C.N. 2001. *Farmer's initiatives in land husbandry. Promising technologies for drier areas of East Africa*. Technical Report No. 27.

Lesotho

GEOGRAPHY, CLIMATE AND POPULATION

Lesotho is a small land-locked mountainous country completely surrounded by the Republic of South Africa. It has a total area of 30 350 km², a north-south extent of about 230 km and a maximum width of about 210 km. Altitude varies from 1 500 m to 3 482 m. Lesotho is the only country in the world that is entirely situated above 1 000 m in altitude.

Lesotho is divided into four geographical regions:

- The *mountain region* covers 18 037 km² (59 percent of the total area of the country) and is characterized by the bare rock outcrops of the Maluti range and deep river valleys, with elevations of 2 000 m and above;
- The *foothills region* covers 4 529 km² (15 percent) and lies at elevations from 1 800 m to 2 000 m between the lowlands and the Maluti mountains;
- The *lowland region* covers 5 094 km² (17 percent) and is situated along the western border and consists of a narrow belt of land with elevation of 1 800 m or less and width between 10 and 65 km;
- The *Senqu Valley* covers 2 690 km² (9 percent) and forms a narrow strip of land that flanks the banks of the Senqu (Orange) River and penetrates deep into the Maluti Mountains; elevations vary from mountains to lowlands.

Lesotho has extensive areas of shrub lands, in particular rangelands, and a modest area of plantation forests (based on *Eucalyptus* and *Pinus*), while only less than one percent of the total land area is forest and woodland. In a few almost inaccessible areas, very small patches of Afromontane Forest are preserved, while most areas of forest, woodland and savannah in the rest of the country have been cleared for agricultural use, which has exacerbated the problem of soil erosion. Land degradation in various forms is a dominant landscape feature in the country, and soils with both management and inherent fertility problems that influence the productivity of both arable land and rangelands are common. Two areas covering together around 6 500 ha are devoted to ecosystem protection: Sehlabathebe National Park and Masitise Nature Reserve.

The cultivable land is largely confined to the lowlands and foothills on the Western border and the Senqu River valley in the south. Effectively all the cultivable land in the country, and sometimes more due to encroachment into marginal areas, is currently cultivated. Much of the rest of the land area is utilized for extensive animal farming. In 2002, the cultivated area was 334 000 ha, of which arable land was 330 000 ha, while 4 000 ha were under permanent crops (Table 1). FAO studies predicted a decline of land under cultivation due partly to land going out of production from erosion and partly to settlement expansion around main towns.

The climate is temperate with cool to cold winters and hot, wet summers. Mean annual rainfall is 788 mm and varies from less than 300 mm in the western lowlands to 1 600 mm in the northeastern highlands. There is substantial seasonal distribution

TABLE 1
Basic statistics and population

Physical areas			
Area of the country	2002	3 035 000	ha
Cultivated area (arable land and area under permanent crops)	2002	334 000	ha
• as % of the total area of the country	2002	11	%
• arable land (annual crops + temp. fallow + temp. meadows)	2002	330 000	ha
• area under permanent crops	2002	4 000	ha
Population			
Total population	2004	1 800 000	inhabitants
• of which rural	2004	82	%
Population density	2004	59	inhabitants/km^2
Economically active population	2004	721 000	inhabitants
• as % of total population	2004	40	%
• female	2004	42	%
• male	2004	58	%
Population economically active in agriculture	2004	277 000	inhabitants
• as % of total economically active population	2004	38	%
• female	2004	58	%
• male	2004	42	%
Economy and development			
Gross Domestic Product (GDP) (current US$)	2003	1 100	million US$/yr
• value added in agriculture (% of GDP)	2003	15.7	%
• GDP per capita	2003	610	US$/yr
Human Development Index (highest = 1)	2002	0.493	
Access to improved drinking water sources			
Total population	2002	76	%
Urban population	2002	88	%
Rural population	2002	74	%

of precipitation and as much as 85 percent of the total can be received during October to April. The Senqu River valley lies in a rain shadow area with some places not receiving more than 600 mm per year. The mountainous regions receive snow during the unusually cold winters. January is the hottest month with maximum daytime temperatures exceeding 30 °C in the lowlands. Temperatures on the mountains can fall to –20 °C in winter.

Distribution of water and reliability of rainfall are serious constraints on agricultural production. Taken as a whole, rainfall in Lesotho is at a level that is adequate to sustain healthy agricultural activity. However, the erratic nature of its distribution is a major constraint for food production:

- The seasonal distribution of precipitation varies considerably and thus the danger of rain falling at the wrong time, or falling too hard, or not falling at all when it is needed, is always present even if total rainfall has been adequate;
- Extreme weather conditions occur periodically; droughts are said to occur three years out of every ten, heavy frosts are frequent and heavy unseasonable rains also occur from time to time;
- Not just the geographical distribution of precipitation, but also the fact that water does not always collect in places where it is immediately accessible for agriculture constitutes a problem; this makes it necessary to build, for example, conveyance infrastructures.

The country has 1.8 million inhabitants (2004) with an annual growth rate of 1 percent (Table 1). Population density is 59 inhabitants/km^2, and 82 percent of the population is rural. The lowland is the most populated and intensively cultivated zone followed by the foothills, the mountains and the Senqu river valley. Lesotho ranked 132nd out of 178 in the 2002 UNDP Human Development Report and over 49 percent of the population is ranked as poor. Improved drinking water sources are available for

76 percent of the total population, comprising 88 percent of the urban population and 74 percent of the rural population (Table 1).

ECONOMY, AGRICULTURE AND FOOD SECURITY

Lesotho's economy is dominated by the services and manufacturing sectors, which in 2003 contributed 40.6 percent and 43.1 percent respectively to the national GDP of US$1 100 million. The value added in agriculture was only 15.7 percent of GDP and the sector provided work for 277 000 people, which is 38 percent of the economically active population. Of these agricultural workers, 58 percent were female.

Smallholder farmers whose farms are generally less than 1 ha in size dominate the agricultural production. Maize is by far the most popular crop accounting for some 60 percent of the cropped area, sorghum between 10 and 20 percent, wheat for about 10 percent and beans for a further 6 percent. In late summer, farmers plant wheat and peas on residual moisture, which remain dormant for most of the winter until the first rains in spring.

Although Lesotho's main natural resource is water, drought chronically affects the country, leading to significant decreases in the contribution of agriculture to the GDP and forcing the country to appeal for assistance from the international community, thus illustrating the vulnerability of the agricultural sector. The country is a persistent net food importer, externally sourcing up to 65 percent of its annual maize requirements and 80 percent of its annual wheat requirements. The scope for increasing food production through area expansion or through higher productivity is extremely limited. Government sees irrigation as a key avenue for increased agricultural production and household food security, as it would enable farmers to intensify and diversify their crop production base. Crops identified for diversification include vegetables and fruits such as paprika, asparagus and apples.

One cannot over-emphasize the potential impact of HIV/AIDS on the agricultural sector. Despite the lack of reliable data on the extent and nature of that impact, it is clear that the disease is having a negative and dramatic effect on food security and vice versa. The impact is on labour availability, mobility and productivity, investment in the sector, the retention of knowledge about farming practices, the use of home gardens and the efficiency of the extension services. The burden of work falls on inexperienced younger or older and weaker household members. So HIV/AIDS increases needs at the household level while reversing the impact of efforts to build capacity.

WATER RESOURCES AND USE

Water resources

Lesotho is located entirely within the Orange River basin. The major sub-basin river systems in Lesotho are:

- The Senqu (Orange), which drains two thirds of Lesotho (24 485 km^2), originates in the extreme north of the country and leaves Lesotho near Quthing. In its catchment area, four large dams will be constructed under the Lesotho Highlands Water Project (LHWP).
- The Makhaleng, with a catchment area of 2 911 km^2, originates in the vicinity of Mount Machache and leaves the country near Mohales Hoek.
- The Mohokare (or Caladon) marks the border with South Africa and has a catchment area of 6 890 km^2. It springs from Mount Aux Sources, and leaves Lesotho near Wepener. All its major tributaries are located in Lesotho.

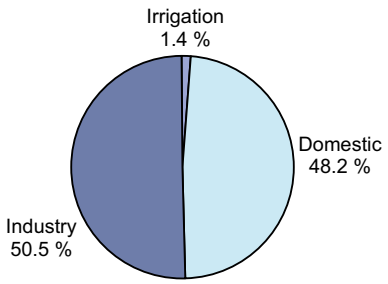
The Lets'eng–la–Letsie wetland in the Quthing district was tentatively designated as a RAMSAR site by the Government as part of its accession to the RAMSAR Convention.

Lesotho's natural renewable water resources are estimated at 5.23 km^3/yr, by far exceeding its water demand (Table 2). Due to Lesotho's commitments in the framework

TABLE 2
Water: sources and use

Renewable water resources			
Average precipitation		788	mm/yr
		23.9	10^9 m³/yr
Internal renewable water resources		5.2	10^9 m³/yr
Total actual renewable water resources		3.0	10^9 m³/yr
Dependency ratio		0	%
Total actual renewable water resources per inhabitant	2004	1 679	m³/yr
Total dam capacity	2005	2 820	10^6 m³
Water withdrawal			
Total water withdrawal	2000	43.6	10^6 m³/yr
- irrigation + livestock	2000	0.6	10^6 m³/yr
- domestic	2000	21	10^6 m³/yr
- industry	2000	22	10^6 m³/yr
• per inhabitant	2000	24	m³/yr
• as % of total actual renewable water resources	2000	1.4	%
Non-conventional sources of water			
Produced wastewater		-	10^6 m³/yr
Treated wastewater		-	10^6 m³/yr
Reused treated wastewater		-	10^6 m³/yr
Desalinated water produced		-	10^6 m³/yr
Reused agricultural drainage water		-	10^6 m³/yr

FIGURE 1
Water withdrawal
Total 0.0436 km³ in 2000



of the LHWP, its actual water resources will have decreased to 3.03 km³/yr by 2020.

Groundwater resources are estimated at 0.5 km³/yr. Aquifer yields are low: of a sample of 818 wells, only 12 percent yielded above 1 l/s; average well depth was 65 m in intrusive, sedimentary or volcanic rock, and 28 m in alluvial rock. In 1995, about 3 300 wells, equipped with hand-pumps, served the rural population in the lowlands, while 10 percent of the urban domestic production originated from groundwater. Except for the area around Maputsoe (aquifer yield 50 l/s), the potential for irrigation with groundwater in Lesotho is low.

Major dams have been constructed in the framework of Phase I of LHWP:

- Katse Dam in the Central Maluti Mountains was completed in May 1997. It is a concrete arch dam, 185 m high, with 710 m crest length and a storage capacity of 1.95 km³. It impounds the Malibamatso River catchment (1 866 km²);
- Mohale Dam is a concrete faced rockfill dam, 145 m high, with 540 m crest length. It impounds the Senqunyane River catchment (938 km²) and has a storage capacity of 0.86 km³;
- Muela Dam, a 55 m high, 6 million m³ capacity dam acts as the tailpond of the Muela hydropower station.

Phases II, III and IV of the project foresee the construction of Mashai Dam (3.3 km³), Tsoelike Dam (2.22 km³) and Ntoahae Dam.

Water use

In 2000, the total water withdrawal was estimated at 43.6 million m³ (Table 2 and Figure 1). Industry is the main water user with 22 million m³ followed by the domestic sector with 21 and agriculture with only 0.6 million m³.

International water issues

The LHWP Treaty was signed by the Governments of Lesotho and of the Republic of South Africa in 1986. The project is aimed at harnessing the water resources of the highlands of Lesotho to the mutual advantage of South Africa and Lesotho, transferring water to South Africa to alleviate its water shortage while providing Lesotho with facilities to generate its own electricity. After completion of all phases by 2020 the project will convey 2.2 km^3/yr (66 m^3/s) of water to South Africa. The Treaty provides for negotiations to be held between Lesotho and South Africa before further phases of the LHWP can be implemented. Such negotiations are ongoing, and as South Africa has reduced its forecasts for population growth, the water demand is growing more slowly than previously expected and Phase II of the LHWP will start later.

Lesotho, together with Botswana, Namibia, and South Africa, is located in the Orange River basin, and consequently a member of the Orange-Sengu River Commission (ORASECOM) created in 2000.

IRRIGATION AND DRAINAGE DEVELOPMENT

Evolution of irrigation development

The long-term irrigation potential in Lesotho is estimated at 12 500 ha. In 1996, it was estimated at 2 520 ha for the foreseeable future. The distribution of this latter area over the districts is given in Table 3.

Other estimates of irrigation potential, considering only the available water resources and taking into account the reduced availability due to the LHWP, reckon that a minimum of 3 500 ha and up to 7 000 ha could be brought under irrigation if the Senqu River potential is fully exploited. However, others still, taking into account the high cost of irrigation development in the country, conclude that irrigation potential is limited by the market for high value crops and put the potential for new irrigation at about 1 000 ha.

In the last 40 years there have been many irrigation development projects in the country, almost all of them with funding form external donors. Public sector irrigation development has been largely unsuccessful due to a top-down and supply-driven approach on the part of government and donors and little consultation with, or participation by, farmers. Irrigation systems (mainly large sprinkler systems) have mostly been inappropriate for operation by smallholders as well as expensive to install and to run. As a result, farmer commitment and the overall sustainability of the irrigation works have been poor. Many irrigation schemes have been converted back into dryland farming.

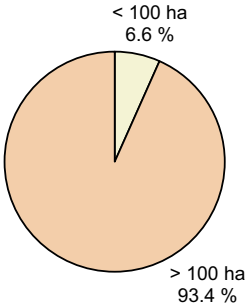
The more successful irrigation projects in Lesotho, such as the small-scale irrigation and water harvesting projects, are based on an individual approach to communally owned irrigation schemes, where farmers control the on-field crop production activities. Private irrigation, consisting mainly of home gardens and small market gardens, is successful and is contributing to meeting household food security needs, as well as supplying rural markets.

The Ministry of Forestry and Land Reclamation (MFLR) investigated potentially irrigable catchments requiring water storage infrastructures for long-term development and identified 14 areas in the mountain districts of Mokhotlong, Thaba Tseka and Qacha's Nek. Out of the 14 areas, six are already operational and MFLR has constructed stone water tanks on some of the sites. Collaboration with the Irrigation Section of the Ministry of Agriculture and Food Security (MAFS)

TABLE 3
Irrigation potential in Lesotho districts

District	Irrigation potential (ha)
Hololo	30
Hlotse	500
Phutiatsana	950
Mpetsana	40
Makhaleng	1 000
Total	**2 520**

FIGURE 2
Types of full and partial control irrigation schemes
Total 2 637 ha in 1999



should be forged to improve progress on these sites.

The Agricultural Sector Investment Programme (ASIP) intends to improve the viability and sustainability of existing public irrigation schemes by making them more responsive to demand, and, subject to demand, to expand irrigation for fruit and vegetable import substitution, employment creation and enhanced food security.

By 1999, of the 2 637 ha equipped for irrigation only 67 ha were still under operation, and this still relied heavily on government/donor support, although the latter has declined in recent years (Table 4). Of the total equipped area, 175 ha were small schemes (< 100 ha) and 2 462 ha were large schemes (> 100 ha) (Table 4 and Figure 2). In small schemes mostly vegetables are grown and surface and sprinkler systems are used. Large schemes were equipped for sprinkler irrigation, but as the schemes never managed to make a profit, they are no longer irrigated. The two types of irrigation systems commonly used are sprinkler and surface irrigation. Sprinkler irrigation is the most common, while surface irrigation is not so widely used because of the topography of Lesotho.

Depending on pressure, three categories of irrigation are distinguished:

- Pressure < 5 m; taps with buckets or surface irrigation;
- Pressure from 5 m to 20 m; low pressure system;
- Pressure > 25 m; high pressure system.

Pressures over 25 m are normally produced by engine- or motor-driven pumps using petroleum or electricity.

Role of irrigation in agricultural production, the economy and society

Vegetables are produced in fairly large quantities under irrigation but production remains very seasonal. The main crop is cabbage, but carrots, spinach and a variety of other crops are also grown. There are both large-scale farmers (often using rented land) and smaller farmers working under irrigation programmes.

Home gardens are an important source of horticultural produce in Lesotho, where an estimated 70 percent of rural households produce some vegetables. Most home gardens are rainfed, supplemented with irrigation from household and/or community domestic water supplies, although some families have invested in small pumps supplied by streams and ponds. The produce from home gardens is mainly for self-consumption, with limited quantities appearing on the local village market.

Vegetable cultivation in the Small-Scale Irrigation Vegetable Project gave a net income of US$2 300/ha in 1992. Yields achieved in various projects range from 1.9 to 3.6 tonnes/ha for maize, between 3.5 and 13.5 tonnes/ha for potatoes, and from 2 to 11.5 tonnes/ha for onions.

Farmers in Lesotho may be categorized as shown in the Table 5.

Irrigation development in Lesotho is expensive and figures of up to 12 000 US$/ha are given for previous schemes. At present the cost of a system comprising gravity-fed, low-pressure sprinklers, excluding mainline pipe from tank/reservoir to the edge of the field and without installation, is estimated at about US$2 500 /ha. High-pressure systems are estimated to cost about US$7 900/ha, leading to the conclusion that the high-pressure system is expensive and will need high-level management to recover the costs.

The following costs for small-scale irrigation development are given:

TABLE 4
Irrigation and drainage

Irrigation potential			**12 500**	**ha**
Water management				
1. Full or partial control irrigation: equipped area		1999	2 637	ha
- surface irrigation			-	ha
- sprinkler irrigation			-	ha
- localized irrigation			-	ha
• % of area irrigated from groundwater			-	%
• % of area irrigated from surface water			-	%
2. Equipped lowlands (wetland, ivb, flood plains, mangroves)			-	ha
3. Spate irrigation			-	ha
Total area equipped for irrigation (1+2+3)		**1999**	**2 637**	**ha**
• as % of cultivated area		1999	0.8	%
• average increase per year over the last ... years			-	%
• power irrigated area as % of total area equipped			-	%
• % of total area equipped actually irrigated		1999	2.5	%
4. Non-equipped cultivated wetlands and inland valley bottoms			-	ha
5. Non-equipped flood recession cropping area			-	ha
Total water-managed area (1+2+3+4+5)		**1999**	**2 637**	**ha**
• as % of cultivated area		1999	0.8	%
Full or partial control irrigation schemes	**Criteria**			
Small-scale schemes	< 100 ha	2003	175	ha
Medium-scale schemes		2003	-	ha
Large-scale schemes	> 100 ha	2003	2 462	ha
Total number of households in irrigation			-	
Irrigated crops in full or partial control irrigation schemes				
Total irrigated grain production			-	tonnes
• as % of total grain production			-	%
Total harvested irrigated cropped area			-	ha
• Annual crops: total			-	ha
- vegetables		1995	203	ha
Irrigated cropping intensity			-	%
Drainage - Environment				
Total drained area			-	ha
- part of the area equipped for irrigation drained			-	ha
- other drained area (non-irrigated)			-	ha
• drained area as % of cultivated area			-	%
Flood-protected areas			-	ha
Area salinized by irrigation			-	ha
Population affected by water-related diseases			-	inhabitants

TABLE 5
Categories of farmers in Lesotho

Farmer type	**Farm size (ha)**	**Crops**	**Irrigation system**
Subsistence farmer	0.1 – 0.2	Maize, sorghum, beans	None
	> 0.2 – 1	Cereals, maize, sorghum, legumes, potatoes,	None
Micro-irrigating farmer	0.025 (home garden)	Vegetables, fruit trees	Watering can, hose pipe/low pressure sprinklers
	0.1 – 0.5	Vegetables, fruit trees	Gravity-fed irrigation
Small-scale semi-commercial farmer	1 – 4	Vegetables, fodder	High-pressure irrigation system
Medium-scale commercial farmer	10 – 20	Vegetables	High pressure system with traveling guns

- Treadle pump system: US$200-370 (for irrigated areas of 0.6 and 1.8 ha, with one pump);
- Drag-hose sprinkler system fed by a pump: US$1 500-2 300 /ha;
- Low-pressure gravity-fed sprinkler: US$1 950-2 750/ha.

TABLE 6
Rate of return to farmer capital employed by energy used to bring water from source to the field

Type of system	Rate of return to farmer capital employed (%/yr)
Gravity-fed	41
Solar pump	19
Diesel pump	15
Electric pump	11

The rates of return from irrigation schemes according to energy used to bring water from source to the field are shown in the Table 6.

From the previous table, studies concluded that probably only gravity-fed systems produce an adequate, commercial rate of return. Investments in pump-based irrigation in Lesotho should rather be considered primarily as social investment.

WATER MANAGEMENT, POLICIES AND LEGISLATION RELATED TO WATER USE IN AGRICULTURE

Institutions

The institutions involved in the irrigation sub-sector are:

- The Irrigation Section in the Engineering Division of the Crops Department of the Ministry of Agriculture and Food Security (MAFS) is involved in the investigation of new irrigation technologies that can be applied in Lesotho. Its maintenance and repair workshop has the capacity to repair irrigation equipment. There is a lack of appropriate equipment for planning and design.
- The Engineering Division of the Crops Department of MAFS itself provides planning, design and implementation support for, amongst many others, irrigation.
- The Agronomy and Horticulture Divisions of the Crops Department of MAFS also have potential links to irrigation development.
- The Soil and Water Conservation Division of the Department of Conservation, Forestry and Land Use Planning of MAFS is involved in irrigation development as far as dam planning, design and construction (using its own equipment) is concerned. Unlike the Irrigation Section, this Division has qualified staff engaged on small dam design and implementation.
- The Extension Division of the Department of Field Services of MAFS is involved in irrigation through its decentralized District Agricultural Offices (DAOs) in the 10 districts. These offices do not have designated posts for irrigation and thus no extension service in irrigation as such exists. The DAOs meet irrigation information needs through staff with general qualifications, who are limited in undertaking irrigation activities due to lack of skills and expertise.
- The Agricultural Research Division of the Department of Field Services of MAFS has an Irrigation Unit in its Engineering Section. One of its aims is to provide smallholder farmers with appropriate irrigation technologies and services to improve irrigation systems and, by doing so, productivity. However, activities related to irrigation systems are very limited due to lack of staff qualified in irrigation.

Irrigation services are available from a number of departments and units in MAFS but are uncoordinated and poorly resourced. The situation deteriorates the further away from the Maseru Headquarters a service is located, because specialist staff is difficult to attract to rural districts. Few officers have specialist knowledge of the economics of irrigation schemes. If the irrigation strategy of the Government is to benefit all farmers including those in remote rural areas it will be necessary to provide properly staffed irrigation teams in each district.

Water management

It was found in the Irrigation Community Action Programs, which are being developed in mountain districts under the IFAD-funded Sustainable Agricultural Development

Programme for Mountain Areas (SADPMA), that there are organizational and/or administrative problems because farmers are not organized into formal structures, let alone a legal entity, and therefore there are no regulations. This should be of primary importance however, as the farmers share water storage and conveyance facilities and some form of regulatory framework is needed to manage these facilities.

The need for proper management of water resources at all levels has come to be understood as one of the most important problems in the sector. It must be overcome before the full potential for agriculture in the country can be realized.

Policies and legislation

Currently the National Irrigation Policy of the Government is in disarray, as the Government and its donors recognize that previous policies have failed, but so far no comprehensive alternative has been developed. It is however government strategy to wean farmers away from growing traditional cereals and move to high value crops.

A proposed mission statement for Lesotho's irrigation policy is: "To manage and develop water and land resources for diversified economically sound and sustainable irrigation and drainage systems under organized smallholders and private commercial farmer management and to maintain an effective advisory service."

In Lesotho, all land is owned by the people and allocated by and through the traditional structure of chieftainship. Until very recently, when new forms of land holding were introduced, there was little legal (as opposed to customary) security for the tenants. For irrigation projects this has had major consequences, as the high fixed costs of providing the systems are only justifiable when the benefits can be shared between many recipients. The existing framework of land tenure is not likely to change rapidly and thus any effective irrigation scheme would in the short- to medium term have to work within it.

The National Environmental Policy of Lesotho recognized that the sustainable development of small-scale irrigation schemes, based on surface water resources via the construction of small dams and diversion of rivers, is totally dependent on the improvement and stabilization of soil conservation and afforestation measures in the catchment areas serving these schemes and adopted this as a guiding principle for water resources management. Furthermore, regular audits of, among others, irrigation schemes shall be undertaken with the aim of ensuring that they comply with this environmental policy.

The main legislation in the water sector is the 1978 Water Resources Act, which provides for use, control and conservation of water resources. However, legislation relevant to water resources is scattered over several orders and acts administered by different departments without any consistency or overall guidelines. Another piece of legislation dealing with water resources is the LHWP Treaty entered into by Lesotho and South Africa. The treaty provides for the protection of the quality and quantity of water in the LHWP area, but does not consider other relevant components of the utilization of shared water courses between the two countries.

ENVIRONMENT AND HEALTH

Lesotho's ecology is fragile because of the mountainous topography, the thin soil layer and the limited vegetative cover. Population pressure has forced settlement in marginal areas, resulting in overgrazing, severe soil erosion, soil exhaustion and desertification.

Poor management practices and infrastructure improvements have had serious negative impacts on water resources, through the destruction of wetlands and their hydrological functions, changes in water regimes due to overgrazing and inappropriate cropping practices, and increased sediment production caused by mining and road construction.

Water pollution by slurry from diamond mines is recognized as an environmental problem.

PERSPECTIVES FOR AGRICULTURAL WATER MANAGEMENT

The failure of the irrigation policy of the past was recognized by the Government, which is now focusing on farmer- and market-led irrigation development based on small-scale schemes provided for and managed by the farmers themselves. In all parts of Lesotho farmers are anxious to expand irrigation schemes, provided the schemes complement existing farming practice including land-holding, crop-selection and marketing and the control over decisions remains with the farmers.

To implement successful schemes, the developing authority will have to keep in mind the following:

- The agricultural sector in Lesotho exists within a very complex set of family, community and national relationships. Irrigation development, i.e. the introduction of a major technical change, has to be seamlessly inserted into this complex socio-economic culture in order to ensure the success of the project in the long-term, when the sponsor has withdrawn.
- The irrigation sub-sector is currently not represented in the extension services of the District Agricultural Offices; this will have to be addressed to ensure appropriate on-site farmer support.
- The level of training in the country is insufficient, and any irrigation initiative taken will have to provide extensive training at all levels, including academic.

Because of the high cost of development, irrigation potential will be limited by the market for high value crops, rather than by the available land and water resources.

It was announced by the Government in early 2004 that an irrigation master plan is being developed to enable the networking of irrigation infrastructure throughout the country, and that in the meantime 59 irrigation sites in the foothills region are being surveyed for the possible installation of simple gravity irrigation systems.

MAIN SOURCES OF INFORMATION

Chakela, Q. K. (ed). 1999. *State of the Environment in Lesotho 1997*. National Environment Secretariat. Ministry of Environment, Gender and Youth Affairs.

FAO. 1996. *Assistance in soil and water conservation*. TCP/LES/4555(A). Project Document.

FAO and World Bank. 1999. *Lesotho smallholders irrigation initiative*. Exploratory Mission Report.

FAO. 2003. *Country Policy Profile for Lesotho on the State of Policy, Strategy and Foreseen Support*.

FAO. 2004. *Water control component of the Special Programme for Food Security - Phase III of TCP/LES/8922 (D)*. TCP/LES/3001 (D). Project Document.

Government of the Kingdom of Lesotho. 1997. *National Environmental Policy of Lesotho*.

Lesotho Highlands Development Authority. 1990. *Lesotho Highlands Water Project, Environmental Action Plan.*

Ministry of Agriculture. 1991. *The history of irrigation in Lesotho.*

Ministry of Natural Resources. 1994. *Hydrogeological map of Lesotho.*

NUL-CONSULS. 2002. *Studies on the small-scale Irrigation Sub-Sector Input to the National Irrigation Policy & Development Strategy*. Report prepared for FAO and the Ministry of Agriculture, Cooperatives & Land Reclamation (MACLR) of the Government of Lesotho. Maseru, Lesotho.

TAMS Consultants Inc. 1996. *Water Resource Management: Policy and Strategies*. New York.

Liberia

GEOGRAPHY, CLIMATE AND POPULATION

Liberia, located in West Africa, covers an area of 111 370 km². It borders Sierra Leone to the northwest, Guinea to the north, Cote d'Ivoire to the northeast and east, and the Atlantic Ocean to the south and southwest. Its north-south extent is about 465 km and its Atlantic Ocean coastline is about 520 km long. The terrain comprises mostly flat to rolling coastal plains, rising to rolling plateau and low mountains in the northeast. The coastline is characterized by lagoons, mangrove swamps, and river-deposited sandbars. The country can be divided according to elevation into four main physical regions parallel to the coast: i) coastal plains up to 100 m; ii) hills from 100 to 300 m; iii) plateaus from 300 to 600 m; and iv) mountainous areas above 600 m. In 2002, the cultivated area was estimated at 600 000 ha, of which arable land covers 380 000 ha, while 220 000 ha are covered by permanent crops (Table 1).

TABLE 1
Basic statistics and population

Physical areas			
Area of the country	2002	11 137 000	ha
Cultivated area (arable land and area under permanent crops)	2002	600 000	ha
• as % of the total area of the country	2002	5.4	%
• arable land (annual crops + temp. fallow + temp. meadows)	2002	380 000	ha
• area under permanent crops	2002	220 000	ha
Population			
Total population	2004	3 487 000	inhabitants
• of which rural	2004	52	%
Population density	2004	31	inhabitants/km²
Economically active population	2004	1 318 000	inhabitants
• as % of total population	2004	38	%
• female	2004	40	%
• male	2004	60	%
Population economically active in agriculture	2004	863 000	inhabitants
• as % of total economically active population	2004	65	%
• female	2004	45	%
• male	2004	55	%
Economy and development			
Gross Domestic Product (GDP) (current US$)	2003	442.2	million US$/yr
• value added in agriculture (% of GDP)		-	%
• GDP per capita	2003	131	US$/yr
Human Development Index (highest = 1)		-	
Access to improved drinking water sources			
Total population	2002	62	%
Urban population	2002	72	%
Rural population	2002	52	%

Liberia's climate is tropical hot-humid. Winters are dry with hot days and cool to cold nights; summers are wet and cloudy with frequent heavy showers. The rainy season lasts from April to November and average annual rainfall is estimated at 2 391 mm, with a spatial variation from 2 000 to 5 000 mm. Although this is much higher than the quantity of water required for crop growth, an acute water deficit is experienced anyway during a 3 to 5 month period, particularly in the uplands.

Total population in 2004 was 3.5 million, of which 52 percent were rural (Table 1). Population density was 31 inhabitants/km^2.

Liberia is in a post-war period facing serious political, financial, administrative and organizational problems. Ten years of conflict have led to multiple internal displacements of hundreds of thousands of people, disrupted supply of basic social services, increased the vulnerability of women and children to extreme poverty, hunger, disease and HIV/AIDS. Poverty is widespread.

Access to education is limited. An estimated 80 percent of schools, health service structures, water wells and sanitation facilities have been either destroyed or abandoned since 1998. No up-to-date water supply and sanitation coverage data are available, but those still functioning are in alarming and worrying conditions in almost all counties in Liberia. As a result, morbidity and mortality rates remain high and may possibly deteriorate further as populations returning to these areas are expected to increase and thereby overstretch the already either only partly functioning or malfunctioning health and social infrastructures.

ECONOMY, AGRICULTURE AND FOOD SECURITY

Before the outbreak of civil war, agriculture accounted for about 40 percent of GDP and Liberia had been a producer and exporter of basic products - primarily raw timber and rubber. The rubber industry generated over US$100 million export earnings annually. By the end of 1996, real GDP was as low as 10 percent of its pre-war level. However, from 1997 it increased, reflecting a post-war surge in rice, timber and rubber production, and in 2002, reached US$442 million. Nonetheless, in 2004, a still unsettled domestic security situation was slowing the process of rebuilding the social and economic structure of the country. In 2000, agriculture and forestry contributed over 90 percent of export earnings, mainly from rubber, timber, cocoa and coffee.

Agricultural activities are still considerably reduced and food insecurity is worsening, as the areas considered to be the "food basket" of Liberia are still inaccessible. Rice production in 1995 was only 23 percent of the pre-civil war level. Cassava production has also been falling, possibly by as much as 50 percent. Low productivity of land and labour, shifting cultivation and low livestock production remain the main characteristics of traditional farming in Liberia. Rainfed agriculture is the predominant system. Use of water control technology is exceptional and consists mainly of unregulated manual irrigation, using watering cans.

Liberia is far from being food self-sufficient, with net cereal imports and food aid as a percent of total consumption being 44.1 percent for the period 1998–2000. The variation in domestic cereal production between 1992–2001 (average percent variation from mean) was 44.5 percent.

WATER RESOURCES AND USE

Water resources

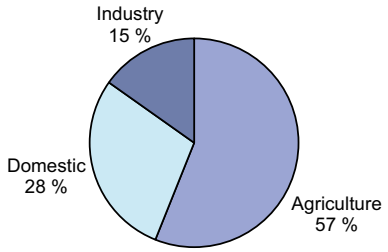
Liberia can be divided into two kinds of river systems:

- The major basins, which drain 97 percent of the territory in a general northeast-southwest direction. Of these, the six major rivers, originating in Sierra Leone, Guinea or in Côte d'Ivoire, are the Mano, Lofa, Saint Paul, Saint John, Cestos and Cavalla, and together drain 65.5 percent of the country;

- The short coastal watercourses, which drain about 3 percent of the country.

Internal renewable surface water resources are estimated to be 200 km³/year and internal groundwater is estimated to be 60 km³/year; all of the latter is believed to be drained by watercourses. Thus, the total internally produced renewable water resources become 200 km³/year, while an additional 32 km³/year comes from Guinea and Côte d'Ivoire, bringing the total renewable water resources to 232 km³/year. Liberia is one of the African countries with the highest amount of renewable water resources per inhabitant: more than 71 000 m³/year.

FIGURE 1
Water withdrawal
Total: 0.1068 km³ in 2000



Water use

Total water withdrawal in the year 2000 was estimated at 106.8 million m³. The main water user was agriculture with 60 million m³/year (57 percent), followed by the domestic sector with 30.4 million m³/year (28 percent) and industry with 16.4 million m³/year (15 percent) (Table 2 and Figure 1).

International water issues

Liberia shares rivers with all its neighboring countries:

- The Mano and Mugowi Rivers with Sierra Leone;
- The Makone, Lofa, Via, Nianda and Mani Rivers with Guinea;
- The Cavalla River with Côte d'Ivoire, which forms a large part of the border between the two countries.

IRRIGATION AND DRAINAGE DEVELOPMENT

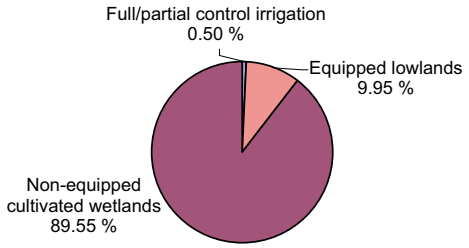
Evolution of irrigation development

The irrigation potential in Liberia is estimated at 600 000 ha, consisting mainly of freshwater swamps. No up-to-date information on irrigated areas in Liberia is available.

TABLE 2
Water: sources and use

Renewable water resources			
Average precipitation		2 391	mm/yr
		266.3	10^9 m³/yr
Internal renewable water resources		200	10^9 m³/yr
Total actual renewable water resources		232	10^9 m³/yr
Dependency ratio		13.8	%
Total actual renewable water resources per inhabitant	2004	66 533	m³/yr
Total dam capacity		-	10^6 m³
Water withdrawal			
Total water withdrawal	2000	106.8	10^6 m³/yr
- irrigation + livestock	2000	60.0	10^6 m³/yr
- domestic	2000	30.4	10^6 m³/yr
- industry	2000	16.4	10^6 m³/yr
• per inhabitant	2000	36.3	m³/yr
• as % of total actual renewable water resources	2000	0.05	%
Non-conventional sources of water			
Produced wastewater		-	10^6 m³/yr
Treated wastewater		-	10^6 m³/yr
Reused treated wastewater		-	10^6 m³/yr
Desalinated water produced		-	10^6 m³/yr
Reused agricultural drainage water		-	10^6 m³/yr

FIGURE 2
Distribution of the water managed areas
Total: 20 100 ha in 1987



In 1987, the total water managed area was 20 100 ha (Table 3 and Figure 2), comprising:

- About 100 ha equipped for full or partial control irrigation, consisting mainly of small development projects supported through international or bilateral cooperation;
- 2 000 ha of equipped wetlands and inland valley bottoms, mainly cropped with rice;
- 18 000 ha of non-equipped cultivated wetlands, swamps and inland valley bottoms.

FAO's Special Program for Food Security (SPFS) 2000–2002 had the following aims:

- Developing 50 ha of small swamps, complete with drainage/irrigation channels and required water control structures;

TABLE 3
Irrigation and drainage

Irrigation potential		**600 000**	**ha**
Water management			
1. Full or partial control irrigation: equipped area	1987	100	ha
- surface irrigation		-	ha
- sprinkler irrigation		-	ha
- localized irrigation		-	ha
• % of area irrigated from groundwater		-	%
• % of area irrigated from surface water		-	%
2. Equipped lowlands (wetland, ivb, flood plains, mangroves)	1987	2 000	ha
3. Spate irrigation		-	ha
Total area equipped for irrigation (1+2+3)	**1987**	**2 100**	**ha**
• as % of cultivated area	1987	0.3	%
• average increase per year over the last .... years		-	%
• power irrigated area as % of total area equipped		-	%
• % of total area equipped actually irrigated		-	%
4. Non-equipped cultivated wetlands and inland valley bottoms	1986	18 000	ha
5. Non-equipped flood recession cropping area		-	ha
Total water-managed area (1+2+3+4+5)	**1987**	**20 100**	**ha**
• as % of cultivated area	1987	3.3	%
Full or partial control irrigation schemes	**Criteria**		
Small-scale schemes	< ha	-	ha
Medium-scale schemes		-	ha
Large-scale schemes	> ha	-	ha
Total number of households in irrigation		-	
Irrigated crops in full or partial control irrigation schemes			
Total irrigated grain production		-	tonnes
• as % of total grain production		-	%
Total harvested irrigated cropped area		-	ha
• Annual crops: total		-	ha
• Permanent crops: total		-	ha
Irrigated cropping intensity		-	%
Drainage - Environment			
Total drained area		-	ha
- part of the area equipped for irrigation drained		-	ha
- other drained area (non-irrigated)		-	ha
• drained area as % of cultivated area		-	%
Flood-protected areas		-	ha
Area salinized by irrigation		-	ha
Population affected by water-related diseases		-	inhabitants

- Training of farmers and extension staff in the utilization and repair of treadle and petrol pumps;
- Training of farmers and extension staff in water control practices at field level, irrigated field maintenance and improved cultivation methods (particularly rice and vegetables);
- Demonstration of low-cost small-scale irrigation technologies on 10 ha using treadle pumps and petrol pumps, and of water management practices with the participation of farmers and extension workers.

Role of irrigation in agricultural production, the economy and society

The main irrigated crop is rice. It is grown in the swamps in addition to the upland rice. Shifting cultivation in the uplands is still the main technique: the secondary forest is cleared and burned, and upland rice is cropped during one or two years combined with different food crops (cassava, common groundnuts or vegetables). Afterwards, the area returns to bush fallow for 8–10 years. This system is the preferred mode of farming in Liberia and has the advantage of maintaining the ecological system in equilibrium. However, this system cannot be applied in areas where a higher population density prevents the restoration of soil fertility due to too short a fallow period. In those areas, swamp rice is cultivated in addition to upland crops.

While in the mid-1980s about 235 000 ha of rice were cultivated, this figure dropped to 120 000 ha in 2003, leading to a decrease in total rice production from about 290 000 tonnes in the mid-1980s to 110 000 tonnes in 2003. In 1995, the yield of upland rice was estimated to be 1.3 tonnes/ha, while yields of swamp rice were about 1.6 tonnes/ha, and yields in equipped wetlands and swamps reached more than 2 tonnes/ha.

Gender and land tenure with regard to water management has been a well-known problem for projects in Liberia.

WATER MANAGEMENT, POLICIES AND LEGISLATION RELATED TO WATER USE IN AGRICULTURE

Institutions

The National Water Resources and Sanitation Board was created in 1981 in order to coordinate the activities of the different institutions or corporations involved in the management of water resources. Before the conflict, the main institutions involved were:

- The Liberia Water and Sewer Corporation (LWSC), in charge of the water supply systems in the urban areas;
- The Ministry of Agriculture, in charge, inter alia, of irrigation;
- The Ministry of Health and Social Affairs, in charge of sewerage;
- The Liberia Electricity Corporation, in charge of hydro-electric energy production;
- The Ministry of Rural Development in charge of water supply in rural areas;
- The Hydrology Service of the Ministry of Land, Mines and Energy.

ENVIRONMENT AND HEALTH

Main environmental problems in Liberia are tropical rain forest deforestation, soil erosion, loss of biodiversity, and pollution of coastal waters from oil residue and raw sewage. Water-borne diseases such as diarrhoea, dysentery, cholera and infectious hepatitis are common.

PERSPECTIVES FOR AGRICULTURAL WATER MANAGEMENT

With only about 3 percent or about 20 000 ha of a potential 600 000 ha of swampland cultivated with rice before the war, water control and soil management measures

remain the most suitable vehicle for future development. Water deficiency in the dry season, poor drainage, flooding of lowlands and the hazard of water erosion are all problems that need to be addressed.

The development of swamp rice cultivation will become necessary with increasing population and population density. It has been estimated that with an intensification of swamp rice cultivation, it could be possible for Liberia to become self-sufficient in rice, which is the staple food crop. The urban demand for rice is also rapidly expanding.

Successful swamp rice production development in Liberia requires: i) application of improved swamp rice cultivation technologies; ii) high labour inputs, which can conflict with upland farming needs; iii) availability of modern inputs (improved cultivars, good quality seed, fertilizers); and iv) a change of mentality amongst farmers, who should consider rice as a means of increasing cash income and not just as a subsistence crop.

MAIN SOURCES OF INFORMATION

FAO. 1986. *Liberia, report of an agricultural sector review mission*. Report 85/86 CP-LIR.8

FAO. 2000a. *Special report FAO/WFP crop and food supply assessment mission to Liberia*.

FAO. 2000b. *Special Programme for Food Security, water control and intensification components*. TCP/LIR/8923 (D) and TCP/LIR2802 (D). Project Documentation.

Libyan Arab Jamahiriya

GEOGRAPHY, CLIMATE AND POPULATION

The Libyan Arab Jamahiriya has a total area of about 1.76 million km². It is bordered in the north by the Mediterranean Sea, in the east by Egypt and Sudan, in the south by Chad and Niger, and in the west by Algeria and Tunisia. Four physiographic regions can be distinguished:

- The Coastal Plains that run along the Libyan coast and vary in width;
- The Northern Mountains that run close to the coastal plains and include the Jabal Nafusah in the west and the Jabal al Akhdar in the east;
- The Internal Depressions that cover the centre of the Libyan Arab Jamahiriya and include several oases;
- The Southern and Western Mountains.

About 95 percent of the country is desert. The cultivable area is estimated at about 2.2 million ha which is 1.2 percent of the total area of the country. Permanent pastures account for 13.3 million ha, annual crops for 1.8 million ha and permanent crops for only 0.3 million ha (Table 1).

The climatic conditions are influenced by the Mediterranean Sea to the north and the Sahara desert to the south, resulting in an abrupt transition from one kind of weather to another. The following broad climatic divisions can be made:

- The Mediterranean coastal strip with dry summers and relatively wet winters;
- The Jabal Natusah and Jabal Akhdar highlands experiencing a plateau climate with higher rainfall and humidity and low winter temperatures, including snow on the hills;
- Moving southwards to the interior, pre-desert and desert climatic conditions prevail, with torrid temperatures and large daily thermal variations. Rain is rare and irregular and diminishes progressively towards zero.

Annual rainfall is extremely low, with about 93 percent of the land surface receiving less than 100 mm/year. The highest rainfall occurs in the northern Tripoli region (Jabal Nafusah and Jifarah Plain) and in the northern Benghazi region (Jabal al Akhdar), these two areas being the only ones where the average annual rainfall exceeds the minimum value (250-300 mm) considered necessary to sustain rainfed agriculture. Rainfall occurs during the winter months, but great variability is observed from place to place and from year to year. Average annual rainfall for the country as a whole is 26 mm (Table 2).

Total population was about 5.7 million in 2004, including some 0.8 million non-Libyans. Of the total population only 13 percent is rural. The annual population growth rate for the period 1995-2000 was estimated at 2.2 percent. However, growth appears only in the urban areas, with the rural population showing a negative growth of -1.3 percent. The average population density of about 3 inhabitants/km² varies between 150 inhabitants/km² in the northern regions to less than 1 inhabitant/km² elsewhere. In 1995, 54 percent of the Libyan population lived in the western coastal

TABLE 1
Basic statistics and population

Physical areas			
Area of the country	2002	175 954 000	ha
Cultivated area (arable land and area under permanent crops)	2002	2 150 000	ha
• as % of the total area of the country	2002	1.2	%
• arable land (annual crops + temp. fallow + temp. meadows)	2002	1 815 000	ha
• area under permanent crops	2002	335 000	ha
Population			
Total population	2004	5 659 000	inhabitants
• of which rural	2004	13	%
Population density	2004	3	inhabitants/km^2
Economically active population	2004	2 020 000	inhabitants
• as % of total population	2004	36	%
• female	2004	25	%
• male	2004	75	%
Population economically active in agriculture	2004	94 000	inhabitants
• as % of total economically active population	2004	5	%
• female	2004	67	%
• male	2004	33	%
Economy and development			
Gross Domestic Product (GDP) (current US$)	2002	19 100	million US$/yr
• value added in agriculture (% of GDP)	2002	9	%
• GDP per capita	2002	3 508	US$/yr
Human Development Index (highest = 1)	2002	0.794	
Access to improved drinking water sources			
Total population	2002	72	%
Urban population	2002	72	%
Rural population	2002	68	%

TABLE 2
Water: sources and use

Renewable water resources			
Average precipitation		56	mm/yr
		98.53	10^9 m^3/yr
Internal renewable water resources		0.6	10^9 m^3/yr
Total actual renewable water resources		0.6	10^9 m^3/yr
Dependency ratio		0	%
Total actual renewable water resources per inhabitant	2004	106	m^3/yr
Total dam capacity	2000	385	10^6 m^3
Water withdrawal			
Total water withdrawal	2000	4 268	10^6 m^3/yr
- irrigation + livestock	2000	3 544	10^6 m^3/yr
- domestic	2000	600	10^6 m^3/yr
- industry	2000	124	10^6 m^3/yr
• per inhabitant	2000	815	m^3/yr
• as % of total actual renewable water resources	2000	711	%
Non-conventional sources of water			
Produced wastewater	1999	546	10^6 m^3/yr
Treated wastewater	1999	40	10^6 m^3/yr
Reused treated wastewater	1999	40	10^6 m^3/yr
Desalinated water produced	1998	18	10^6 m^3/yr
Reused agricultural drainage water		-	10^6 m^3/yr
Depletion of renewable groundwater resources	1998	600	10^6 m^3/yr
Use of fossil groundwater	1998	3 708	10^6 m^3/yr

area (Jifarah plain and Misratha area). The eastern coastal area (Al Jabalal Akhbar) is the second area of population concentration with 21 percent. This means that 75 percent of the population is concentrated over 1.5 percent of the total area of the country. In 2002, 72 percent of the population had access to improved drinking water sources (72 percent

of the urban population and 68 percent of the rural population). About 97 percent of the urban population and 96 percent of the rural population had access to improved sanitation services.

ECONOMY, AGRICULTURE AND FOOD SECURITY

Total GDP was US$19 100 million (current US$) in 2002, with an estimated growth rate of 3.2 percent per year. The Libyan economy depends primarily upon revenues from the oil sector, which contributes practically all export earnings and about 25 percent of GDP. The non-oil manufacturing and construction sectors, which account for about 20 percent of GDP, have expanded from processing mostly agricultural products to include the production of petrochemicals, iron, steel, and aluminium. Agriculture contributes to about 9 percent of GDP and provides employment for about 5 percent of the total economically active population. While 25 percent of the total economically active population are women, in the agricultural sector they account for 67 percent of the labour force. The unemployment rate is about 30 percent.

Given the arid nature of much of the Libyan Arab Jamahiriya, irrigated farming systems have always been of crucial importance in generating much of the country's agricultural output. About 50 percent of the cereal production and about 90 percent of the fruit and vegetable production originates from irrigated agriculture. With very limited renewable water resources, the Libyan Arab Jamahiriya relies heavily on imports to satisfy food requirements. In 2000 the import of cereals, sugar and oil represented a contribution of 68 percent to the national calorie budget. The degree of need satisfaction and quality of diet at household or individual level varies. In the current situation, food security at national level has been achieved, but at the same time food self-sufficiency is not feasible.

WATER RESOURCES AND USE

Water resources

Total mean annual runoff calculated or measured at the entrance of the wadis in the plains (or spreading zones) is roughly estimated at 200 million m^3/year, but a large part of it evaporates or recharges the underlying aquifers. Therefore, the regular renewable surface water resources are estimated at 100 million m^3/year. Currently there are 16 dams in operation with a crest higher than 10 metres. No new dams are under construction, but rehabilitation of the Wadi Qattara main dam and reconstruction of the secondary dam have just been started. A number of new dams are planned, but construction has not yet begun as a result of financial restraints. The total storage capacity of these dams is 385 million m^3 with an average annual storage capacity of about 61 million m^3 (Table 3).

The total average annual design storage does not necessarily correspond to an additional water resource. As an example, the actual flow records (1982-1991) of Wadi

TABLE 3
Dams in the Libyan Arab Jamahiriya

Dam	Reservoir capacity (10^6 m^3)	Average annual design storage (10^6 m^3/year)	Dam	Reservoir capacity (10^6 m^3)	Average annual design storage (10^6 m^3/year)
Wadi Mejenin	58	10	Zaza	2	0.8
Wadi Kaam	111	13	Derna	1.15	1
Wadi Ghan	30	11	Abu Mansur	22.3	2
Wadi Zaret	8.6	4.5	Wadi Tabrit	1.6	0.5
Wadi Lebda	5.2	3.4	Wadi Dakar	1.6	0.5
Wadi Qattara	135	12	Wadi Jarif	2.4	0.3
Murkus	0.15	0.15	Wadi Zahawuiyah	2.8	0.7
Bin Jawad	0.34	0.34	Wadi Zabid	2.6	0.5
Total				**384.74**	**60.69**

Ghan indicate an average storage of only 3.99 million m³/year, as opposed to the design figure of 11 million m³/year. Moreover, certain dams have been damaged and are not in a position to store the amount of water they were designed for (Wadi Qattara). It is estimated that the real average water resource made up by the existing dams does not exceed 30 to 40 million m³/year.

Currently, aquifers are recharged only in the northern regions: Jabal Nafusah and Jifarah Plain in the northwestern zone and Jabal al Akhdar in the northeastern zone. Renewable groundwater resources are estimated at 500 million m³/year. South of 29 °C North latitude, an important development of Palaeozoic and Mesozoic continental sandstone enabled water to be stored safely during the long period of the late Quaternary, before the climate turned extremely arid. Most water used in the Libyan Arab Jamahiriya comes from these huge fossil reserves. The main characteristics of groundwater occurrence in four systems which are relatively independent from each other are as follows:

1. The Western Aquifer system including three interconnected sub-systems:
   - The Murzuq basin;
   - The Jabal Hasawnah, which is going to play an important role in the future as a water source for the western water transport system;
   - The Al Hamadah al Hamra system including the Jabal Nafusah - Suf-Ajjin-Tawurgha sub-basin, the Ghadamis sub-basin and the Al Hamadah al Hamra system.
2. The Jifarah Plain system.
3. The As Sarir - Al Kufrah basin system.
4. The Al Jabal al Akhdar system.

There have been several attempts during the last 25 years to introduce and expand sea water desalination plants and wastewater treatment facilities. A number of desalination plants of different sizes have been built near large municipal centres and industrial complexes. However, so far restrictions have been imposed by the high cost of energy and spare parts. The contribution of the existing desalination plants is almost negligible and exclusively used for domestic and industrial purposes. The total capacity of installed plants is only about 18 million m³/year, but this figure is probably an overestimation of the actual production since most of the desalinization plants are not in good operating condition. The present level of wastewater treatment is estimated at about 40 million m³/year. All treated wastewater is used for agricultural purposes.

Water use

Table 4 presents the groundwater abstraction per area during the period 1975-2000. The total abstraction of 4 200 million m³/year is about 8 times the annual renewable groundwater resources and therefore the Libyan Arab Jamahiriya depends heavily on fossil groundwater. The coastal aquifers are the only ones that are being recharged by rainfall but uncontrolled groundwater development from these aquifers exceeds the annual replenishment. This has caused a severe water level decline and seawater

TABLE 4
Total groundwater withdrawal in the Libyan Arab Jamahiriya from 1975 - 2000

	Water abstraction in million m³/year					
Area	**1975**	**1980**	**1985**	**1990**	**1995**	**2000**
Al Jabal al Akhdar	134	205	255	339	290	334
Al Kufrah - As Sarir	224	295	487	526	560	575
Jifarah	567	600	780	860	1 070	1 060
Hamada el Hamra	132	299	418	431	417	405
Murzuq	430	1 055	1 181	1 306	1 519	1 754
Jabal Hasawna	0	0	0	0	0	140
Total	**1 487**	**2 454**	**3 120**	**3 462**	**3 855**	**4 268**

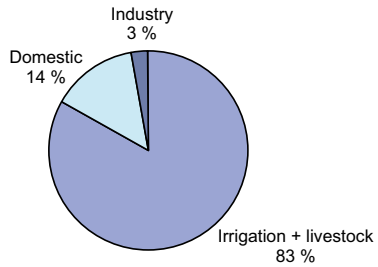
encroachment, which makes the coastal groundwater resources almost unusable because of their high salinity.

This situation has accelerated the process of water transfer through the implementation of "The Great Manmade River Project" (GMRP), which is designed to transport eventually 2 300 million m³ of fossil water from the Libyan South, where a huge amount of fossil groundwater has been stored since the late Quaternary, to the North, where the water is urgently needed. The project is ongoing and consists of five phases, of which Phase I and II are currently being implemented. For Phase I, two well fields in the As Sarir - Al Kufrah Basin have been designed to convey 730 million m³ of water per year to the coastal areas extending from Binghazi to Sirt. The first well field is located in the Sarir area and produces currently 94 million m³ of water, which is 25-30 percent of its capacity. The second well field is located near the village of Tazirbu, some 200 km south of the Sarir well field, and is under construction. Phase II consists of several well fields in the Jabal Hasawna area, designed to transport some 910 million m³ of water per year to the Jifarah plain around Tripoli. The first wells are now in operation and produce about 140 million m³ of water per year. The GMRP is designed mainly to serve irrigated agriculture, but until now the water has been used almost exclusively for domestic and industrial use in the major cities of the country.

Of the total water withdrawal of 4 268 million m³, about 83 percent is used for agricultural purposes, 14 percent for domestic use and 3 percent for industrial use (Table 2 and 5 and Figure 1). More than 30 percent of the present domestic water demand is supplied by the GMRP. Most of the industrial water is used for the oil industry (injection, processing and some domestic use).

According to the assumptions made about water productivity in agriculture, the total water requirement to support basic food self-sufficiency and to meet the domestic water demand of the 12 million Libyans in the year 2025 is estimated to range between 10.5 and 16.4 km³/year, compared to 4.3 km³/year at present. When the GMRP is fully operational, the total amount of water available for all uses, assuming that the present groundwater production equipment will be maintained until 2025, will be in the order of 6.5 km³/year and will thus barely cover 50 percent of the total water requirement.

FIGURE 1
Water withdrawal
Total: 4.268 km³ in 2000



IRRIGATION AND DRAINAGE DEVELOPMENT

Evolution of irrigation development

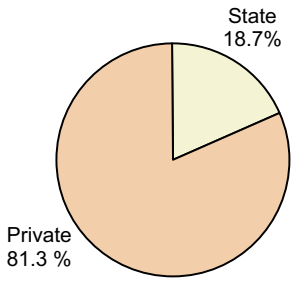
Irrigation potential has been estimated at 750 000 ha. However, the development of this

TABLE 5
Groundwater abstraction by area and sector objective (million m³/year)

Area	Domestic water supply**		Identified industrial water supply	Agriculture			Total
	Transport from GMRP*	Local production		Agricultural projects	Private agriculture	Total	
Al Jabal al Akhdar	0	127		0	207	207	334
Al Kufrah - As Sarir	94	12	117	204	148	352	575
Jifarah	0	140		0	920	920	1 060
Hamada el Hamra	0	36		209	160	369	405
Murzuq	0	58	0	271	1 425	1 696	1 754
Jabal Hasawna	140					0	140
Total	**234**	**373**	**117**	**684**	**2 860**	**3 544**	**4 268**

* GMRP = Great Manmade River Project
**Domestic water supply includes 5-10 million m³/yr of water used for industry which cannot be identified

FIGURE 2
Typology of irrigation
Total: 316 000ha actually irrigated in 2000



potential would have to rely mainly on the use of fossil water. Considering renewable water resources, it is estimated that a maximum of 40 000 ha could be irrigated in the coastal areas.

There are three different categories of farming in the irrigation sub-sector (Figure 2):

- Private irrigation, generally on 1-5 ha plots, which receives substantial state support for water equipment, energy, and agricultural inputs. This type of farming is mostly concentrated in the traditional development areas, i.e. the Jifarah Plain, the Jabal al Akhdar, and the Murzuq Basin, and the actually irrigated area covered about 257 000 ha in 2000.
- Large-scale state farming, mainly located in the southern areas, where new irrigation schemes have been set up based on highly productive deep wells supplying water to blocks divided into small plots and cultivated by small-scale farmers.
- Large-scale state farming, mainly located in the desert areas (usually pivot systems), operated by state technicians and workers.

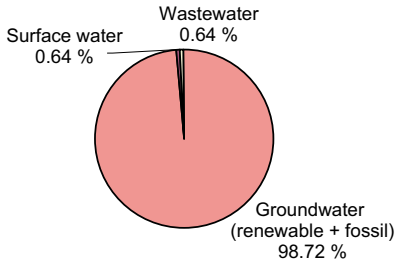
The total water managed area is approximately 470 000 ha, all equipped for full or partial control irrigation (Table 6). On almost the entire area sprinkler irrigation is practised, because of the sandy soils prevailing in most areas of the Libyan Arab Jamahiriya. The costs of installing sprinkler irrigation on a farm amount to about US$10 000/ha. It was estimated that of the total area of 470 000 ha, 316 000 ha was actually irrigated in 2000 (Table 7). About 99 percent is irrigated using groundwater, while the remaining 1 percent is irrigated by treated wastewater and surface water (Table 6 and Figure 3).

Because of the importance of private irrigation, representing some 81 percent of the net irrigated area in the Libyan Arab Jamahiriya, the figure of 316 000 ha should be considered a rough estimate, probably underestimated. With a cropping intensity that varies from 1.3 to 1.5 according to the area, the total harvested irrigated area (winter + summer irrigation) is estimated to range from 440 000 to 500 000 ha.

Role of irrigation in agricultural production, the economy and society

Yields from rainfed as well as irrigated agriculture are generally low. Apart from the aridity of the climate which reduces rainfed yields, this is due to prevailing shallow, coarse soils with limited natural fertility and high erosion risks. The average yield of irrigated wheat and barley is much lower than the yields obtained in other Mediterranean countries. The yields for irrigated fruits, vegetables and oil crops are generally also lower than in the surrounding countries but for these crops the differences are smaller. Apart from the crops mentioned in the Table 8, it is known that large areas of fodder (mainly berseem) are cultivated and irrigated in the winter.

FIGURE 3
Origin of water used for irrigation
Total: 470 000 ha in 2000



It is estimated that at least 80 percent of agricultural production depends on irrigated agriculture. There are no statistics of cropped

TABLE 6
Irrigation and drainage

Irrigation potential		**40 000**	**ha**
Water management			
1. Full or partial control irrigation: equipped area	2000	470 000	ha
- surface irrigation		-	ha
- sprinkler irrigation		-	ha
- localized irrigation		-	ha
• % of area irrigated from groundwater	2000	98.7	%
• % of area irrigated from surface water	2000	0.65	%
• % of area irrigated from wastewater	2000	0.65	
2. Equipped lowlands (wetland, ivb, flood plains, mangroves)		-	ha
3. Spate irrigation		-	ha
Total area equipped for irrigation (1+2+3)	**2000**	**470 000**	**ha**
• as % of cultivated area	2000	22	%
• average increase per year over the last 10 years	2000	0	%
• power irrigated area as % of total area equipped	2000	100	%
• % of total area equipped actually irrigated	2000	67	%
4. Non-equipped cultivated wetlands and inland valley bottoms		-	ha
5. Non-equipped flood recession cropping area		-	ha
Total water-managed area (1+2+3+4+5)	**2000**	**470 000**	**ha**
• as % of cultivated area	2000	22	%
Full or partial control irrigation schemes	**Criteria**		
Small-scale schemes	< ha		ha
Medium-scale schemes			
Large-scale schemes	> ha		ha
Total number of households in irrigation			
Irrigated crops in full or partial control irrigation schemes			
Total irrigated grain production	2000	135 500	tonnes
• as % of total grain production	2000	62	%
Total harvested irrigated cropped area	2000	441 000	ha
• Annual crops: total	2000	210 000	ha
. wheat	2000	70 000	ha
. vegetables	2000	60 000	ha
. barley	2000	50 000	ha
. potatoes	2000	10 000	ha
. pulses	2000	10 000	ha
. groundnut	2000	10 000	ha
. tobacco	2000	1 000	ha
• Permanent crops: total	2000	230 000	ha
. olives	2000	110 000	ha
. fodder	2000	70 000	ha
. fruit trees	2000	40 000	ha
. citrus	2000	10 000	ha
Irrigated cropping intensity	2000	140	%
Drainage - Environment			
Total drained area	2000	9 000	ha
- part of the area equipped for irrigation drained	2000	9 000	ha
- other drained area (non-irrigated)	2000	0	ha
• drained area as % of cultivated area	2000	0.4	%
Flood-protected areas		-	ha
Area salinized by irrigation	1998	190 000	ha
Population affected by water-related diseases		-	inhabitants

areas subdivided by rainfed or irrigated agriculture but a rough estimate of harvested crops under irrigation is given in Table 6 and Figure 4.

Food security is felt as a moral imperative for the Libyan leaders and huge efforts were made in the 1970s and 1980s to develop irrigated agriculture based on local water resources, and in the 1990s to create the conditions for the rehabilitation and

TABLE 7
Area actually irrigated area in Libya in ha around 2000

Area	Irrigated area in ha			Private irrigation as % of total
	State schemes	Private irrigation	Total	
Al Jabal al Akhdar	0	24 000	24 000	100.0
Al Kufrah - As Sarir	18 500	8 500	27 000	31.5
Jifarah	0	142 000	142 000	100.0
Hamada el Hamra	22 000	15 000	37 000	40.5
Murzuq	18 500	67 500	86 000	78.5
Total	**59 000**	**257 000**	**316 000**	**81.3**

FIGURE 4
Harvested irrigated crops
Total: 441 000 ha in 2000 (cropping intensity 140%)

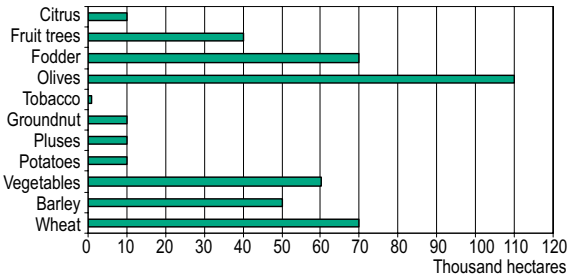


TABLE 8
Estimated crop yields in Libya

Crop	Yield in kg/ha	
	Rainfed	Irrigation
Wheat	650	1 400
Barley	450	750
Millet	1 200	-
Dates	2 800	8 600
Potatoes	-	7 300
Pulses	600	1 500
Citrus	-	10 500
Apples	8 300	20 000
Grapes	2 300	10 400
Vegetables	6 700	13 000
Olives	700	2 200
Groundnuts	-	1 800

development of the coastal agriculture through water transport from the south to the north. However, food security is distinctly different from food self-sufficiency which is now impossible and will be more and more difficult to achieve in the Libyan Arab Jamahiriya. A debated question is whether irrigation, mostly the one based on costly water transfer, remains justified in a situation of water scarcity where the only source of water is non-renewable groundwater and where economic returns from other sectors (oil industry) would allow an easy access to the international food market.

Status and evolution of drainage systems

In the Libyan Arab Jamahiriya, only about 2 percent of the irrigated land is estimated to be equipped with some form of drainage. This is mainly due to the lack of experience in the concept of drainage and the high cost of drainage installation. Moreover, most of the area under irrigation has sprinkler irrigation. The installation costs of sub-surface drainage systems are several times higher than the average international installation costs.

WATER MANAGEMENT, POLICIES AND LEGISLATION RELATED TO WATER USE IN AGRICULTURE

The responsibility for all water resources assessment and monitoring rests with the General Water Authority (GWA) which was established in 1972. The GWA is composed of six General Directorates: Planning, Follow-up and Statistics, Water Resources, Dams, Irrigation and Drainage, Soils, and Finance and Administration. It is concerned with the supervision of irrigation and drainage projects. Furthermore, it performs research and studies aimed at improving the irrigation network and it organizes on-the-job training programmes for its staff. It has a documentation centre and has recently established a system for data storage and retrieval linked to GIS. It also has a central laboratory equipped for various analyses related to water and soils.

The Secretariat of Agriculture and Animal Wealth is responsible for the development of irrigated agriculture and the implementation of major projects. A special Authority, called "The Great Manmade River Water Utilization Authority", is responsible for the use for agricultural purposes of the water transported from the desert to the coast. The

Secretariat of Municipalities takes care of the water supply to urban settlements. At present, no water fees are imposed on users of water for irrigation purposes.

ENVIRONMENT AND HEALTH

In the last decade private agriculture developed rapidly. Especially along the coast this led to uncontrolled development of the coastal aquifers exceeding the annual replenishment. This caused a severe water level decline and seawater encroachment, making the coastal groundwater resources almost unusable because of their high salinity. Currently, groundwater abstraction from private farms corresponds to 47 percent of the total abstraction and is the main sector of water use, but it almost completely lacks a water resources monitoring system.

An inadequate sanitation system in the urban agglomerations (mostly in Jabal Akhdar but also around most of the cities of the south) leads to severe pollution of the shallow aquifers around the cities. Important water abstraction, either for local agricultural projects or for water transport to the coast, will cause a significant water level decline in the aquifer, due to the non-renewable character of the water sources. This will slowly induce the disappearance of natural vegetation which is still important in the Wadi ash Shati or Ghadamis oases.

Improper irrigation and drainage practices have resulted in substantial degradation of soil in the southwestern part of the Libyan Arab Jamahiriya. The planned use of transport water for irrigation along the coast of Sirt where brackish aquifers exist at a shallow depth may also result in waterlogging and salinity problems if appropriate irrigation and drainage techniques are not applied.

PERSPECTIVES FOR AGRICULTURAL WATER MANAGEMENT

Irrigation development in the Libyan Arab Jamahiriya is linked to the implementation of the project to transport fossil water from the aquifer below the desert. Through the GMRP, consisting of five phases, the total volume of water to be transferred and redistributed within the country will amount to about 2 km^3/year for a period of at least 50 years:

- Phase 1, completed recently, is expected to supply the north-central and northeastern zones extending from Benghazi to Sirt with a total of 700 million m^3/year at a continuous flow rate of 2.0 million m^3/day. Water will be produced by two well fields, Sarir and Tazirbu.
- Phase 2, under construction, will deliver 800 million m^3/year at a rate of 2.5 million m^3/day to the northwestern part of the country (Jifarah Plain) from more than 500 wells, distributed in several well fields located in the northern and north-eastern part of the Murzuq basin.
- Phase 3 will add about 500 million m^3/year to Phase 1 at a rate of 1.6 million m^3/day from an additional well field within the Kufra basin.
- Phases 4 and 5 will not involve any additional water production. Instead, the conveyance lines of Phase 1 will be extended farther to the east to reach Tobruk, and farther to the west to link with the Phase 2 pipelines.

Part of the water transported will be used for the water supply of the major cities on the coast: Tripoli, Benghazi, Sirt and Misratah. The urban water demand is growing rapidly and will need to be met increasingly by the transfer of water from irrigated agriculture to domestic use. This is clearly the case in the Jifarah Plain (including Jabal Nafusah) where the domestic water demand in the year 2025 will be in the order of 2 million m^3/day, which is almost the whole amount of the planned water transport from Jabal Hasawna. This means that the planned use of the GMRP water for agriculture will have to be progressively but drastically reduced, even when taking into account a further increase in reuse of wastewater. The only way to prevent this from happening would be through expanding the use of desalination technology.

MAIN SOURCES OF INFORMATION

CIA. *The World Factbook - Libya*.

International Small Hydro Atlas. (http://www.small-hydro.com/)

Pallas, P. 1980. Water resources of the Socialist People's Libyan Arab Jamahiriya. In: *The Geology of Libya. Proceedings of the Second Symposium on the Geology of Libya*. Academic Press, London.

Saad A. Alghariani. 1993. *Satisfying future water demands of northern Libya*.

Salem, O.M. 1992. The Great Manmade River project. In: *Water Resources Development, 8(4)*.

Madagascar

GÉOGRAPHIE, CLIMAT ET POPULATION

Madagascar occupe une superficie de 587 040 km². Administrativement, l'île est divisée en six provinces et chaque province en *Fivondronana* (anciennes préfectures ou sous-préfectures) au nombre de 102. Trois traits généraux dominent la topographie de Madagascar: un relief accidenté, une dissymétrie est-ouest et une opposition entre les hautes terres et les régions côtières. Du point de vue géomorphologique, le socle très plissé et très arasé, qui couvre toute la partie centrale et la partie orientale du pays, se distingue de la couverture sédimentaire à intercalations volcaniques modérément inclinée sur toute la partie occidentale, depuis Antsiranana jusqu'à l'extrême sud. Les sols se répartissent selon trois régions:

- le versant oriental où prédominent des sols ferralitiques «jaune sur rouge», des sols de teintes jaunâtres formés sur des alluvions et des sols tourbeux riches en sulfure;
- un domaine des hauts plateaux à influence occidentale: prédominance des sols ferralitiques rouges formés sur alluvions à hydromorphie moins marquée que dans les régions orientales et des sols tourbeux (dans la dépression du lac Alaotra et dans la plaine d'Antananarivo);
- la zone occidentale et méridionale où des sols ferrugineux tropicaux, calcimorphes ou méditerranéens reposent en majorité sur le socle.

La forêt couvrait 13.26 millions d'hectares en 1996, soit 23 pour cent de la superficie totale. On note cependant que de 1997 à 2000, la Direction générale des eaux et forêts a enregistré la destruction par les feux de brousse de près de 3.74 millions d'hectares, les superficies reboisées ne couvrant que 14 200 ha pendant cette même période. Trois types de végétation se partagent le pays:

- la forêt ombrophile dans les régions sans saison sèche sur le versant oriental;
- la forêt tropophile de l'ouest correspondant au climat à saison sèche, mais avec des précipitations estivales abondantes;
- la brousse xérophile à épineux et succulents rencontrée dans le sud-ouest, région relativement sèche.

En 2002, les superficies cultivées (terres arables et cultures permanentes) occupaient 3.55 millions d'hectares soit 6 pour cent du territoire (tableau 1). Les cultures vivrières sont les activités agricoles de base et dominent la région des hautes terres centrales, la partie médiane de l'ouest et la partie orientale. Les cultures de rente (industrielles ou d'exportation) occupent la partie orientale, le nord, le sud et l'ouest.

Madagascar reçoit en moyenne 1 513 mm de précipitations par an. Il faut toutefois noter qu'il existe de fortes disparités entre les régions en matière de pluviométrie, et que certains endroits de l'île souffrent de pénuries d'eau. Quatre zones climatiques sont observables:

TABLEAU 1
Caractéristiques du pays et population

Superficies physiques			
Superficie du pays	2002	58 704 000	ha
Superficie cultivée (terres arables et cultures permanentes)	2002	3 550 000	ha
• en % de la superficie totale du pays	2002	6	%
• terres arables (cultures temporaires + prairies et jachères temp.)	2002	2 950 000	ha
• cultures permanentes	2002	600 000	ha
Population			
Population totale	2004	17 901 000	habitants
• dont rurale	2004	73	%
Densité de population	2004	30	habitants/km²
Population active	2004	8 582 000	habitants
• en % de la population totale	2004	48	%
• féminine	2004	45	%
• masculine	2004	55	%
Population active dans le secteur agricole	2004	6 220 000	habitants
• en % de la population active	2004	72	%
• féminine	2004	50	%
• masculine	2004	50	%
Économie et développement			
Produit intérieur brut (PIB)	2003	5 500	millions de $EU/an
• valeur ajoutée du secteur agricole (% du PIB)	2003	29.2	%
• PIB par habitant	2003	307	$EU/an
Indice de développement humain (la valeur la plus élevée = 1)	2002	0.469	
Accès aux sources améliorées d'eau potable			
Population totale	2002	45	%
Population urbaine	2002	75	%
Population rurale	2002	34	%

- La province de Toamasina et une partie de la province d'Antsiranana dans l'est ont un climat tropical humide: la pluviométrie est supérieure à 1 500 mm/an avec un ou deux mois secs, et la température du mois le plus frais est de 15°C.
- Les provinces d'Antananarivo et de Fianarantsoa dans la région de Tsaratanana dans les hautes terres ont un climat tropical d'altitude (900 à 2 000 m): la pluviométrie est supérieure à 1 500 mm/an avec quatre ou cinq mois secs et la température du mois le plus frais est comprise entre 10°C et 15°C.
- La province Mahajanga et la partie nord de la province Toliary dans la région côtière ouest ont un climat tropical sec: la pluviométrie est inférieure à 800 mm/an avec huit mois secs.
- La partie sud de la province de Toliary a un climat semi-aride: la pluviométrie est inférieure à 400 mm/an avec huit mois secs et la température du mois le plus frais est de 20°C.

D'une manière générale, à l'exception de la côte est et de l'île de Nosy Be, le contraste entre une saison chaude et humide (octobre à mars) et une saison plus fraîche et moins pluvieuse (avril à septembre) est très net. Dans la zone nord-est la hauteur de pluie peut dépasser les 3 000 mm, alors que dans le sud on enregistre une sécheresse très marquée et prolongée. Sur la côte est, la pluie est répartie pendant toute l'année. Madagascar est frappé chaque année par des cyclones tropicaux. La période cyclonique se situe le plus souvent entre les mois de décembre et mars.

La population totale était estimée à 17.9 millions d'habitants en 2004, soit une densité de 30 habitants/km² (tableau 1). Le taux de croissance démographique pour 2001 était de 2.8 pour cent. La population habite à 73 pour cent en milieu rural. Le taux d'accès des populations aux sources améliorées d'eau potable était évalué à 45 pour cent en 2002; il varie de 75 pour cent en milieu urbain à 34 pour cent en milieu rural. Le taux de pauvreté est important: de 73.3 pour cent en 1997 et 71.3 pour cent en

1999 à l'échelle du pays, ces taux sont respectivement de 76 pour cent et 75 pour cent en milieu rural. Fin 2001 la prévalence du VIH/SIDA atteignait 0.3 pour cent pour les adultes (15-49 ans).

ÉCONOMIE, AGRICULTURE ET SÉCURITÉ ALIMENTAIRE

En 2000, l'agriculture contribuait pour environ 29 pour cent au PIB et à 40 pour cent aux exportations, représentant le moyen de subsistance de 75 pour cent de la population. La population active en agriculture, en 2004, constituait 72 pour cent de la population active totale (tableau 1). En 2000, environ 91 pour cent de la valeur des exportations de produits agricoles étaient imputable aux produits des cultures de rentes (café, girofle, vanille, etc.).

RESSOURCES EN EAU ET UTILISATION DE L'EAU

Ressources en eau

Les ressources en eau renouvelables sont estimées à 337 km^3/an. Les ressources en eau de surface renouvelables sont évaluées à 332 km^3/an, les ressources souterraines à 55 km^3/an, avec une partie commune entre eaux de surface et eaux souterraines estimée à 50 km^3/an. Les principaux fleuves et rivières drainent près de 335 405 km^2 de bassins versants, soit 57 pour cent de la superficie totale du pays. Les 13 retenues les plus importantes ont une capacité totale d'environ 493 millions de m^3, dont 108 millions sont destinés à l'irrigation et 385 millions à l'hydro-électricité.

Utilisation de l'eau

Le prélèvement en eau renouvelable était estimé en 2000 à 14.970 km^3 dont 14.313 km^3 pour l'agriculture (95.6 pour cent), 0.423 km^3 pour la consommation domestique (2.8 pour cent) et 0.234 km^3 pour l'industrie (1.6 pour cent) (tableau 2 et figure 1). L'irrigation utilise l'eau de surface, vu le coût élevé d'exploitation des eaux souterraines. Les puits et les forages sont essentiellement destinés à l'approvisionnement en eau potable. On dénombre 2 973 puits et forages dans tout le pays; ils desservent quelque 1.36 million d'habitants ruraux.

TABLEAU 2
L'eau: ressources et prélèvement

Les ressources en eau renouvelables			
Précipitations moyennes		1 513	mm/an
		888	10^9 m^3/an
Ressources en eau renouvelables internes		337	10^9 m^3/an
Ressources en eau renouvelables réelles totales		337	10^9 m^3/an
Indice de dépendance		0	%
Ressources en eau renouvelables réelles totales par habitant	2004	18 826	m^3/an
Capacité totale des barrages	2002	493	10^6 m^3
Prélèvements en eau			
Prélèvement total en eau	2000	14 970	10^6 m^3/an
- agricole	2000	14 313	10^6 m^3/an
- domestique	2000	423	10^6 m^3/an
- industriel	2000	234	10^6 m^3/an
• par habitant	2000	937	m^3/an
• en % des ressources en eau renouvelables réelles totales	2000	4.4	%
Ressources en eau non conventionnelles			
Volume d'eaux usées produit		-	10^6 m^3/an
Volume d'eaux usées traité		-	10^6 m^3/an
Réutilisation des eaux usées traitées		-	10^6 m^3/an
L'eau dessalée produite		-	10^6 m^3/an
Réutilisation des eaux de drainage		-	10^6 m^3/an

FIGURE 1
Prélèvements en eau
Total: 14.970 km³ en 2000

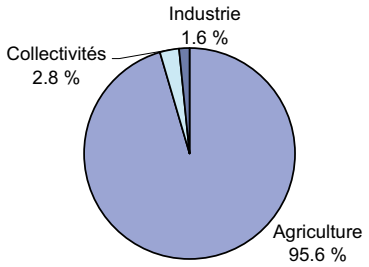
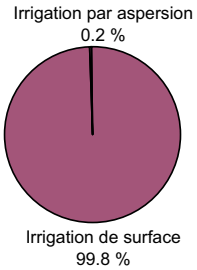


FIGURE 2
Techniques d'irrigation
Total: 1 086 291 ha en 2000



DÉVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION ET DU DRAINAGE

Évolution du développement de l'irrigation

Madagascar possède un potentiel irrigable de près de 1 516 900 ha: 786 291 ha de périmètres formels équipés, 187 000 ha d'extensions de ces périmètres, qui ne sont pas encore équipés mais sont considérés irrigables, 300 000 ha de périmètres familiaux, plus 243 600 ha résultant de l'inventaire effectué par SOGREAH en 1969. Ces derniers sont des plaines irrigables gravitairement à partir de barrages de retenue ou de dérivation, ou de prises directes au fil de l'eau et se limitent à des superficies de plus de 1 000 ha d'un seul tenant.

Le dernier périmètre aménagé date de 1990, s'étend sur 820 ha et est destiné à la riziculture. Depuis lors, les interventions se sont concentrées sur la réhabilitation d'équipements d'irrigation existants. Depuis 1985, le Programme périmètres irrigués a pu réhabiliter (ou réaliser des réparation urgentes dues aux dégâts cycloniques) 145 périmètres irrigués, soit plus de 90 000 ha de plaines rizicoles. Le Fonds européen de développement (FED), la Caisse française de développement (CFD) et la Banque mondiale (BM) en ont été les principaux bailleurs de fonds. Dans la plaine de Basse Betsiboka, le Groupe de banques allemandes (KfW) et la Banque africaine de développement (BAD) ont aussi réhabilité certains périmètres irrigués, et dans le périmètre de Bas-Mangoky près de 8 000 ha sont en cours de remise en état grâce à des fonds octroyés par la BAD. Par ailleurs, plusieurs projets multisectoriels prévoient également, parmi leurs activités, la construction et la réhabilitation des micro-périmètres, essentiellement rizicoles. Tels sont le Projet de mise en valeur du haut Bassin du Mandrare (PHBM) dans le sud et le Projet d'amélioration et de développement agricole du nord-est (PADANE), financés par le FIDA, le Programme spécial pour la sécurité alimentaire (PSSA) sur financement PNUD-FAO, le Projet de soutien au développement rural (PSDR), le Fonds d'intervention pour le développement (FID) financé par la Banque mondiale, et le Programme d'appui à la sécurité alimentaire (PASA) financé par l'Union européenne (UE).

L'irrigation à maîtrise totale/partielle, avec une superficie totale de 1 086 291 ha, est essentiellement gravitaire à partir des eaux de surface (tableau 3). Les ouvrages d'alimentation les plus courants sont les prises au fil de l'eau et les barrages de dérivation. Seuls 3 500 ha dans la plaine de Basse-Betsiboka (Marovoay) sont irrigués par 13 stations de pompage, et 2 400 ha de canne à sucre par aspersion dans la plaine de Morondava Dabara (figure 2).

Le secteur irrigué est généralement présenté en (figure 3 et 4):

- Grands périmètres irrigués (GPI) de surface unitaire supérieure à 2 500 ha.
- Petits périmètres irrigués (PPI) entre 200 ha et 2 500 ha.
- Micro-périmètres irrigués (MPI) inférieurs à 200 ha.
- Périmètres familiaux (PF) (quelques centaines de m²) qui couvriraient une superficie totale de 300 000 ha. Ils se distinguent par des aménagements de

TABLEAU 3
Irrigation et drainage

Potentiel d'irrigation		**1 516 819**	**ha**
Contrôle de l'eau			
1. Irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée	2000	1 086 291	ha
- irrigation de surface	2000	1 083 891	ha
- irrigation par aspersion	2000	2 400	ha
- irrigation localisée		-	ha
• partie irriguée à partir des eaux souterraines	2000	0	%
• partie irriguée à partir des eaux de surface	2000	100	%
2. Zones basses équipées (marais, bas-fonds, plaines, mangroves)		-	ha
3. Irrigation par épandage de crues		-	ha
Superficie totale équipée pour l'irrigation (1+2+3)	**2000**	**1 086 291**	**ha**
• en % de la superficie cultivée	2000	31	%
• augmentation moyenne par an sur les 8 dernières années	1992-2000	0	%
• superficie irriguée par pompage en % de la superficie équipée	2000	0.3	%
• partie de la superficie équipée réellement irriguée	2000	99.5	%
4. Marais et bas-fonds cultivés non équipés		-	ha
5. Superficie en cultures de décrue non équipée	2000	9 750	ha
Superficie totale avec contrôle de l'eau (1+2+3+4+5)	**2000**	**1 096 041**	**ha**
• en % de la superficie cultivée	2000	31.3	%
Périmètres en maîtrise totale/partielle **Critère**			
Périmètres d'irrigation de petite taille < 200 ha	2000	800 000	ha
Périmètres d'irrigation de taille moyenne 200 - 2 500 ha	2000	179 641	ha
Périmètres d'irrigation de grande taille > 2 500 ha	2000	106 650	ha
Nombre total de ménages en irrigation		-	
Cultures irriguées dans les périmètres en maîtrise totale/partielle			
Production totale de céréales irriguées	2002	2 350 000	tonnes
• en % de la production totale de céréales	2002	84	%
Superficie totale en cultures irriguées récoltées	2000	1 080 691	ha
• Cultures annuelles/temporaires: superficie totale		-	ha
- riz	2000	1 062 398	ha
- canne à sucre	2000	17 050	ha
- coton	2000	1 243	ha
- autres cultures annuelles		-	ha
Intensité culturale des cultures irriguées	2000	100	%
Drainage - Environnement			
Superficie totale drainée		-	ha
- partie de la superficie équipée pour l'irrigation drainée		-	ha
- autres surfaces drainées (non irriguées)		-	ha
• superficie drainée en % des terres arables et cultures permanent2s		-	%
Superficie protégée contre les inondations		-	
Superficie salinisée par l'irrigation		-	ha
Population touchée par les maladies hydriques liées à l'eau		-	habitants

conception et construction rudimentaire, sans intervention gouvernementale. Les canaux y sont en terre, les ouvrages hydrauliques en bois, et les prises d'eau de simples saignées pratiquées sur les berges des canaux. Les parcelles ne sont pas protégées contre les crues ni contre les ruissellements des eaux des bassins versants. Sont très rares, pour ne pas dire inexistants, les systèmes d'exhaure manuelle ou l'irrigation par pompage. Ces infrastructures sont temporaires et doivent donc être réparées ou reconstruites à chaque début de campagne, surtout après une saison de pluie abondante. Il n'est pas rare de voir de tels périmètres abandonnés à cause des dégâts provoqués aux installations par les crues ou de l'ensablement des parcelles. On les rencontre dans des dépressions fermées et leur superficie ne dépasse guerre 10 ha d'un seul tenant. Ils ne font pas l'objet de recensements reproduits sur un plan cadastral.

FIGURE 3
Typologie des périmètres irrigués en maîtrise totale/partielle
Total: 1 086 291 ha en 2000

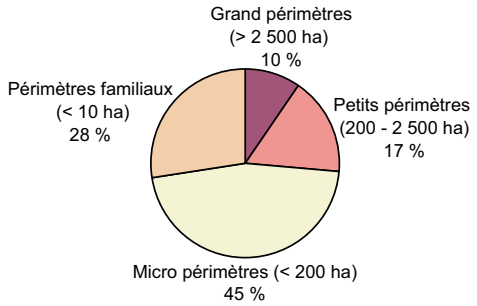


FIGURE 4
Répartition par province des périmètres irrigués (GPI + PPI)
Total: 286 291 ha en 2000

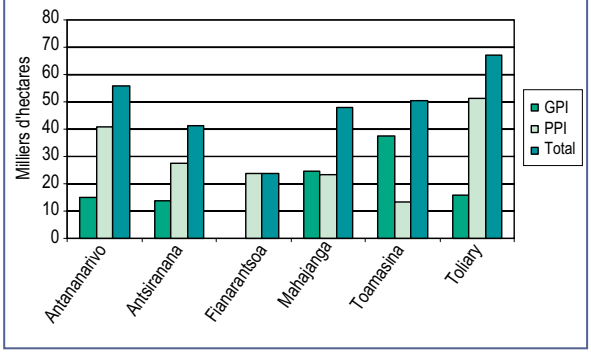
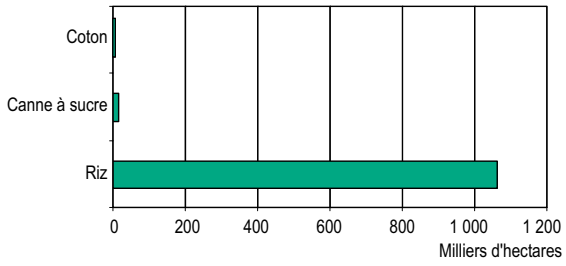


FIGURE 5
Cultures irriguées
Total: 1 080 691 ha en 2000
(intensité culturale 100%)



On tend à présent à classer les périmètres suivant la complexité des infrastructures hydro-agricoles et le mode de gestion et d'entretien du périmètre plutôt que suivant le critère de superficie. On distinguera dès lors: i) les périmètres partenaires où l'État intervient dans la gestion et l'entretien des ouvrages non transférés aux Associations d'usagers de l'eau (AUE); ii) les périmètres autonomes où seules les AUE sont responsables de la gestion de l'entretien de leur périmètre. Dans cette nouvelle classification, tous les GPI sont classés dans les périmètres dits partenaires, tous les MPI et les PF dans les périmètres dits autonomes, et les PPI se trouvent suivant le cas soit dans la première soit dans la deuxième catégorie.

Les cultures irriguées sont essentiellement (tableau 3 et 4 et figure 5):

- le riz: 1 062 398 ha en 2000 (périmètres familiaux estimés à 300 000 ha) sur une superficie totale cultivée évaluée entre 1 300 000 et 1 450 000 ha;
- le coton: 1 243 ha sur 28 553 ha cultivés; le reste (27 310 ha) se répartit en cultures de décrue sur 9 750 ha et en cultures pluviales sur 17 560 ha;
- la canne à sucre: 17 050 ha dans des exploitations à caractère industriel (dont 2 400 ha irrigués par aspersion) sur 67 320 ha cultivés.

Rôle de l'irrigation dans la production agricole, l'économie et la société

On note que sur la superficie totale cultivée en riz, 10 pour cent sont en riz pluvial et 11 pour cent sur *tavy*[1], soit environ 300 000 ha. En 2002, la production du paddy dans le pays s'élevait à 2 480 000 tonnes sur une superficie totale emblavée de 1 212 000 ha, soit un rendement de 2 tonnes/ha. Le blé et les légumes sont cultivés dans les bas-fonds ou sur les rizières après la récolte de riz (cultures en contre-saison). Elles ne sont pas irriguées, mais profitent de l'humidité résiduelle du sol et de la faible profondeur de la nappe phréatique. En 1995, 7 000 ha de terres étaient emblavés en blé, en 2002 le blé ne couvrait plus qu'une

[1] La culture de riz sur «tavy» est une culture de montagne sur brûlis, pratiquée principalement dans la zone côtière de la falaise orientale. On revient rarement sur une même parcelle déjà utilisée. Le défrichement se réalise en septembre – octobre, la mise à feu en novembre, le semis par poquets en décembre, et la récolte en juin. Le rendement, très faible, est compris entre de 0,6 et 0,8 t/ha. Le riz «tavy» est associé à d'autres cultures telles que la maïs ou le haricot.

TABLEAU 4
Répartition des périmètres irrigués par province et culture

Province	Type	Superficie de riz (ha)			Superficie de coton (ha)			Superficie de canne à sucre (ha)			Total (ha)	
		Nbre	Equipé	Irrigué	Nbre	Equipé	Irrigué	Nbre	Equipé	Irrigué	Equipé	Irrigué
Antananarivo	PPI	81	40 886	40 886	-	-	-	-	-	-	40 886	40 886
	GPI	1	15 000	15 000	-	-	-	-	-	-	15 000	15 000
Antsiranana	PPI	35	27 615	27 615	-	-	-	-	-	-	27 615	27 615
	GPI	1	3 000	3 000	-	-	-	1	10 650	10 650	13 650	13 650
Fianarantsoa	PPI	88	23 699	23 699	-	-	-	-	-	-	23 699	23 699
	GPI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mahajanga	PPI	59	23 193	23 193	-	-	-	-	-	-	23 193	23 193
	GPI	1	20 600	20 600	-	-	-	1	4 010	4 010	24 610	22 010
Toamasina	PPI	32	13 135	13 135	-	-	-	-	-	-	13 135	13 135
	GPI	1	35 000	35 000	-	-	-	1	2 390	2 390	37 390	37 390
Toliary	PPI	72	49 870	49 870	1	1 243	1 243	-	-	-	51 113	51 113
	GPI	2	16 000	13 000	-	-	-	-	-	-	16 000	13 000
TOTAL	PPI	367	178 398	178 398	1	1 243	1 243	-	-	-	179 641	179 641
	GPI	6	89 600	84 000	-	-	-	3	17 050	17 050	106 050	101 050
MPI		?	500 000	500 000	-	-	-	-	-	-	500 000	500 000
PF		?	300 000	300 000	-	-	-	-	-	-	300 000	300 000
TOTAL		**?**	**1 067 998**	**1 062 398**	**1**	**1 243**	**1 243**	**3**	**17 050**	**17 050**	**1 086 291**	**1 080 691**

superficie totale de 4 000 ha produisant 9 000 tonnes de blé. Les cultures vivrières telles que manioc, patates douces et maïs sont toutes pluviales. En 2000, les productions se chiffraient à: 2 463 400 tonnes de manioc sur 351 700 ha, 512 600 tonnes de patates douces sur 91 000 ha, et 169 800 tonnes de maïs grain sec sur 192 100 ha. Environ 54 pour cent du programme d'investissement 2000-2002 prévus pour l'agriculture étaient consacrés au secteur irrigué.

GESTION DE L'EAU, POLITIQUES ET DISPOSITIONS LÉGISLATIVES RÉGISSANT L'UTILISATION D'EAU EN AGRICULTURE

Institutions

Les principales institutions participant à la gestion de l'eau sont:

- Le Ministère de l'agriculture, de l'élevage et de la pèche (MAEP) est le principal intervenant dans le secteur irrigué, avec sa Direction d'appui aux investissements ruraux (DAIR) chargée de coordonner et de mettre en œuvre la politique du MAEP en matière d'aménagement hydro-agricole et d'équipement en milieu rural. Elle comprend les services suivants: i) le Service d'appui à la gestion des ouvrages et des équipements (SAGOE); ii) le Service de l'irrigation et de l'aménagement rural (SIAR); iii) le Service de la promotion de la mécanisation agricole (SPMA).
- La Direction des eaux et forêts (DEF), sous la tutelle du Ministère des eaux et des forêts et de l'environnement (MEFE) intervient dans les aménagements des vallées forestières.
- La Direction de l'eau et de l'assainissement (DEA) du Ministère de l'énergie et des mines (MEM).
- Le Centre national de recherche appliquée au développement rural (FOFIFA) est rattaché au Ministère de la recherche scientifique.
- Le Ministère chargé des finances et du budget coordonne les investissements alloués aux projets de développement rural en général dont les projets d'aménagement hydro-agricoles.

Au niveau des régions existent les Directions régionales du développement rural (DRDR), à la tête desquelles se trouve la Direction générale du développement des régions (DGDR), qui à son siège à Antananarivo. Leur organisation comprend plusieurs services, dont le Service de l'agriculture, le Service du génie rural, le Service

de la pêche, et le Service de l'élevage. Plusieurs organisations non gouvernementales (ONG) participent également au développement de l'irrigation et à la réhabilitation d'ouvrages de micro-hydraulique. Le financement provient soit de l'ONG elle-même, ou de bailleurs de fonds internationaux.

Gestion de l'eau

Avant 1985, la gestion des grands périmètres était assurée par des Sociétés d'État et celle des petits périmètres par les Services du génie rural. Actuellement l'entretien, la gestion et la police sont passés aux mains des bénéficiaires constitués en AUE; cependant les infrastructures restent propriété de l'État. Un manuel servant de guide pour la conduite de la gestion et l'entretien des réseaux a été élaboré à l'intention des AUE. En 2002, 505 AUE ont été mises en place et 48 transferts de gérance des réseaux aux AUE ont pu être effectués sur deux GPI et 29 PPI. Depuis 1994, toute action menée sur les périmètres irrigués est basée sur des méthodes participatives qui prévoient l'intervention d'acteurs locaux (paysans bénéficiaires, élus) depuis le stade de l'étude jusqu'à celui de la réception définitive des travaux.

Financement

L'eau proprement dite n'est pas payante, mais les AUE supportent les frais relatifs à l'entretien de leurs périmètres et au fonctionnement de leur bureau, frais qu'elles déterminent elles-mêmes en fonction de leur programme de travail. L'État assure l'encadrement technique et l'entretien des gros ouvrages dits stratégiques non transférés, et intervient dans les gros travaux de réparation rendus nécessaires par les inondations. Un Fonds d'entretien des réseaux hydro-agricoles (FERHA) a été créé, et des mesures d'accompagnement (détaxation des intrants agricoles) sont appliquées.

Politiques et dispositions législatives

Les textes de loi régissant l'utilisation de l'eau en agriculture sont:

- La déclaration de politique sectorielle de l'eau qui vise:
  - La protection, la conservation et l'utilisation rationnelle et intégrée des ressources en eau du pays, car ces ressources sont menacées et commencent à s'épuiser du fait de leur exploitation incontrôlée;
  - la réglementation et le contrôle de leur utilisation par l'État;
  - le désengagement de l'État vis-à-vis des activités d'exploitation, tout en conservant la gestion des grandes infrastructures; il jouera un rôle de promoteur et de responsable de l'élaboration et de la mise en œuvre de la politique sectorielle de l'eau et de l'assainissement;
  - la confirmation du principe de non-gratuité de l'eau.
- Le Code de l'eau: Loi N° 98-029 du 27-01-1999. Cette loi érige l'eau en patrimoine de la nation. L'eau est un bien public relevant du domaine public dont chaque collectivité est le garant dans le cadre de ses compétences. À ce titre, le code de l'eau fixe les conditions permettant d'assurer la gestion intégrée des ressources en eau et met en place un cadre institutionnel pour promouvoir le développement rationnel du secteur de l'eau et de l'assainissement. Dans ses articles 29 à 31 figurent les dispositions relatives à l'eau d'irrigation.
- La Loi N° 90–016 du 20-07-1990 fixe les modalités du transfert de la gestion des périmètres irrigués aux AUE, suite au désengagement de l'État vis-à-vis de la gestion de l'entretien et de la police des réseaux hydro-agricoles, ce qui a déterminé la création des AUE. Les associations sont tenues de couvrir les coûts engendrés par la prise en main de ces fonctions.
- En 1994, le MAEP a défini une nouvelle orientation du développement du secteur irrigué ayant pour objectifs d'assurer la pérennité des infrastructures agricoles en vue: i) de permettre l'intensification agricole et la diversification

des systèmes agricoles, ii) de promouvoir la spécificité régionale et iii) de réduire la contribution financière de l'État au secteur irrigué. Pour ce faire, s'impose la mise en place et le soutien des AUE, la sécurisation foncière, la participation effective des AUE aux actions d'aménagement et la protection de l'environnement des périmètres irrigués.

- Par la suite, des arrêtés ministériels ont été publiés portant approbation des cahiers des charges contenant des prescriptions spéciales relatives au transfert de gérance des périmètres irrigués aux associations reconnues: l'arrêté N° 1708/97 du 13-02-1997 pour les PPI, N° 4292/97 du 06-05-1997 pour les GPI modifié par N° 1366/98 du 24-02-1998, et N° 4293/97 du 06-05-1997 pour les MPI modifié par N° 1365/98 et N° 1369/98 du 24-02-1998.

ENVIRONNEMENT ET SANTÉ

L'utilisation des produits phytosanitaires et des engrais (minéraux ou organiques) est encore minime, de même que le risque de contamination des aquifères. Un décret préconise la réalisation d'une étude d'impact sur l'environnement avant tout projet de construction, y compris les aménagements hydro-agricoles. Le passage des canaux à proximité des villages offre aux habitants riverains la possibilité d'utiliser les eaux pour l'usage domestique (lessive, bains, etc.) mais provoque une pollution accrue de l'eau. De plus, les eaux stagnantes le long des canaux et dans les rizières sont des milieux de propagation du paludisme et de la bilharziose, notamment le long des zones côtières (Tamatave, Morondava, Mangoky) et pendant la saison chaude.

PERSPECTIVES POUR LA GESTION DE L'EAU EN AGRICULTURE

La filière riz reste la filière dominante du secteur irrigué. En matière de développement rural, l'irrigation est l'une des principales préoccupations. L'objectif est l'autosuffisance alimentaire et particulièrement l'autosuffisance en riz, principal aliment de la population (de 114 à 145 kg/an par habitant). La concrétisation de la politique de développement de l'irrigation se traduit par la réhabilitation physique des périmètres irrigués existants et la mise en place et la formation des AUE. Le problème de la pérennisation des acquis existe toujours car le niveau d'autogestion des AUE reste faible. La valorisation des investissements consentis ne pourra se faire que si un minimum d'encadrement technique de ces AUE est assuré par l'administration pendant la période de transition. Les moyens dont dispose l'État pour réaliser les travaux d'entretien des gros ouvrages sont encore limités. La recherche et la procédure d'obtention des financements nécessaires à la réparation des dégâts causés par les cyclones prennent souvent du temps et retardent de beaucoup la réalisation des travaux. La mise en place effective et la mobilisation accélérée des fonds d'entretien des réseaux hydro-agricoles, ainsi que la mise en place d'un Conseil national de secours, résoudront certainement ces problèmes. Les atteintes à l'environnement (déforestation, feux de brousse) constituent également des contraintes majeures à la pérennité des périmètres. Enfin, depuis quelques années, la réhabilitation des infrastructures n'est plus l'unique composante des projets, mais s'accompagne d'éléments liés à l'aquaculture, à l'élevage, aux cultures maraîchères, aux pistes et à l'amélioration des conditions d'hygiène en milieu rural.

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

Agrar und Hydrotechnik Gmbh. 1992. Revue sectorielle de l'irrigation: *Études institutionnelles*.

Aldegheri, M., Battistini, R., Bourgat, F., Dunque, G., Koechlin, J., Petit, M., Roederer, P. 1969. *Atlas de Madagascar*.

Andrianarisoa, Christian. 2002. *Revue DMD n°31 779 du 04/10/2002*.

Banque mondiale. 1992. *Étude sectorielle de l'agriculture irriguée.* Division agriculture, Département des pays des grands lacs et de l'océan Indien, Région Afrique. Washington DC.

Battistini R., Hoerner J.M. 1986. *Géographie de Madagascar*.

Bensaid, R. 1992. *Amélioration de la productivité durable.* Rapport consultatif de programmation du 5ème cycle du PNUD. FAO, Rome.

Comité de coordination du projet de réhabilitation des périmètres irrigués. 1990. *Plan d'action 1991-1995*. Ministère de la production agricole et de la reforme agraire.

Direction de l'eau et de l'assainissement. 2002. *Tableau de bord, appui à la mise en place d'un système national intégré de suivi de pauvreté de l'INSTAT*. Ministère de l'énergie et des mines.

Direction de la planification et de l'information agricoles. 2001. *Statistiques agricoles: Annuaire 2000*. Ministère de l'agriculture.

FAO. 1993. *Projet de réhabilitation des petits périmètres irrigués*. FAO/CI rapport N° 9/93 CP-MAG 35. Rome.

Institut national de la statistique. 2002. *Enquête prioritaire auprès des ménages en 1999*.

Institut national de la statistique. 1995. *Recensement général de la population et de l'habitat en 199*3.

Ministère d'État à l'agriculture et au développement rural. 1994. *Déclaration de politique pour le développement du sous-secteur irrigué.*

Office national pour l'environnement. 2003. *Tableau de bord environnemental*.

ORSTOM. 1981. *Cartes des conditions géographiques de la mise en valeur agricole de Madagascar - Potentiel des unités physiques*.

Malawi

GEOGRAPHY, CLIMATE AND POPULATION

Malawi is a landlocked country, lying in Southern Africa between latitudes 9°22'S and 17°03'S and longitudes 33°40'E and 35°55'E. It is bordered by the United Republic of Tanzania to the north and northeast, Mozambique to the east, south and southwest, and Zambia to the west. The country has a total area of 118 480 km^2 with a total length of about 900 km and a maximum width of about 250 km. About 20 percent of its total area is covered by surface water bodies.

Malawi's topography is characterized by extremely diverse physical features. It is divided into four major physiographic zones:

- The highlands of Mulanje, Zomba and Dedza in the southern part of the country;
- The plateau of the central and northern regions;
- The rift valley escarpment;
- The rift valley plains along the lakeshores of Lake Malawi, the Upper Shire and Lower Shire Valleys.

The soils of Malawi have been grouped into 28 classes, predominated by three major soil types:

- The Eutric Leptosols, known as Lithosols, which occur in most areas of the country;
- The Chromic Luvisols, generally known as Latosols, which are the red-yellow soils of the Lilongwe plain and some parts of southern region;
- The Haplic Lixisols, which are the alluvial soils of lacustrine and river-line plains, the Vertisols of the lower shire valley and Phalombe plain and the Mopanosols in the Liwonde and Balaka areas.

The climate of Malawi is tropical continental and largely influenced by the huge water mass of Lake Malawi, which defines almost two-thirds of Malawi's eastern border. There are two distinct seasons: the rainy season from November to April and the dry season from May to October. The dry season may be divided into the cool dry period from May to July and the hot dry period from August to October.

Annual rainfall in Malawi ranges from 700 to 2 400 mm with mean annual rainfall being 1 180 mm. Its distribution is mostly influenced by the topography and proximity to Lake Malawi. The highest rainfall is experienced in the high altitude and mountainous areas of Mulanje, Zomba, Dedza and the plateaus of Viphya and Nyika while the lowest rainfall is experienced in the low lying areas of the Lower Shire Valley and other rain shadow areas.

The main rain bearing system in Malawi is the Inter-Tropical Convergence Zone (ITCZ). This is a broad zone in the equatorial low-pressure belt, towards which the northeasterly and southeasterly trade winds converge. This system is responsible for

most of the rain received in the country. Other rain bearing systems affecting Malawi are:

- Tropical cyclones, which are essentially intense low-pressure cells that originate in the Indian Ocean and move from east to west, bringing widespread heavy rainfall mostly in southern Malawi, which can cause serious flooding.
- The Convergence Ahead of Pressure Surges (CAPS) system, which develops as high-pressure cells continue to move over the southern tip of the sub-continent. This leads to the convergence ahead of the pressure surges causing isolated but locally heavy rains that normally precede the onset of the rainy season.
- The easterly waves system, which is mostly active towards the end of the rainy season (March/April). The existence of easterly waves in the atmosphere causes isolated but locally heavy rains in some parts of the country.

Temperatures are greatly influenced by the topography and decreases with increasing altitude. The mean maximum and minimum temperatures are 28 °C and 10 °C respectively in the plateau areas, and 32 °C and 14 °C respectively in the rift valley plains. The highest temperatures occur in October/November while the lowest temperatures are experienced in June/July.

In 2004, Malawi's population was about 12.3 million with an annual growth rate of 2.1 percent (Table 1). About 83 percent of the total population was rural. Malawi is the most densely populated country in the SADC region, with a population density of 104 inhabitants/km^2. The population is not evenly distributed throughout the country, and the Southern Region has some of the highest population densities in the country. In 2002, 96 percent of the urban population and 62 percent of the rural population were using improved drinking water sources (Table 1).

Though Malawi's fertility rate of 6.7 births per woman in the period 1990-1992 has dropped to 6.3 births per woman in 1998-2000, it still remains one of the highest in the

TABLE 1
Basic statistics and population

Physical areas			
Area of the country	2002	11 848 000	ha
Cultivated area (arable land and area under permanent crops)	2002	2 440 000	ha
• as % of the total area of the country	2002	21	%
• arable land (annual crops + temp. fallow + temp. meadows)	2002	2 300 000	ha
• area under permanent crops	2002	140 000	ha
Population			
Total population	2004	12 337 000	inhabitants
• of which rural	2004	83	%
Population density	2004	104	inhabitants/km^2
Economically active population	2004	5 876 000	inhabitants
• as % of total population	2004	48	%
• female	2004	49	%
• male	2004	51	%
Population economically active in agriculture	2004	4 777 000	inhabitants
• as % of total economically active population	2004	81	%
• female	2004	56	%
• male	2004	44	%
Economy and development			
Gross Domestic Product (GDP) (current US$)	2003	1 700	million US$/yr
• value added in agriculture (% of GDP)	2003	37.6	%
• GDP per capita	2003	140	US$/yr
Human Development Index (highest = 1)	2002	0.388	
Access to improved drinking water sources			
Total population	2002	67	%
Urban population	2002	96	%
Rural population	2002	62	%

world. This high rate is attributed to several reasons such as early marriages, early-age pregnancies, relatively short birth intervals and still little knowledge of and access to modern contraceptive practices.

Malawi still remains one of the poorest countries in the world. Its Human Development Index (HDI) of 0.464 ranked the country 163rd out of 174 countries in 2000.

The rapid increase in population has resulted in great pressure on land. Fallow periods for restoring soil fertility have been reduced greatly in the smallholder farming systems, and cultivation is expanding to marginal and less fertile areas. This is leading to severe deforestation, soil erosion and a general degradation of the natural resource base. This problem is most serious in southern Malawi as compared to central and northern Malawi.

ECONOMY, AGRICULTURE AND FOOD SECURITY

Agriculture is by far the most important sector of Malawi's economy. In 2003, it contributed 37.6 percent to the country's GDP of 1 700 million US$. Agriculture accounts for about 90 percent of the country's export earnings, with tobacco alone accounting for 60 percent, and provides employment for 81 percent of the economically active population.

Malawi's agricultural sector is characterized by a dualistic structure: a low input/low productivity smallholder sector and high input/high productivity estate sector. The smallholder sub-sector comprises a very large number of small-scale farmers growing mainly food crops for their own consumption. The estate sector comprises a much smaller number of large-scale farmers, producing almost entirely for the export market. In 2001, the cultivated area was about 2.34 million ha (25 percent of the land area) with just over half occupied by agricultural estates (Table 1).

The main food crop is maize, which accounts for nearly 90 percent of the cultivated land, supplemented by sorghum, millet, pulses, rice, root crops, vegetables and fruits. Industrial export crops grown by smallholders include cotton, rice, groundnuts and tobacco. The main estate-grown crops are tobacco, tea and sugar. Malawi is the second largest producer of tobacco in Africa after Zimbabwe.

Food demand in Malawi has been increasing steadily because of the absolute increase in population. In addition, droughts like the one of 1991/92, partially of 1996/97 and 2001/02 cause low yields and countrywide crop failures. The country is currently not able to meet its food requirements, particularly in cereals. The reasons for the food deficits are:

- The failure of food production to keep pace with increases in the human population;
- Lack of water (droughts) and inability to use it for agricultural production;
- Declining soil fertility, combined with shrinking average farm holdings;
- Inappropriate and outdated agricultural technologies.

Past food production increases were achieved through expansion of the cultivated area. However, because of the increasing shortage of land and the small size of the family holding, this is no longer a viable option. Given the relatively low rainfall in parts of the country and its monomodal pattern, the potential for increased production through higher cropping intensities is severely limited without some form of irrigation. Increased irrigation, particularly in the smallholder sub-sector, is therefore essential for increased crop production.

It is estimated that by end-2001, 15 percent of adults (15-49 years old) in Malawi were living with HIV/AIDS. The high prevalence of HIV/AIDS has resulted in increased infant mortality and death rates and in changes in the distribution pattern of population in terms of age and sex. The 1998 population census revealed a noticeable drop in the population growth rate, as compared to the projections made on the basis of the 1987 population census.

WATER RESOURCES AND USE

Water resources

Malawi is generally considered to be relatively rich in water resources, which are stored in the form of lakes, rivers and aquifers.

The country is divided into 17 Water Resources Areas (WRAs), which are subdivided into 78 Water Resources Units (WRUs). There are two major drainage systems:

- The Lake Malawi system, which is part of the Zambezi River basin. The Shire River is the only outlet of the lake with an average flow of 400 m^3/s. About 91 percent of the country is located in the Zambezi River basin.
- The Lake Chilwa system, which is shared with Mozambique. Lake Chilwa is an endorheic basin draining rivers originating from the eastern slopes of the Shire Highlands, the Zomba Plateau and the northern slopes of the Mulanje Massif.

There are two main aquifers in Malawi:

- The Precambrian weathered basement complex, which is extensive but low yielding (up to 2 l/s).
- The quaternary alluvial aquifers of the lakeshore plains and the Lower Shire valley, which are high yielding (up to 20 l/s).

Malawi's total renewable water resources are estimated at 17.28 km^3/yr (Table 2). From this, 16.14 km^3/yr are produced internally, while about 1 km^3/yr comes from Mozambique via the Ruo River and 0.14 km^3/yr is from a lake shared with Mozambique along the course of the Shire River. Almost all of the internal groundwater resources of 1.4 km^3/yr are thought to be drained by the rivers, as Malawi is a humid, enclosed country. Water resource distribution is highly variable both seasonally and geographically, as nearly 90 percent of the runoff in major rivers occurs between December and June.

Lakes are a main feature of Malawi's water resources and the main ones are:

- Lake Malawi, which is the third largest freshwater lake in Africa and the eleventh largest in the world, has a total surface area of 30 800 km^2 (including the part of the lake belonging to Mozambique). The lake is 570 km long, 16 to 80 km wide, and has a total storage of 1 000 km^3. Its average depth is 426 m, while its maximum depth is 700 m. It is the most important single water resource and plays a vital role in the socio-economic development of the country.

TABLE 2
Water: sources and use

Renewable water resources			
Average precipitation		1 181	mm/yr
		140	10^9 m^3/yr
Internal renewable water resources		16.14	10^9 m^3/yr
Total actual renewable water resources		17.28	10^9 m^3/yr
Dependency ratio		6.6	%
Total actual renewable water resources per inhabitant	2004	1 401	m^3/yr
Total dam capacity	2002	43	10^6 m^3
Water withdrawal			
Total water withdrawal	2000	1 005	10^6 m^3/yr
- irrigation + livestock	2000	810	10^6 m^3/yr
- domestic	2000	148	10^6 m^3/yr
- industry	2000	47	10^6 m^3/yr
• per inhabitant	2000	88	m^3/yr
• as % of total actual renewable water resources	2000	5.8	%
Non-conventional sources of water			
Produced wastewater		-	10^6 m^3/yr
Treated wastewater		-	10^6 m^3/yr
Reused treated wastewater		-	10^6 m^3/yr
Desalinated water produced		-	10^6 m^3/yr
Reused agricultural drainage water		-	10^6 m^3/yr

- Lake Malombe covers 390 km², is about 30 km long, 15 km wide and has an average depth of 4 m.
- Lake Chilwa lies on the border between Malawi and Mozambique. Being the "sink" of an endorheic basin, its surface area is very variable but is on average 750 km², of which 721 km² lies in Malawi. It is a shallow, saline lake with an average depth of 2 m.
- Lake Chiuta, separated from Lake Chilwa by a sand bar of 20-25 m height, lies on the border between Malawi and Mozambique. It covers 200 km² of which 40 km² belong to Mozambique. Its depth is 5 m.

There are nine major dams with a height of more than 12 m and with a total storage of slightly over 43 million m³. They have been constructed mainly for municipal water supply, except for two that were constructed in the 1950s near Blantyre for hydroelectric purposes. In addition there are 700-750 small dams with a storage capacity of approximately 64 million m³, most of which were built during the colonial period and are in various states of disrepair. Due to lack of maintenance over a long period, most of these small dams require major rehabilitation. Currently the government has embarked on the rehabilitation of some of these small dams through various programmes as part of the national water conservation strategy. According to the Water Resources Board, any dam with a dam height of 4.5 m and above is classified as a large dam; for that reason, dam design reports and drawings have to be available for technical consideration when a water right application is processed.

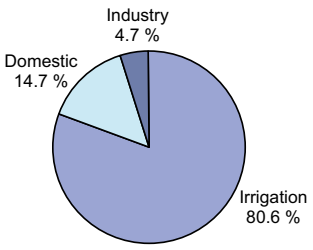
Malawi is rich in wetlands, which include lakes, rivers, many reservoirs spread over the country and marshes. The most important marshes are the Elephant and Ndindi marshes in the Lower Shire Valley, the Vwaza Marsh in the Rumphi district, and the Chia Lagoon in Nkhotakota. The major wetlands of Lake Malawi and Lake Chilwa are closely monitored under the RAMSAR and UN biodiversity conventions.

The history of groundwater development in Malawi dates back as far as the early 1930s. By 1994, there were about 9 600 boreholes and 5 600 protected shallow wells, the majority of which were constructed by the government. However, since then the increase in boreholes drilled by the government, non-governmental organizations and the private sector has been dramatic, and according to the Ministry of Water Development there were about 19 000 boreholes drilled in 2001. This trend is continuing and the number of boreholes is continually increasing as a result of the proliferation of drilling contractors in the country. Furthermore, due to the recent frequent occurrence of droughts, the number of hand-dug shallow wells has considerably decreased because they are highly vulnerable and prone to drying up, and therefore people have opted for boreholes instead of shallow wells.

Water use

Major water users in the country are the domestic sector, irrigation, hydropower, industry, navigation, recreation and tourism, fisheries and biodiversity. Water withdrawal for agricultural and domestic purposes has increased over the last decade as a result of socio-economic development and population growth. Agriculture/irrigation is still by far the major water-withdrawing sector, followed by the domestic and municipal water supply and industry (Table 2 and Figure 1). However, an updated and comprehensive water resources and water use information database is not available in the country.

FIGURE 1
Water withdrawal
Total 1.005 km³ in 2000



International water issues

A great part of Malawi's water resources, such as Lake Malawi, Lake Chilwa, Lake Chiuta, and Shire, Ruo and Songwe Rivers are shared with the neighbouring countries of Mozambique and the United Republic of Tanzania as transboundary and cross-boundary waters. So far, no major conflicts have arisen over the utilization of these resources. However, in order to avoid potential conflicts, Malawi is signatory to a number of international treaties and conventions, including the SADC Protocol on Shared Watercourses and the 1997 UN convention of non-navigational uses of international waters.

At a bilateral level, Malawi is implementing a project for the stabilization of the Songwe River course jointly with the United Republic of Tanzania, through the Malawi/the United Republic of Tanzania Joint Permanent Commission of Cooperation (JPCC), and is negotiating with Mozambique for the establishment of a Joint Water Commission. With Lake Malawi and the Shire River system being a sub-basin of the Zambezi watercourse, Malawi is actively participating in the on-going negotiations for the establishment of the Zambezi Watercourse Commission (ZAMCOM). Within the SADC region, Malawi is part of other initiatives such as the SIDA initiative and the FAO-supported Convention on the Management of Lake Malawi/Nyasa for Sustainable Development.

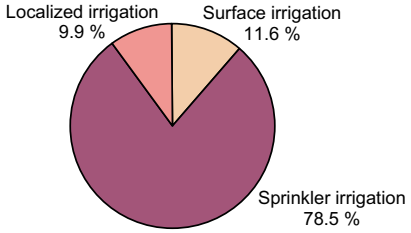
IRRIGATION AND DRAINAGE DEVELOPMENT

Evolution of irrigation development

The total potential for irrigation was estimated in the early 1990s to be 161 900 ha, including the existing dambos. Other estimates range from 200 000 ha for formal irrigation up to 480 000 ha for informal irrigation. The potential for small-scale irrigation is estimated at 100 000 ha. Most of the potentially irrigable land lies in the plains along the shores of Lake Malawi in Karonga and Nkhotakota - Salima, the Lake Chilwa Plain, the Lower Shire Valley and the flood plain of the Limphasa River in Nkhata Bay. Of these, the Lower Shire Valley has the greatest potential for irrigation development in the country. These areas have fertile soils and adequate water resources for the development of irrigated agriculture.

Irrigated agriculture in Malawi started in the late 1940s with the development of the Limphasa Irrigation Scheme in the Nkhata Bay District. In the mid 1950s, two more schemes were established in the Chilwa-Phalombe Plain and an irrigated crop research station was developed at Makhanga. In 1965 the Sugar Corporation of Malawi (SUCOMA) started the production of sugar cane under irrigation. Further irrigation development took place between 1968 and 1979 when 16 schemes with a total irrigable area of 3 600 ha were constructed by the government, with a view to increasing rice production and, amongst other objectives, to serve as training grounds for farmers in irrigation skills. These government schemes are located in Karonga, Mzuzu, Salima, Machinga and Ngabu Agricultural Development Divisions (ADDs).

FIGURE 2
Irrigation techniques
Total 55 000 ha in 2000



In 2000, the total area equipped for full or partial control irrigation was 55 000 ha, with almost 80 percent being under sprinkler irrigation (Figure 2). Almost all irrigation is from surface water. Some small lakeshore areas are irrigated by groundwater. In 2002, an estimated 56 390 ha were equipped (Table 3). Of these, 48 135 ha belonged to estates cultivating sugar cane, tea and coffee under irrigation. Sugar cane is the main irrigated crop, followed by tea (Figure 3). Other irrigated

TABLE 3
Irrigation and drainage

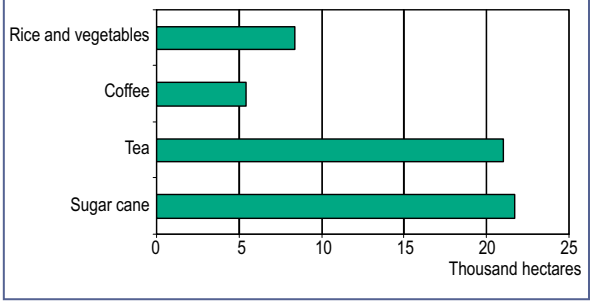
Irrigation potential		**161 900**	**ha**
Water management			
1. Full or partial control irrigation: equipped area	2002	56 390	ha
- surface irrigation	2000	6 357	ha
- sprinkler irrigation	2000	43 193	ha
- localized irrigation	2000	5 450	ha
• % of area irrigated from groundwater	1992	0.05	%
• % of area irrigated from surface water	1992	99.95	%
2. Equipped lowlands (wetland, ivb, flood plains, mangroves)		-	ha
3. Spate irrigation		-	ha
Total area equipped for irrigation (1+2+3)	**2002**	**56 390**	**ha**
• as % of cultivated area	2002	2.3	%
• average increase per year over the last 10 years	1922-2002	7.3	%
• power irrigated area as % of total area equipped		-	%
• % of total area equipped actually irrigated	1992	96	%
4. Non-equipped cultivated wetlands and inland valley bottoms	1992	61 900	ha
5. Non-equipped flood recession cropping area		-	ha
Total water-managed area (1+2+3+4+5)	**2002**	**118 290**	**ha**
• as % of cultivated area	2002	4.8	%
Full or partial control irrigation schemes	**Criteria**		
Small-scale schemes	< ha	-	ha
Medium-scale schemes		-	ha
Large-scale schemes	> ha	-	ha
Total number of households in irrigation		-	
Irrigated crops in full or partial control irrigation schemes			
Total irrigated grain production	1992	32 750	tonnes
• as % of total grain production	1992	2	%
Total harvested irrigated cropped area		-	ha
• Annual crops: total		-	ha
- sugar cane	2000	21 685	ha
- rice and vegetables	2002	8 380	ha
- other annual crops		-	ha
• Permanent crops: total	2000	26 450	ha
- tea	2000	21 000	ha
- coffee	2000	5 450	ha
Irrigated cropping intensity		-	%
Drainage - Environment			
Total drained area		-	ha
- part of the area equipped for irrigation drained		-	ha
- other drained area (non-irrigated)		-	ha
• drained area as % of cultivated area		-	%
Flood-protected areas		-	ha
Area salinized by irrigation		-	ha
Population affected by water-related diseases		-	inhabitants

crops include rice and vegetables in smallholder schemes. Currently the yields for rice in the government-owned irrigation schemes are as low as 1 tonne/ha, and improving irrigation efficiency should be a priority concern for the government.

Irrigation schemes in Malawi can be categorized into four main groups:

- Private large commercial schemes (> 100 ha), such as the Nchalo and Dwangwa sugar estates and Kawalazi coffee estates, are mostly owned by foreign investors, such as Illovo, Commonwealth Development Corporation (CDC), etc.
- Private small commercial schemes owned by individuals (< 100 ha).
- Government-operated smallholder schemes established by the government to give irrigation opportunities to local small-scale farmers at almost no cost. The farmers pay no water charges.

FIGURE 3
Main irrigated crops in 2002



- Self-help smallholder schemes run by the farmers themselves on a self-help basis or in certain cases by non-governmental organizations (NGOs).

The Department of Irrigation (DoI) uses the following, informal classification for its work: small schemes have a gross area of less than 50 ha, medium schemes are between 50 and 500 ha and large schemes are over 500 ha. Within each of these size classes there are differences depending on how the scheme is farmed and managed. Therefore, DoI subdivides the schemes as follows:

- Informal schemes: developed by farmers themselves, with limited or no technical input to design;
- Semi-formal schemes: received some kind of technical support and are usually farmer-initiated self-help schemes;
- Formal schemes: planned, designed and built according to technical standards and by professionally trained staff; they include both smallholder and estate schemes and many schemes that were in the public domain in the past.

In 1997, the construction of the Bwanje Valley Irrigation Development Project commenced with grant aid from Japan. The 800 ha scheme was developed by the JICA and aimed at enabling 2 240 smallholder farmers to produce rice and other crops for food security and economic development at household level among others. It included works in the basin of the Namikokwe River, which were the largest scale construction works on irrigation facilities in Malawi so far. There are however critical voices saying that instead of the implemented diversion that leads river water into the canal, a dam would have been far more efficient, since during the dry period large parts of the scheme cannot be irrigated because of the reduced river flow.

The oldest traditional irrigation method used in the country is the watering can. It is probably the cheapest and simplest technology and hence most widely used by smallholder farmers in self-help schemes. Since about 1998, the DoI has introduced several irrigation technologies targeting smallholder farmers, including motorized pumps, river diversions and manual pumps (treadle pumps). The demand for the latter is reported to be high: by 2001 Malawi had imported 10 000 treadle pumps. The use of motorized pumps is widely common, especially by the estates and private commercial farmers. In 2001 the Malawi Project Inc., with support from Healing Hands International, purchased 3 000 drip irrigation systems and organized the training of Malawians as instructors. As a result, two and in some cases three crop harvests were brought in from the drip program farms. The area of non-equipped wetlands (dambos) was estimated at 61 900 ha in 1992 (Table 3).

Role of irrigation in agricultural production, the economy and society

Large-scale commercial estate production of sugar cane under irrigation is well established in the Chikwawa and Nkhotakota Districts. Supplementary irrigation of tea and coffee is used on estates in Thyolo, Mulanje and Nkhata Bay. Smallholder schemes are mainly used for growing rice, vegetables, and maize (Table 3). In the wetlands (dambos), simple irrigation is used for vegetable and rice production.

Over the last 15 years, irrigation has had a low priority in agricultural production. The main constraints have been:

- Focusing of the agricultural economy on rainfed agriculture and existing irrigation schemes, where emphasis was on funding extension activities;
- Reluctance of donors to fund irrigation development;

- Replacement of irrigation services under the Ministry of Agriculture, which has focused on rainfed agriculture;
- Price setting for crops not viable for irrigation;
- Almost no irrigation technology training facilities within the country;
- A poorly funded and understaffed Department of Irrigation;
- Lack of farmer ownership of plots on government schemes.

Over a considerably long period, informal irrigation in the country has been growing steadily to supplement all other efforts by the government, as well as the private sector, to improve the food availability and security situation. At the same time individuals have benefited as a source of regular income for their households comes from the sale of their produce.

WATER MANAGEMENT, POLICIES AND LEGISLATION RELATED TO WATER USE IN AGRICULTURE

Institutions

The development of irrigated agriculture is supported by several institutions including the Ministry of Agriculture and Irrigation (MAI), the Ministry of Water Development (MWD), the Department of Environmental Affairs, the Water Resources Board, the Department of National Parks and Wildlife, the Department of Forestry and training institutions.

The Department of Irrigation (DoI), which is part of the MAI, has in the past been responsible for the actual implementation of irrigation activities. Now, the responsibility for developing irrigation projects rests with the beneficiary community, and the DoI plays the role of a facilitator. It is the duty of the Department to provide advisory services in the development of irrigation programmes in the country. The Department consists of a Head Office and eight Agricultural Development Divisions (ADDs). One task of the ADDs is to manage irrigation schemes directly. The problems of the DoI are that it is heavily understaffed and that most of the present staff require training in irrigation technology.

The central function of the MWD is to facilitate the development and management of water resources in the country. Among its responsibilities are ensuring access to safe water and related sanitation services, the provision of safe drinking water to rural communities the collection of hydrological data and catchment protection. It has been noted that the link between the DoI and the MWD is very weak and needs to be strengthened.

The Water Resources Board is an institution within the MWD and is responsible for the granting of water rights for abstractions and discharge of effluents, as well as for monitoring the adherence to the water rights. For the development of irrigation schemes, water rights for abstraction and discharge of wastewater drained from irrigation schemes have to be granted by the Board.

The primary function of the Department of Environmental Affairs is to ensure that the implementation of projects does not result in the degradation of the environment. For all irrigation schemes of more than 10 ha, environmental impact assessments are conducted.

The Department of National Parks and Wildlife and the Department of Forestry are responsible for the protection of catchment areas that fall within their jurisdiction. Some of the rivers that are diverted for irrigation purposes arise from areas designated as national parks/game reserves or forest reserves and therefore, there is a need for collaboration between these departments and the Department of Irrigation.

Water management

Both the Irrigation Act 2001 and the Water Resources Act 1969 provide for the formation of water user associations or irrigation management authorities to promote

local community or farmers' participation in the development and management of irrigation and drainage, and proper utilization of the available water resources.

By 1999, the ADDs directly managed over 40 irrigation schemes. These are mainly smallholder irrigation schemes for rice production developed in the 1960s and 1970s. However, the level of farmers' involvement in the operation and maintenance of the irrigation schemes has been limited and their experience in scheme and water management is thus very low. This has been attributed to the top-down approaches used in the development and management of these schemes, which were initiated, designed, constructed and managed by the Government, without farmers' participation in the development process. To improve the situation, the DoI is currently transferring responsibility to the local smallholder farmers and empowers them to manage the schemes by themselves. To this effect, the DoI initiated the formation of water user associations or other farmer organizations, such as Trusts and Cooperatives, for a number of irrigation schemes.

The Government considers that extension services, especially those targeted at smallholder farmers, should remain part of its core functions. There is, however, a strong argument for partially commercializing extension and research services, in particular those delivered to the medium and large farmers who have the capacity to pay. The approach has in fact been tried with the irrigation and coffee trust, but it is too early to gauge its success.

Finances

Government policy on financing irrigation developments in the country is that such developments are only minimally subsidized. The government aims to optimize its investment in irrigation development through the application of the principles of cost sharing and cost recovery.

Policies and legislation

Policy issues are addressed by the National Irrigation Policy and Development Strategy (2000) developed by the DoI, the Water Policy (1996), the Water Resources Management Policy and Strategy (2000) developed by the MWD, and the Environmental Management Policy (1996). Main legislation concerned with issues of water resources and irrigation are the Water Resources Act of 1969 and the Irrigation Act of 2001.

According to the Irrigation Policy and Development Strategy, the mission of the DoI is to manage and develop water and land resources for diversified, economically sound and sustainable irrigation and drainage systems under organized smallholder and estate management institutions and to maintain an effective advisory service. Following this policy, an Irrigation Act (No. 16 of 2001) was passed by Parliament in November 2001. The Act makes provision for the sustainable development and management of irrigation, protection of the environment from irrigation related degradations, establishment of a National Irrigation Board and for matters connected therewith or incidental thereto.

The overall policy goal of the Water Resources Management Policy and Strategy is sustainable management and utilization of water resources in order to provide water of acceptable quality in sufficient quantities, and ensure availability of efficient and effective water and sanitation services that satisfy the basic requirements of every Malawian. The Policy is currently being revised to include a number of issues that were not clearly addressed in the previous policy documents.

Under the Water Resources Act of 1969 all water abstractions must be licensed, except for general household domestic use, as well as all industrial effluent discharges into public water bodies, including human sewage. Annual permits are required for abstractions greater than 1 000 l/day, except for domestic use. The charging system is based on the water source and type of usage; however, the collection of revenue is

severely limited by lack of staff. Together with the efforts to revise the above policy there are attempts to revise and amend the Water Resources Act of 1969. The process of the revision of the Act has been very slow. In fact efforts to revise the Act started in the mid 1980s but they never materialized due to a number of factors. However, following recent revision of the policy, efforts are underway to finally amend the Act. The existing Act makes provision for the control, apportionment and use of the country's water resources.

ENVIRONMENT AND HEALTH

The quality of the water resources in Malawi is dependent on three major factors:

- Chemical composition of the parent rocks existing in the area;
- Extent of agricultural activities (application of agrochemicals, farming practices, land husbandry);
- Disposal of industrial waste products as well as human sewage, particularly in urban areas.

Generally both surface water and groundwater are acceptable for human consumption. However, due to recently increased agricultural activities, there has been considerable degradation of water resources as a result of increased siltation in rivers and reservoirs. This is most severe in areas that are under immense population pressure, resulting in serious deforestation and cultivation of marginal and other fragile areas. Groundwater is more mineralized in alluvial aquifers than in the weathered basement aquifers. Areas such as the lower Shire Valley, eastern Bwanje valley and around Lake Chilwa have saline waters. As such the utilization of groundwater in such areas is limited due to high contents of iron, fluoride, sulphates, nitrates and Total Dissolved Solids (TDS).

Irrigation development in Malawi has not had any very serious negative environmental impacts. Most of the areas that have been developed for irrigation have for as long as people can remember been considered waterlogged areas for most of the year. As a result the impact of irrigation development in terms of waterlogging is minimal.

Water-related vector-borne diseases such as malaria, typhoid, cholera and bilharzia have infected most people around the irrigation schemes in Malawi. In order to reduce the spread and intensification of such diseases, most of the schemes, and particularly those operated by the government, include a water supply and sanitation component to provide for potable water through sinking of boreholes, and proper sanitation facilities. In addition, health clinic facilities are provided to provide treatment for the affected population as well as health hygiene and education. However, there are quite a number of schemes, and especially self-help schemes, where such facilities are lacking.

PERSPECTIVES FOR AGRICULTURAL WATER MANAGEMENT

Since 1994 the new Government has realized the importance of irrigation as a means of ensuring food security at both household and national levels. This has been demonstrated by raising the status of irrigation to Ministry level and recent Government pronouncements suggest that irrigation will be the cornerstone of the country's agricultural development strategy. The new Ministry has put forward a 23-point irrigation development strategy plan for poverty alleviation. Its main features are to:

- Give highest priority to the development of irrigation and water resources and strengthen the MAI with sufficient funds and staffing to undertake studies on pumping sites, boreholes and dam development;
- Establish a National Committee on Irrigation and Drainage and promote irrigation research;
- Recommend power lines be installed along rivers and the lake shore to

encourage irrigation development and agro-industries;
- Facilitate arrangements for the provision of input support to small farmers, including credit facilities;
- Increase the development of self-help farmer schemes, and hand over operation and management of existing government-run schemes following completion of rehabilitation;
- Support irrigation development in the private sector, and support smallholder farms with irrigation technology and diversified cropping systems;
- Provide training at field and management levels and assist farmers in the organization of water user associations to ensure that future irrigation development is socially and economically viable;
- Ensure women's participation at all levels and ensure adequate health standards on schemes;
- In close collaboration with other relevant Ministries and organizations, ensure the enforcement of legislation on water conservation and catchment protection;
- Strengthen monitoring activities to ensure projects are executed as planned.

The MAI (1999) had identified unreliable water supplies as a main restriction to developing irrigation and presented the following strategies to overcome the problem:
- More small earth-dams will be constructed over rivers to create reservoirs for use in irrigation farming. The dams will not only guarantee availability of water for crops during the dry season and drought periods, but they will also control floods by retaining excess runoff during heavy storms thereby protecting crops from flood damage.
- Catchment areas of rivers supplying water to irrigation schemes and fragile areas such as riverbanks and wetlands will be protected. This is necessary because, due to the encroachment upon catchment areas by human activities, such as agricultural production and settlements, most of the land has been devoid of vegetation cover thus preventing adequate amounts of rainwater from infiltrating into the ground to recharge aquifers and causing soil erosion leading to serious siltation problems and choked canals.
- Environmental impact assessments will be conducted on all irrigation schemes of more than 10 ha.
- Alternative sources of water supply will be exploited. In this respect, groundwater resources should be developed for irrigation. This also applies to water from Lake Malawi, which will be tapped using canals or pumps to irrigate areas along the lakeshore. Areas between Liwonde and Mangochi and between Karonga Boma and Songwe would benefit from such irrigation projects.
- Imported "orphan" pumps, i.e. pumps for which spare parts are not locally available and which farmers cannot repair, will not be used for irrigation.

In 2002/03, the MAI revised its irrigation development programme for the next five years. This development programme prioritizes irrigation development aimed at increasing agricultural productivity and at the same time at promoting the use of appropriate and simple irrigation technologies. The programme focuses largely on the use of treadle pump technology by smallholder farmers, with the objective of considerably increasing the coverage of irrigation development in the country. It is planned that an estimated 300 000 treadle pumps will be installed for smallholder farmers until 2008, and that an estimated 495 km of canals will be built over the same period. Other technologies, such as river impoundments and the use of small motorized pumps, will be exploited further. It is planned that by the end of 2008 at least 100 800 ha of irrigation development will be added to the current status. To achieve this development goal, a total of almost US$78 million would be required to

cover the procurement of 300 000 treadle pumps, the construction of 495 km canals, the procurement of 2 000 small motorized pumps and other equipment (bulldozers, excavators) and the provision of extension services.

The country is blessed with large water bodies, rivers, lakes and dambo wetlands, and there is large scope for sustainable production expansion under irrigation. There is considerable scope for expanding rice production in Malawi under irrigation, but there is also a high potential for the production of high value crops, other than rice, for the export and domestic markets under irrigated agriculture.

MAIN SOURCES OF INFORMATION

African Development Fund. 1998. *Smallholder Irrigation Project.* Appraisal Report. Republic of Malawi.

AHT International GMBH. 2001. *Smallholder Floodplains Development Programme*. Final Technical Assistance Report. Republic of Malawi, Ministry of Agriculture and Irrigation and IFAD.

Chavula, G.M.S. and **Chirwa, A.B.** 1998. *Impacts of Climate Change on Water Resources in Malawi: A Vulnerability Assessment and Adaptation Strategies*.

Chirwa, A.B. 2001. *Natural Resources Management in Malawi*. Final Report.

Department of Environmental Affairs. 1998. *State of Environment Report for Malawi 1998*.

Department of Environmental Affairs. 2001. *State of Environment Report 2001*.

Department of Environmental Affairs. 2002. *National Environmental Action Plan 2002*.

Department of Irrigation. 2000. *Irrigation Development Report: Reporting Period 1994 – 1999*.

Department of Irrigation. 2002. *Sub-sector Studies for Irrigation – Institutional Development, Part 1: Socio-economic Aspects of Irrigation Technologies in Malawi, and Part 2: Irrigation and Environmental Planning and Irrigation and Health Planning*. Draft Final Reports.

FAO. 1985. *Smallholder Irrigation in Malawi. Project Findings and Recommendations*. Terminal Report of project MLW/80/013.

Geheb, K., and **Sarah, M.T.** (eds.). 2002. *Africa's inland fisheries: the management challenge*. Fountain Publishers. Kampala.

Government of Malawi. 2001. *Irrigation Act (No. 16 of 2001)*.

Hunting Technical Services. 1986. *Irrigation Study Phase II: Feasibility Studies*. Final Report, Vol. 4, Annex: Self-Help Schemes.

ICID [International Commission on Irrigation and Drainage]. *Sprinkler and Micro-Irrigated Areas in some ICID Member Countries*.

Kaluwa, P.W.R., Mtambo, F.M. and **Fatch, R.** 1997. *The Country Situation Report on Water Resources in Malawi*. UNDP/SADC Water Initiative.

Ministry of Agriculture and Irrigation. 1999. *Review of Malawi Agricultural Policies and Strategies*.

Ministry of Agriculture and Irrigation. 2000. *National Irrigation Policy and Development Strategy*.

Ministry of Agriculture and Irrigation. 2003. *Simple Priority Irrigation Programs*.

Ministry of Agriculture and Livestock Development. 1994. *The Agricultural and Livestock Development Strategy and Action Plan*.

Ministry of Water Development. 1999. *Water Resources Management Policy and Strategies*.

Ministry of Water Development. 2002. *Joint Sector Review of Malawi Water and Sanitation Sector, Issues and Priorities*.

Mzembe, C.P. 1994. *Overview of Irrigation Development in Malawi*.

SADCC [Southern African Development Coordination Conference]. 1992. *Regional Irrigation Development Strategy. Country Report Malawi*.

UNDP. 1986. *National Water Resources Master Plan*. Projects MLW 79/015 & MLW/84/003. Department of Water, Ministry of Works and Supplies.

World Bank. 1994. *Water Services Sector Study.* Final Report, prepared by Cowiconsult A/S and Norconsult A/S.

World Bank. 1994. *National Water Development Project - Project Document.* Cowiconsult A/S and Norconsult A/S.

Mali

GÉOGRAPHIE, CLIMAT ET POPULATION

Le Mali est un pays enclavé d'Afrique de l'Ouest couvrant une superficie d'environ 1.24 million de km², dont 51 pour cent sont constitués de terres désertiques. Les superficies cultivées (terres arables et terres en cultures permanentes) occupent 4.7 millions d'ha, soit 4 pour cent du territoire (tableau 1). Il partage ses frontières avec sept autres pays: l'Algérie au nord, le Niger à l'est, le Burkina Faso et la Côte d'Ivoire au sud, la Guinée au sud-ouest, le Sénégal à l'ouest, et la Mauritanie à l'ouest et au nord-ouest. Les principaux types de sol rencontrés sont:

- les sols faiblement ferrallitiques qui occupent près de 2 millions d'ha dans l'extrême sud du pays;
- les sols ferrugineux tropicaux qui couvrent environ plus de 17 millions d'ha dans la zone soudanienne nord et la zone sahélienne sud; leur potentiel de fertilité est assez élevé;

TABLEAU 1
Caractéristiques du pays et population

Superficies physiques			
Superficie du pays	2002	124 019 000	ha
Superficie cultivée (terres arables et cultures permanentes)	2002	4 700 000	ha
• en % de la superficie totale du pays	2002	4	%
• terres arables (cultures temporaires + prairies et jachères temp.)	2002	4 660 000	ha
• cultures permanentes	2002	40 000	ha
Population			
Population totale	2004	13 409 000	habitants
• dont rurale	2004	67	%
Densité de population	2004	11	habitants/km²
Population active	2004	6 253 000	habitants
• en % de la population totale	2004	47	%
• féminine	2004	46	%
• masculine	2004	54	%
Population active dans le secteur agricole	2004	4 920 000	habitants
• en % de la population active	2004	79	%
• féminine	2004	47	%
• masculine	2004	53	%
Économie et développement			
Produit intérieur brut (PIB)	2003	4 300	millions de $EU/an
• valeur ajoutée du secteur agricole (% du PIB)	2003	36.3	%
• PIB par habitant	2003	331	$EU/an
Indice de développement humain (plus élevé = 1)	2002	0.326	
Accès aux sources améliorées d'eau potable			
Population totale	2002	48	%
Population urbaine	2002	76	%
Population rurale	2002	35	%

- les sols arides qui se rencontrent dans les mêmes zones soudanienne nord et sahélienne sud;
- les sols peu évolués du climat très sec, caractérisés par leur état de dénudation, qui couvrent environ 43 millions d'ha ou 35 pour cent du territoire national;
- les sols hydromorphes et les vertisols caractérisés par l'excès d'eau lié à l'engorgement temporaire ou permanent d'une partie de leur profil; ils sont dominants dans les dépressions et cuvettes et surtout dans la zone deltaïque du Niger.

Le climat de type soudano–sahélien est caractérisé par des températures moyennes très élevées et par l'alternance d'une saison humide pluvieuse (juin à septembre) et d'une saison sèche d'une durée variant entre cinq et neuf mois (d'octobre–novembre à mai–juin). Les précipitations moyennes (280 mm/an) décroissent du sud vers le nord, ce qui permet de diviser le pays en quatre grandes zones agroclimatiques:

- la *zone soudano–guinéenne* ou subhumide, couvrant 6 pour cent de la superficie totale du pays au sud, est caractérisée par une savane boisée et des forêts; les précipitations y dépassent 1 200 mm;
- la *zone soudanienne*, s'étendant sur 17 pour cent du territoire national au centre, se caractérise par un couvert végétal plus ou moins dense et varié (savane soudanienne); les précipitations y varient de 600 à 1 200 mm;
- la *zone sahélienne*, couvrant 26 pour cent du territoire dans le nord, a des précipitations de 200 à 600 mm; cette zone occupe l'essentiel du delta intérieur du Niger (qui constitue une zone agro–écologique séparée) avec de nombreuses zones inondées une partie de l'année et des zones d'agriculture pluviale;
- la *zone saharienne*, couvrant 51 pour cent de la superficie totale du pays, s'étend sur toute la région la plus septentrionale, où les précipitations sont inférieures à 200 mm.

La population du Mali est de 13.4 millions d'habitants (2004). La densité de 11 habitants/km^2 se caractérise par une grande hétérogénéité, notamment entre les régions du nord où la densité est inférieure à 2 habitants/km^2 et les régions du centre et du sud où elle dépasse 25 habitants/km^2. Le taux de croissance démographique était estimé à 2.4 pour cent en 2002. Quarante-huit pour cent de la population ont accès à l'eau potable, soit 35 pour cent en milieu rural et 76 pour cent en milieu urbain. L'alphabétisation concernait 24.2 pour cent des adultes en 1998 (et seulement 14.7 pour cent des femmes) et 26 pour cent en 2002, alors que le taux net de scolarisation en primaire atteignait 39 pour cent entre 1996 et 2002. En 1996 le taux de chômage était de 9.5 pour cent en milieu urbain contre moins de 1.5 pour cent en milieu rural; 63.8 pour cent de la population vivent en situation de pauvreté et 21 pour cent d'extrême pauvreté; ces chiffres concernent en particulier le milieu rural. L'espérance de vie à la naissance s'élevait à 49 ans en 2002 et la prévalence du VIH/SIDA touchait 1.7 pour cent des adultes de 15-49 ans à la fin de 2001.

ÉCONOMIE, AGRICULTURE ET SÉCURITÉ ALIMENTAIRE

Le PIB en 2003 s'élevait à 4 300 millions de dollars EU et l'indice de développement humain à 0.326, ce qui classe le Mali au 174e rang sur un total de 177 pays. L'économie malienne est fortement tributaire du secteur agropastoral qui contribue pour 36.3 pour cent au PIB, occupe 79 pour cent de la population active et fournit 75 pour cent des recettes d'exportation du pays.

La production alimentaire a augmenté au cours des 10 dernières années. La production totale de céréales est passée de 2.1 millions de tonnes en 1989/1990 à 2.9 millions de tonnes en 1999/2000. Le riz a spécialement connu un fort accroissement, passant de 0.3 million de tonnes de paddy en 1989/1990 à 0.7 million de tonnes en 1999/2000. Sa part dans la production totale de céréales est passée du sixième au quart pendant la même période et la consommation de riz est allée de 34 kg/personne par an

en 1988/89 à 44 kg/personne par an en 1998/99. Les besoins en céréales sèches (mils, sorgho, maïs) sont estimés à 203 kg/personne par an.

RESSOURCES EN EAU ET UTILISATION DE L'EAU

Ressources en eau

Environ 47 pour cent de la superficie totale du Mali se trouvent dans le bassin versant du fleuve Niger et 11 pour cent dans le bassin versant du fleuve Sénégal; 41 pour cent de la superficie du pays font partie du bassin intérieur du désert de Sahara, et seulement 1 pour cent se trouve dans le bassin versant du fleuve Volta. Les fleuves Sénégal et Niger et leurs affluents fournissent l'essentiel des ressources en eau de surface pérennes dont l'écoulement moyen est estimé à 50 km^3/an. Le fleuve Niger est l'un des plus grands fleuves d'Afrique avec une longueur de 4 200 km, dont 1 700 km se trouvent au Mali. Les volumes écoulés par le Niger et son affluent le Bani à l'intérieur du Mali sont de l'ordre de 35 km^3 dont un bon tiers est perdu par évaporation dans le delta central et la zone lacustre. Le fleuve Sénégal est constitué principalement par le Bafing, le Bakoye et la Falémé. Les ressources en eau souterraine renouvelables sont estimées à 20 km^3/an. La partie commune entre l'eau de surface et l'eau souterraine est évaluée à 10 km^3/an, ce qui donne un total des ressources en eau renouvelables annuelles de 60 km^3. Environ 40 km^3/an d'eau de surface entrent dans le pays, principalement en provenance de la Guinée et de la Côte d'Ivoire, ce qui porte le total à 100 km^3/an de ressources en eau renouvelables.

Les grands ouvrages de régulation existant sur les fleuves Sénégal et Niger et leurs affluents sont:

- le barrage de Sélingué sur le Sankarani (affluent du fleuve Niger), avec une capacité de 2.17 km^3 qui permet de produire de l'énergie et de soutenir le débit d'étiage du fleuve à un minimum de 75m^3/s au niveau de Markala;
- le barrage de Sotuba sur le Niger qui alimente une petite centrale hydroélectrique et le canal de Baguineda pour environ 3 000 ha d'irrigation;
- le barrage de Markala sur le Niger, avec une capacité d'environ 0.18 km^3, qui relève le niveau du fleuve et permet l'alimentation des canaux de l'Office du Niger par dérivation;
- le barrage de Manantali sur le Bafing, qui contrôle les débits du fleuve Sénégal; sa capacité est d'environ 11.27 km^3 et l'eau ainsi stockée est partagée entre le Sénégal, la Mauritanie et le Mali.

Des zones humides et des réserves naturelles importantes existent dans les bassins des deux fleuves, notamment le delta central du Niger (30 000 km^2). À partir de Ségou et particulièrement dans le delta intérieur du Niger, les ondes de crues hivernales se manifestent par d'importants débordements d'eau dans les plaines inondables, ce qui permet de remplir les casiers de submersion contrôlée, les lacs et les mares pour les cultures de décrue et les pâturages, et d'améliorer la reproduction halieutique dans les frayères.

Utilisation de l'eau

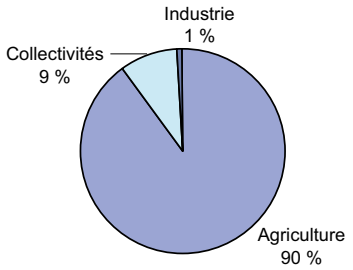
Les consommations actuelles du secteur de l'irrigation sont de l'ordre de 5.9 km^3/an, soit 90 pour cent du prélèvement total, et proviennent en quasi-totalité des ressources en eau de surface et presque entièrement sur une période de six mois (du 1er juin au 31 décembre) (tableau 2 et figure 1). L'irrigation des cultures hivernales ne pose généralement pas de problème compte tenu des débits relativement importants des cours d'eau pendant cette période. En revanche, les consommations de contre-saison, bien que faibles, surviennent à une période où les débits des fleuves et les niveaux dans les barrages de retenue sont bas.

En termes de contraintes, on note pour les eaux souterraines:

TABLEAU 2
L'eau: ressources et prélèvement

Les ressources en eau renouvelables			
Précipitations moyennes		282	mm/an
		350	10^9 m³/an
Ressources en eau renouvelables internes		60	10^9 m³/an
Ressources en eau renouvelables réelles totales		100	10^9 m³/an
Indice de dépendance		40.0	%
Ressources en eau renouvelables réelles totales par habitant	2004	7 458	m³/an
Capacité totale des barrages	2000	13 615	10^6 m³
Prélèvements en eau			
Prélèvement total en eau	2000	6 546	10^6 m³/an
- irrigation + élevage	2000	5 900	10^6 m³/an
- collectivités	2000	590	10^6 m³/an
- industrie	2000	56	10^6 m³/an
• par habitant	2000	550	m³/an
• en % des ressources en eau renouvelables réelles totales	2000	6.5	%
Ressources en eau non conventionnelles			
Volume d'eaux usées produit		-	10^6 m³/an
Volume d'eaux usées traité		-	10^6 m³/an
Réutilisation des eaux usées traitées		-	10^6 m³/an
L'eau dessalée produite		-	10^6 m³/an
Réutilisation des eaux de drainage		-	10^6 m³/an

FIGURE 1
Prélèvements en eau
Total: 6.546 km³ en 2000



- l'irrégularité du régime pluviométrique et hydrologique et, dès lors, du débit des fleuves et rivières, ainsi que de la recharge annuelle des nappes;
- les difficultés de localisation des aquifères par rapport aux sites d'utilisation (le taux d'échec atteint parfois 30 pour cent) et les faibles débits unitaires (moins de 5 m³/h pour la plupart des forages);
- le coût de l'exhaure et des ouvrages de retenue d'eau de surface qui est très élevé et l'exploitation coûteuse des eaux souterraines.

Compte tenu de ces facteurs, à ce jour, une quantité insignifiante des ressources en eau souterraine est utilisée pour l'irrigation. Les eaux souterraines servent surtout de source d'eau potable. En 2000, le prélèvement en eau pour les usages domestiques était estimé à 590 millions de m³/an (9 pour cent du total), tandis que l'industrie absorbait environ 56 million m³/an (1 pour cent) (tableau 2).

Eaux internationales: enjeux

Le Mali participe aux activités de l'Autorité du bassin du fleuve Niger (ABN) pour la gestion des ressources communes du Niger.

L'Organisation pour la mise en valeur du fleuve Sénégal (OMVS), qui regroupe le Mali, la Mauritanie et le Sénégal, gère les eaux du bassin du Sénégal pour la production d'électricité, l'agriculture, la navigation et le maintien de l'écosystème. Dans le cadre des accords OMVS, la gestion du réservoir de Manantali garantit un débit d'étiage minimum de 200 m³/s à Bakel, à la frontière entre le Mali et le Sénégal.

Enfin le pays est aussi inclus dans le bassin de la Volta. Le Comité technique du bassin de la Volta (CBTC), qui regroupe les six États se partageant le bassin, s'est réuni pour la première fois en mars 2005 et doit œuvrer à la mise en place d'un organisme de bassin pour la Volta.

DÉVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION ET DU DRAINAGE

Évolution du développement de l'irrigation

Le potentiel des terres aptes à la culture irriguée est de 2 200 000 ha, dont environ 566 000 ha sont irrigués à partir des ressources en eau de surface pérennes. Sur cette superficie totale, 295 791 ha bénéficient actuellement d'un contrôle de l'eau, bien que 60 000 ha environ soient plus ou moins abandonnés du fait de la baisse des crues du fleuve (cas des aménagements de maîtrise partielle), de problèmes techniques (dus au mauvais entretien des aménagements, par exemple) et surtout de certaines contraintes institutionnelles (manque de crédit agricole, problèmes fonciers, non–appropriation des infrastructures d'irrigation et de leur gestion par les bénéficiaires). Sur les trois grands types d'irrigation en maîtrise totale/partielle (irrigation de surface, aspersion et goutte-à-goutte), seule l'irrigation de surface est réellement pratiquée au Mali (tableau 3).

Sur les 295 791 ha, 97 499 ha sont en maîtrise totale (figure 2). Près de 63 pour cent (61 000 ha) sont constitués de périmètres moyens et grands dans la zone de l'Office du Niger (ON), dont 56 000 ha sont cultivés annuellement en riz et 5 000 ha occupés par la culture de la canne à sucre (le seul périmètre sucrier du Mali) (tableau 3). L'ON représente à lui seul 45 pour cent de la production nationale de riz. Son système hydraulique est alimenté gravitairement à partir du barrage de Markala par rehaussement du plan d'eau du Niger et par dérivation d'un débit de 120 m³/s.

Les autres aménagements en maîtrise totale sont (figure 3):

- 11 431 ha de grands périmètres (GP > 1 000 ha), incluant entre autres les périmètres suivants: 2 600 ha de GP à Baguineda et 1 350 ha de GP pour le périmètre en aval du barrage de Sélingué;
- 2 000 ha de moyens périmètres (MP: 100 – 1 000 ha) à Farabana, Goubo, Hamadja, Daye, Koriomé;
- 23 068 ha de petits périmètres irrigués villageois (PPIV) et privés (PPIP) (< 100 ha), notamment le long du fleuve Niger de Bamako à Gao et le long du fleuve Sénégal.

Pendant la saison hivernale la quasi-totalité de ces superficies sont cultivées en riz, mais en contre- saison, environ 10 pour cent d'entre elles sont occupés par des cultures maraîchères (figure 4).

FIGURE 2
Superficies en contrôle de l'eau
Total: 295 791 ha en 2000

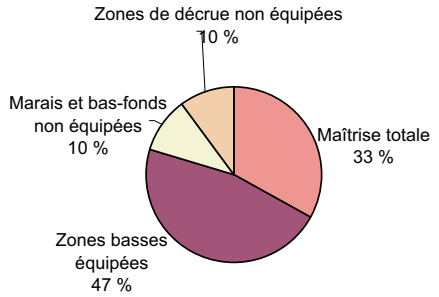


FIGURE 3
Typologie des périmètres irrigués en maîtrise totale/partielle
Total: 97 499 ha en 2000

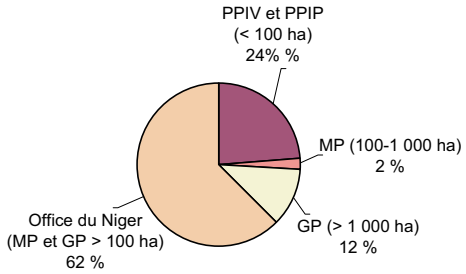


FIGURE 4
Cultures irriguées en maîtrise totale/partielle
Total: 171581 ha en 2000 (intensité culturale 176%)

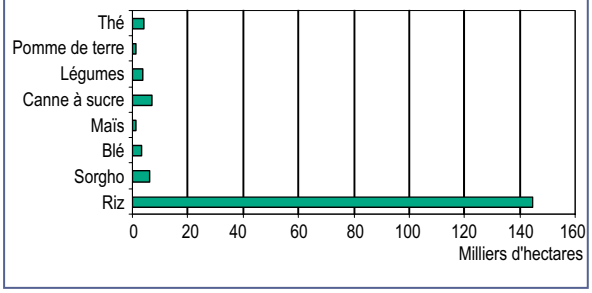


TABLEAU 3
Irrigation et drainage

Potentiel d'irrigation		**566 000**	**ha**
Contrôle de l'eau			
1. Irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée	2000	97 499	ha
- irrigation de surface	2000	97 499	ha
- irrigation par aspersion		-	ha
- irrigation localisée		-	ha
• partie irriguée à partir des eaux souterraines	2000	1	%
• partie irriguée à partir des eaux de surface	2000	99	%
2. Zones basses équipées (marais, bas-fonds, plaines, mangroves)	2000	138 292	ha
3. Irrigation par épandage de crues		-	ha
Superficie totale équipée pour l'irrigation (1+2+3)	**2000**	**235 791**	**ha**
• en % de la superficie cultivée	2000	5	%
• augmentation moyenne par an sur les … dernières années		-	%
• superficie irriguée par pompage en % de la superficie équipée	2000	1	%
• partie de la superficie équipée réellement irriguée	2000	75	%
4. Marais et bas-fonds cultivés non équipés		-	ha
5. Superficie en cultures de décrue non équipée	2000	60 000	ha
Superficie totale avec contrôle de l'eau (1+2+3+4+5)	**2000**	**295 791**	**ha**
• en % de la superficie cultivée	2000	6.3	%
Périmètres en maîtrise totale/partielle **Critère**			
Périmètres d'irrigation de petite taille < 100 ha	2000	23 068	ha
Périmètres d'irrigation de moyenne taille 100 - 1 000 ha	2000	2 000	ha
Périmètres d'irrigation de grande taille > 1 000 ha	2000	72 431	ha
Nombre total de ménages en irrigation			
Cultures irriguées dans les périmètres en maîtrise totale/partielle			
Production totale de céréales irriguées		-	tonnes
• en % de la production totale de céréales		-	%
Superficie totale en cultures irriguées récoltées	2000	171 581	ha
• Cultures annuelles/temporaires: superficie totale	2000	167 602	ha
- riz	2000	144 514	ha
- blé	2000	3 496	ha
- mais	2000	1 155	ha
- sorgho	2000	6 273	ha
- légumes	2000	3 650	ha
- pomme de terre	1997	1 400	ha
- canne à sucre	2000	7 114	ha
• Cultures permanentes: superficie totale	2000	3 979	ha
- thé	2000	3 979	ha
Intensité culturale des cultures irriguées	2000	176	%
Drainage - Environnement			
Superficie totale drainée		-	ha
- partie de la superficie équipée pour l'irrigation drainée		-	ha
- autres surfaces drainées (non irriguées)		-	ha
• superficie drainée en % de la superficie cultivée		-	%
Superficie protégée contre les inondations		-	ha
Superficie salinisée par l'irrigation		-	ha
Population touchée par les maladies hydriques liées à l'eau		-	habitants

Les autres superficies avec contrôle partiel de l'eau, s'élevant à 198 292 ha, comprennent la submersion plus ou moins contrôlée, la culture de décrue, l'aménagement des bas-fonds et la maîtrise des eaux de ruissellement des plaines sur les bassins versants (tableau 4). La submersion, elle aussi, plus ou moins contrôlée, pratiquée à grande échelle dans les régions de Ségou, Mopti, et Tombouctou, concerne une superficie de 110 723 ha. Les rendements moyens de riz obtenus sont de l'ordre de 1 tonne/ha. La culture de décrue non équipée qui occupe environ 60 000 ha est pratiquée dans les lacs et mares de la région de Tombouctou. Les rendements très modestes du riz

TABLEAU 4
Superficies avec contrôle de l'eau pour l'agriculture

Région	Maîtrise totale (ha)			Submersion contrôlée, et cultures de décrue (ha)[1]			Bas- fonds et plaines de collecte des eaux de ruissellement (ha)[2]			Petits barrages et autres (ha)[3]		Total
	MGP [4]	PP [4]	Total	MGP	PP	Total	MGP	PP	Total	Barrages	Autres	
Kayes	0	796	796	301	0	301	0	1 070	1 070	76	110	**2 353**
Koulikoro	5 000	3 875	8 875	10 728	0	10 728	462	3 338	3 800	0	122	**23 525**
Sikasso	999	45	1 044	4 683	3 164	7 847	140	2 383	2 523	3	0	**11 417**
Ségou	66 773	9 800	76 573	36 618	266	36 884	0	48	48	0	64	**113 569**
Mopti	0	1 556	1 556	33 479	19 101	52 580	0	0	0	564	18 839	**73 539**
Tombouctou	1 659	6 106	7 765	45 108	3 704	48 812	0	0	0	0	350	**56 927**
Gao	0	890	890	9 308	4 263	13 571	0	0	0	0	0	**14 461**
Kidal												**0**
Total	**74 431**	**23 068**	**97 499**	**140 225**	**30 498**	**170 723**	**602**	**6 839**	**7 441**	**643**	**19 485**	**295 791**

1. Sur la superficie totale de 170 723 ha, 110 723 ha sont considérés comme des superficies avec submersion contrôlée (culture de décrue) et 60 000 ha comme des superficies en cultures de décrue non équipés.
2. Les bas-fonds sont généralement endigués et munis de déversoir pour permettre d'évacuer les crues. Les plaines de collecte des eaux de ruissellement sont aménagées généralement de façon sommaire pour une maîtrise partielle des eaux collinaires en vue de la culture du riz en hivernage, ce qui est différent de la submersion contrôlée qui profite de l'onde de crues des fleuves.
3. Les petits barrages se réfèrent aux barrages en maçonnerie sur grès affleurant (sur le plateau Dogon), créant des retenues d'eau utilisées autour desquelles les Dogons cultivent l'oignon par irrigation à la calebasse. Ils sont considérés comme étant des bas-fonds équipés. Les autres aménagements se réfèrent aux aménagements traditionnels dans la zone deltaïque réalisés par les paysans eux-mêmes: diguettes et ouvrages pour assurer un niveau de contrôle de la crue en vue de la riziculture. Ils sont considérés comme étant des bas-fonds cultivés non équipés.
4. MGP = moyen et grand périmètre ; PP = petit périmètre

ne dépassent guère 0.8 tonne/ha en moyenne. Les bas–fonds, principalement cultivés en riz de variété pluviale ou semi–pluviale, sont localisés dans la partie sud du pays, où la pluviométrie est relativement importante (plus de 800 mm). Un total de 27 569 ha de bas-fonds ont été aménagés dont 643 ha consistent en petits barrages en maçonnerie sur grès affleurant (tableau 4).

Rôle de l'irrigation dans la production, l'économie et la société

Les évaluations récentes font état d'un coût d'équipement très élevé pour les moyens périmètres en maîtrise totale (9 000–13 000 dollars EU/ha), imputable en particulier à la digue de protection des périmètres contre la crue du fleuve.

Le coût d'équipement relativement faible des autres moyens de contrôle de l'eau (900–2 000 dollars EU/ha), ainsi que l'insuffisance des ouvrages de régulation sur le fleuve, ont favorisé l'expansion de ce type d'aménagement sur les grandes plaines inondables, lacs et mares de la vallée du fleuve Niger. La submersion contrôlée et les cultures de décrue, bien que considérées comme une amélioration substantielle par rapport à la submersion naturelle, et souvent la meilleure solution technique pour le développement de certaines zones (zones lacustres), apparaissent peu performantes du fait des faibles rendements, moins de 1 tonnes/ha pour le riz, à cause, entre autres, de l'appauvrissement rapide des sols, de l'envahissement des casiers par les adventices et de l'irrégularité des crues et des pluies. De même, dans les bas-fonds, les rendements du riz sont limités à quelque 2.5 tonnes/ha, à cause notamment de problèmes d'accès aux facteurs de production.

Les superficies exploitées ont enregistré une baisse notable pour les raisons suivantes:

- abandon de certains casiers de submersion contrôlée et de cultures de décrue, imputable aux aléas climatiques (faiblesse des crues), à la baisse de fertilité des sols et à l'envahissement des casiers par les herbes sauvages notamment dans la zone de l'Office Riz Mopti (ORM): sur les 38 000 ha existants à l'ORM, 15 000 ha en moyenne ont été exploités chaque année;
- dégradation progressive des réseaux d'irrigation sur les aménagements à maîtrise totale, notamment sur les PIV en l'absence d'entretien courant;

- difficultés d'accès aux crédits agricoles pour assurer une mise en valeur continue des périmètres;
- insécurité foncière;
- incertitude du marché pour les produits agricoles, notamment les cultures maraîchères.

GESTION DE L'EAU, POLITIQUES ET DISPOSITIONS LÉGISLATIVES RÉGISSANT L'UTILISATION D'EAU EN AGRICULTURE

Institutions

Les institutions publiques intervenant dans le développement de l'irrigation sont:

- Les ministères chargés de l'agriculture, de l'élevage et de la pêche avec:
  - la Direction nationale de l'aménagement et de l'équipement rural (DNAER), chargée notamment de l'élaboration des politiques et stratégies, et de la conception et de la supervision des études et travaux des grands projets et programmes d'équipement rural et d'aménagements hydro-agricoles, pastoraux et halieutiques sur l'ensemble du territoire;
  - la Direction nationale de l'appui au monde rural (DNAMR) chargée de l'appui-conseil dans les domaines de la vulgarisation, de la protection des végétaux, etc.
  - l'Institut d'économie rurale (IER), chargé des études économiques et de la recherche agronomique;
  - les Offices de développement rural, chargés du développement de l'irrigation dans les différentes zones du pays.
- le Ministère des mines, de l'énergie et de l'hydraulique, assurant la tutelle de la Direction nationale de l'hydraulique et de l'énergie (DNHE), qui intervient dans l'inventaire et la gestion des ressources en eau, et de sa Division hydrologie et aménagement des bassins fluviaux.
- Le Ministère de l'environnement, assurant la tutelle de la Direction nationale de l'assainissement et du contrôle des pollutions et des nuisances (DNACPN) et de la Direction nationale de la conservation de la nature (DNCN), qui interviennent dans le domaine de l'environnement.

En 2002 a été créée l'Agence du bassin du fleuve Niger au Mali; elle a pour mission la sauvegarde du fleuve Niger, de ses affluents et de ses bassins versants au sein du Mali, ainsi que la gestion intégrée de ses ressources. De plus a été créé le Comité du bassin du Niger, organe consultatif et de coordination.

L'ON est l'un des plus grands aménagements de la sous-région et gère l'irrigation sur les casiers irrigués grâce à l'eau du Niger. Des organisations non gouvernementales (ONG) interviennent directement sur le terrain et généralement dans le cadre de la petite irrigation et de l'aménagement du territoire villageois.

Politique et dispositions législatives

Le code domanial et foncier englobe les eaux souterraines et les eaux de surface dans le domaine public de l'État. Il reconnaît, par ailleurs, les droits d'utilisation traditionnelle et les droits d'usage sur les domaines fonciers publics ou privés de l'Etat, et il est estimé, par extension, que cette reconnaissance concerne aussi l'usage de l'eau.

Le Code de l'eau, élaboré en 1986 et remanié en 1989 par les administrations concernées, a été adopté et constitue la loi N° 90-17-AN-RM du 27-01-1990 fixant le régime des eaux du Mali. Le 5 décembre 2001, une loi portant amendement de ce code a été voté. Enfin la loi N° 02-006 du 31-01-2002 jette les bases d'une novelle réglementation du secteur de l'eau et légitime les structures chargées de la gestion des ressources en eau. Il consacre le principe de la domanialité publique de l'eau, et précise les modalités de gestion et de protection des ressources en eau en déterminant les droits et les obligations de l'État, des collectivités territoriales et des usagers. En

outre, il préconise la mise en place d'un fonds de développement du service public de l'eau et crée un Conseil national des conseils régionaux et locaux et des comités de bassin chargés d'émettre des avis et de faire des propositions concernant la gestion des ressources en eau et les projets d'aménagement.

De plus, pour marquer sa volonté de donner une impulsion vigoureuse au secteur de l'irrigation, le gouvernement a adopté en 1999 une Stratégie nationale de développement de l'irrigation (SNDI) qui se fixe comme objectif final un rythme d'aménagement des superficies irriguées de 9 000 ha/an. Cette stratégie est basée fondamentalement sur le principe d'une participation plus responsable des bénéficiaires à la définition, la réalisation et la gestion des projets d'irrigation.

TABLEAU 5
Superficies facilement aménageables

	Lieu	Superficie
1	Vallée du Sénégal; Térékolé–Kolombiné	22 500
2	Haute vallée du Niger	15 800
3	Office du Niger	200 000
4	Ségou	46 000
5	San–Mopti Delta vif	148 000
6	Mali Sud	20 000
7	Zone lacustre	99 500
8	Gao–Boucle du Niger	10 500
9	Divers et pays Dogon	5000
	Total	**566 500**

Source : GERSAR/PNUD, 1982.

ENVIRONNEMENT ET SANTÉ

Les pollutions dues aux engrais et pesticides pourront, à l'avenir, acquérir une ampleur importante surtout dans la zone de l'ON. Des problèmes d'infestation par les végétaux aquatiques se posent dans la haute vallée du fleuve Niger. L'état de dégradation des zones humides s'explique par l'absence d'un plan de gestion et de mesures adéquates de conservation. Enfin, l'apparition de la bilharziose autour des réservoirs des barrages constitue le principal problème sanitaire.

PERSPECTIVES POUR LA GESTION DE L'EAU EN AGRICULTURE

Le schéma directeur de l'ON, à l'étude, définira le potentiel irrigable de ce géant agro-industriel, compte tenu de l'évolution enregistrée depuis 1950 (changement de régime du fleuve, abandon de la pluviométrie, etc.). L'ON, avec ses 61 000 ha de terre irriguées, est pourtant jugé modeste, vu les immenses étendues de terres irrigables estimées à 900 000 ha en 1932, 450 000 ha en 1945 et ramenées à 300 000 ha en 1950. Sur les 2.2 millions d'ha de terres aptes à la culture irriguée identifiés en 1982, les options et politiques d'irrigation actuelles prévoient de n'aménager que 566 500 ha, ce qui correspond à un potentiel facilement et économiquement réalisable (tableau 5). C'est sur cette base que la «Vision nationale de l'eau à l'horizon 2025» du Comité inter–États de lutte contre la sécheresse dans le Sahel (CILSS) pour une agriculture durable a prévu la mise en valeur de la totalité de cette surface de 560 000 ha d'ici à l'an 2025.

Dans le cadre du plan d'action sous-régional de gestion intégrée des ressources en eau (GIRE), le gouvernement malien a mis en place au niveau national un mécanisme institutionnel de définition et de mise en œuvre de la GIRE. Elle se fera par le biais des comités locaux et des agences de gestion des bassins et biefs fluviaux, avec une forte participation des populations. Une fois ce mécanisme opérationnel, tous les projets d'utilisation de l'eau seront soumis aux règles de la GIRE. La disponibilité d'eau pour l'irrigation malienne dépendra, dans une large mesure, des barrages envisagés à l'avenir sur le Niger (Mali et Guinée).

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

Cheick Bougadary Bathily. 1991. *Schéma directeur de la mise en valeur des ressources en eau au Mali - Volets hydraulique agricole et cultures irriguées.* Rapport préparé pour le projet MLI/89/003. Décembre 1991.

CILSS. 2000. *Vision nationale de l'eau à l'horizon 2025 pour une agriculture durable.*

DNHE. 2002. *Étude diagnostique du secteur de l'eau au Mali.*

DNHE. 2002. *Résumé relatif au progrès réalisé au Mali suite à la conférence ministérielle du second Forum mondial de l'eau (La Haye, 2002).*

Mission de décentralisation - Primature. *Esquisse du schéma national et de schémas régionaux d'aménagement et de développement, Vol. 2.*

FAO. 1990. *Le sous-secteur des cultures irriguées - stratégies possibles d'intervention.* Centre d'investissement. Rapport N° 143190 CP-MLI 30 WP.

FAO. 1992. *Mali: Aperçu sur le sous-secteur irrigué.* Centre d'investissement. Rapport N° 84192 CP-MLI 36 SR.

FAO, IPTRID. 2002. *Impact de la modernisation des systèmes irrigués - Étude de cas du retail à l'Office du Niger, Mali.*

FMI. 2003. *Mali - Poverty reduction strategy paper.*

GERSAR, PNUD. 1982. *Options et investissements prioritaires dans le domaine de l'irrigation au Mali.*

CPS. 2001. *Recueil des statistiques du secteur rural.*

MDR. 2000. *Stratégie nationale de développement de l'irrigation.*

Ministère de l'agriculture. 2004. *Stratégies d'investissement, de planification et de mise en œuvre de projets d'aménagement dans le sous-secteur de l'irrigation au Mali.* Préparé par Manda Sadio Keita.

Office du Niger, SOGREAH, BCEOM, BETICO. 2000. *Étude du schéma directeur de l'Office du Niger - Rapport pédologie, rapport institutionnel, rapport hydraulique.*

PNUD, UNDTCD. 1990. *Schéma directeur de la mise en valeur des ressources en eau du Mali.* Projet MLI/84/005.

UNDAF. 1998. *Mali- Plan- cadre des Nations Unies pour l'assistance au développement 1998-2002.*

Maroc

DONNÉES PHYSIQUES, CLIMAT ET POPULATION

Le Maroc, situé à l'extrême nord-ouest du continent africain, a une superficie totale de 446 550 km² (selon la pratique adoptée par les Nations Unies, ce chiffre ne comprend pas la superficie du Sahara occidental qui est de 266 000 km² environ; cela n'implique aucune prise de position de la part de la FAO quant au statut légal, juridique ou constitutionnel du Sahara occidental). Les milieux physiques sont très diversifiés sur le plan topographique et sur le plan climatique en raison de l'effet conjugué des influences méditerranéenne, atlantique et saharienne sur le relief, ainsi que de la nature des sols et de leur utilisation. La superficie cultivée (cultures annuelles et permanentes) est évaluée à 9.3 millions d'hectares (tableau 1).

Le pays peut être divisé en quatre unités physiographiques:

- les plaines côtières, qui s'étendent le long de toute la côte du pays. Elles sont étroites le long de la côte méditerranéenne et larges le long de la côte atlantique.

TABLEAU 1
Caractéristiques du pays et population

Superficies physiques			
Superficie du pays	2002	44 655 000	ha
Superficie cultivée (terres arables et cultures permanentes)	2002	9 283 000	ha
• en % de la superficie totale du pays	2002	21	%
• terres arables (cultures temporaires + prairies et jachères temp.)	2002	8 396 000	ha
• cultures permanentes	2002	887 000	ha
Population			
Population totale	2004	31 064 000	habitants
• dont rurale	2004	42	%
Densité de population	2004	70	habitants/km²
Population active	2004	12 979 000	habitants
• en % de la population totale	2004	42	%
• féminine	2004	35	%
• masculine	2004	65	%
Population active dans le secteur agricole	2004	4 296 000	habitants
• en % de la population active	2004	33	%
• féminine	2004	57	%
• masculine	2004	43	%
Économie et développement			
Produit intérieur brut (PIB)	2003	44 500	millions de $EU/an
• valeur ajoutée du secteur agricole (% du PIB)	2003	18	%
• PIB par personne	2003	1 433	$EU/an
Indice de développement humain (plus élevé = 1)	2002	0.620	
Accès aux sources améliorées d'eau potable			
Population totale	2002	80	%
Population urbaine	2002	99	%
Population rurale	2002	56	%

La plupart des rivières et vallées du pays traversent ces plaines;
- les collines au nord, parallèles à la mer Méditerranéenne, appelées les montagnes du Rif, avec un sommet culminant à 2 456 m au-dessus du niveau de la mer;
- les collines au centre qui s'étendent du nord-est au sud-ouest. Elles comprennent les chaînes montagneuses du Moyen Atlas, du Haut Atlas et de l'Anti-Atlas, qui sont presque parallèles entre elles. Le sommet se trouve dans le Haut Atlas à 4 165 m au-dessus du niveau de la mer;
- les collines désertiques, qui sont des extensions des pentes australes du Haut Atlas et de l'Anti-Atlas.

Bien que doté d'une situation géographique favorable, le Maroc est un pays à climat essentiellement semi-aride à aride dans la majeure partie de son territoire. De caractère méditerranéen, à la fois tempéré et chaud, ce climat se caractérise par deux principales saisons: un été chaud et sec, un hiver froid et humide. La pluviométrie moyenne, de 346 mm/an, varie de plus de 750 mm à l'extrême nord-ouest, où une agriculture pluviale est encore possible, à moins de 150 mm/an vers le sud-est, où l'irrigation est une nécessité absolue pour l'agriculture.

La population du pays s'élevait en 2004 à un peu plus de 31 millions d'habitants. La population est rurale à 42 pour cent contre 70 pour cent dans les années 1960. Le taux d'accroissement annuel de la population recule, passant de 2.8 pour cent dans les années 1960 à 1.7 pour cent actuellement. La desserte en eau potable est estimée à 80 pour cent de la population totale (99 pour cent en milieu urbain, 56 pour cent en milieu rural) (tableau 1).

ÉCONOMIE, AGRICULTURE ET SÉCURITÉ ALIMENTAIRE

Le PIB agricole a subi, au fil des ans, des fluctuations importantes dues aux aléas climatiques. Bien que le PIB global ait constamment augmenté, sa progression a été nettement influencée par les oscillations du PIB agricole, les deux variables étant fortement corrélées. Les aléas climatiques ont donc une influence sensible sur l'économie marocaine, et l'on constate une diminution de la part du PIB agricole dans le PIB national, part qui est passée de 28 pour cent dans les années 1960 à 14 pour cent pour la période 1996-2000. En 2003, la part du PIB agricole était de 18 pour cent.

L'analyse à long terme des productions agricoles laisse apparaître une augmentation soutenue des cultures industrielles, maraîchères et fruitières et de la production laitière due notamment à l'extension des périmètres irrigués et à l'accroissement des rendements dans ces périmètres (tableau 2).

Par ailleurs, la balance commerciale du pays accuse un déficit chronique qui s'explique par le déficit structurel de la balance agricole (tableau 3). En effet, d'une part les importations agricoles sont essentiellement constituées de produits de base, dont la demande interne reste nettement supérieure aux possibilités de production, comme les céréales, le sucre, les huiles végétales et dans une moindre mesure les produits laitiers et, d'autre part, les exportations agricoles, qui présentent un potentiel considérable

TABLEAU 2
Évolution des productions agricoles (en milliers tonnes)

Productions	Année							
	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000
Céréales	2 496	3 784	4 272	4 249	3 824	6 647	5 057	5 224
Légumineuses	166	279	452	298	211	383	209	188
Cultures maraîchères	900	-	-	-	-	-	-	4 504
Cultures oléagineuses	19	29	38	37	34	107	76	99
Cultures industrielles	126	704	1 693	2 369	3 028	3 793	3 743	3 986
Plantations fruitières	480	-	-	-	-	-	-	2 970
Laitière en millions de litres	32	48	50	59	48	77	86	102

TABLEAU 3
La part de l'agriculture dans la balance commerciale (en millions de $EU)

Année	Exportations			Importations		
	total	agricoles	% agricole	total	agricoles	% agricole
1995	5 870	1 400	23.9	8 550	1 800	21.1
1996	6 000	1 460	24.4	8 460	1 670	19.8
1997	6 700	1 490	22.3	9 070	1 380	15.3
1998	6 860	1 500	21.9	9 870	1 700	17.2
1999	7 360	1 670	22.7	10 590	1 710	16.2
2000	7 870	1 820	23.2	12 190	2 000	16.4

TABLEAU 4
L'eau: ressources et prélèvement

Les ressources en eau renouvelables			
Précipitations moyennes		346	mm/an
		154.4	10^9 m³/an
Ressources en eau renouvelables internes		29	10^9 m³/an
Ressources en eau renouvelables réelles totales		29	10^9 m³/an
Indice de dépendance		0	%
Ressources en eau renouvelables réelles totales par habitant	2004	934	m³/an
Capacité totale des barrages	2003	16 091	10^6 m³
Prélèvements en eau			
Prélèvement total en eau	2000	12 607	10^6 m³/an
- irrigation + élevage	2000	11 010	10^6 m³/an
- collectivités	2000	1 237	10^6 m³/an
- industrie	2000	360	10^6 m³/an
• par habitant	2000	433	m³/an
• en % des ressources en eau renouvelables réelles totales	2000	43.5	%
Ressources en eau non conventionnelles			
Volume d'eaux usées produit	2002	650	10^6 m³/an
Volume d'eaux usées traité	1999	40	10^6 m³/an
Réutilisation des eaux usées traitées		-	10^6 m³/an
L'eau dessalée produite	2000	7	10^6 m³/an
Réutilisation des eaux de drainage		-	10^6 m³/an

de développement, ont une croissance pratiquement nulle à cause du protectionnisme des partenaires commerciaux.

RESSOURCES EN EAU ET UTILISATION DE L'EAU

Ressources en eau

Les ressources en eau renouvelables sont évaluées à 29 km³/an, dont 22 km³/an d'eaux de surface et 10 km³/an d'eaux souterraines, tandis que la partie commune entre eaux de surface et eaux souterraines est évaluée à 3 km³/an (tableau 4).

TABLEAU 5
Ressources en eau exploitables

Bassin versant	Ressources exploitables en millions de m³
Moulouya	1 844
Loukkos et côtes méditerranéennes	4 312
Sebou	5 322
Bouregreg et côtes atlantiques	979
Oum Rbiaâ et côtes Jadida Safi	4 180
Tensift et côtes Safi - Essaouira	1 188
Souss-Massa et côtes Agadir - Tiznit	1 107
Sud - Atlasiques	1 741
Total	**20 673**

Sur l'ensemble des ressources en eau renouvelables, les ressources potentielles mobilisables dans les conditions techniques et économiques actuelles sont estimées à 20.7 km³/an dont près de 3 km³ en eaux souterraines (tableaux 5 et 6).

Les ressources superficielles sont très inégalement réparties: les bassins du Loukkos, du Sebou et de l'Oum Rbiâa réunissent 71.5 pour cent des ressources exploitables nationales. En revanche, les ressources souterraines sont relativement mieux distribuées sur le territoire. Les valeurs moyennes des écoulements de surface masquent

TABLEAU 6
L'exploitation des eaux souterraines (en millions de m³) et le taux de mobilisation (%) en 2000

Bassin	Volumes mobilisables			Volumes mobilisés			Taux de mobilisation		
	phréatique	profond	total	phréatique	profond	total	phréatique	profond	total
Moulouya	256.0	165.5	421.6	220.5	98.6	319.1	86.2	59.5	75.7
Loukkos	148.6	56.0	204.6	103.4	27.0	130.4	69.9	48.2	63.7
Sebou	239.3	252.0	491.3	228.7	244.1	472.8	95.6	96.9	96.3
Bouregreg	167.0	0.0	167.0	126.0	0.0	126.0	75.4	-	75.4
Oum Rbia	382.0	130.0	512.0	343.9	93.4	437.3	90.0	71.8	85.4
Tensift	282.5	52.5	335.0	366.7	68.3	435.0	129.8	130.1	129.9
S- Massa	450.5	0.0	450.5	809.0	0.0	809.0	179.6	-	179.6
SudAtl/Sah	366.4	28.2	394.5	417.6	18.8	436.4	113.9	66.8	110.6
Total	**2 292.3**	**684.2**	**2 976.5**	**2 615.0**	**550.2**	**3 166.0**	**114.1**	**80.4**	**106.4**

d'importantes irrégularités temporelles. En effet, les écoulements de fréquence décennale sur l'ensemble du pays ne représentent que 32 pour cent de la normale.

En matière de ressources en eau non conventionnelles, le potentiel des eaux usées était évalué à près de 500 millions de m³ en 2000 et devrait atteindre 1 500 millions de m³ en 2020. La réutilisation des eaux usées au Maroc, notamment pour l'irrigation des terres agricoles et surtout des espaces verts, est au stade expérimental. Actuellement, le recours au dessalement de l'eau de mer et à la déminéralisation des eaux souterraines saumâtres pour l'approvisionnement en eau potable des villes et des centres déficitaires est limité aux zones sahariennes du sud du Maroc. Il était d'environ 7 millions de m³ en 2000, avec une prévision de 51.4 millions de m³ en 2020.

La mobilisation des ressources en eau s'effectue grâce à un important patrimoine hydraulique:

- 104 grands barrages d'une capacité totale de 16 091 millions de m³ régularisent 10 600 millions de m³ s'ils sont pris individuellement et 9 milliards de m³ s'ils sont considérés dans les systèmes hydrauliques de leurs bassins versants; par volume régularisé est entendu le volume garanti huit années sur 10. À ces grands barrages, il faut ajouter 17 petits et moyens barrages et 67 barrages ou lacs collinaires d'une capacité totale de 9.9 millions de m³;
- 13 ouvrages de transferts d'eau entre bassins versants permettent d'acheminer plus de 2 700 millions de m³;
- un important réseau de forages, de puits et de captages de sources consent la mobilisation de 3 milliards de m³ d'eaux souterraines dont 2.5 milliards à partir des nappes phréatiques et 500 millions à partir des nappes profondes.

L'exploitation des nappes souterraines, actuellement identifiées et évaluées, permet de mobiliser 3 166 millions de m³ par an, dont 82.6 pour cent à partir de nappes phréatiques et 17.4 pour cent à partir des nappes profondes. Bien qu'il y ait une surexploitation globale des eaux souterraines renouvelables, le niveau d'exploitation diffère largement entre types de nappes et entre bassins versants. En moyenne, le taux d'exploitation des nappes phréatiques est de 114.1 pour cent et il varie de 75.4 pour cent dans le bassin de Bouregreg à 179.6 pour cent dans le bassin du Souss. Le taux d'exploitation des nappes profondes est de 80.4 pour cent et il va de 48.2 pour cent dans le bassin du Loukkos à 130.1 pour cent dans le bassin du Tensift. Par bassin le taux d'exploitation des nappes est compris entre 63.7 pour cent dans le bassin du Sebou et 179.6 pour cent dans le Souss Massa (tableau 6). Cette tendance à la surexploitation des nappes ne fera que s'aggraver et il est estimé qu'à l'horizon 2020 le taux d'exploitation projeté des nappes phréatiques atteindra 120.1 pour cent et celui des nappes profondes 89.5 pour cent.

Utilisation de l'eau

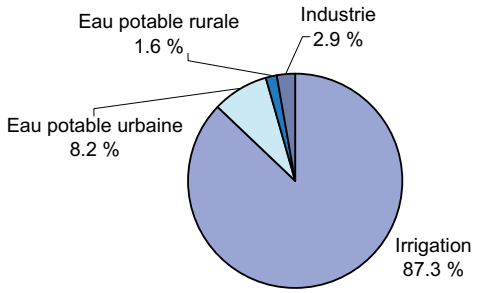
Les demandes en eau pour l'année 2000 s'élevaient à 12 607 millions de m³, dont 11 010 millions de m³ pour l'irrigation soit plus de 87 pour cent de la demande totale, 1 237

TABLEAU 7
La demande en eau sectorielle (millions de m³)

Secteur d'utilisation	Année			
	1990	1995	2000	2020
Agriculture:	8 898	9 884	11 010	13 039
• Grande hydraulique	4 192	5 012	5 748	6 859
• Petite et moyenne hydraulique	3 008	3 032	3 108	4 025
• Irrigation privée	1 698	1 840	2 154	2 155
Eau potable et industrielle:	1 082	1 271	1 597	2 651
• Eau potable urbaine	802	911	1 031	1 949
• Eau potable rurale	130	180	206	252
• Eau industrielle	150	180	360	450
Sous total	**9 980**	**11 255**	**12 607**	**15 690**
Hydro-électricité	230	230	-	-
Débit sanitaire	300	300	300	300
Total	**10 510**	**11 785**	**12 907**	**15 990**

millions de m³ pour les collectivités et 360 millions de m³ pour l'industrie (tableau 4 et 7 et figure 1). Sur ce total de 12 607 millions de m³, 7 millions étaient de l'eau dessalée, 3 166 millions de l'eau souterraine et 9 434 millions de l'eau de surface. À l'horizon 2020 ces demandes s'élèveront à 15 690 millions de m³, dont 13 038 millions de m³ pour l'irrigation ou 83 pour cent de l'ensemble de la demande (tableau 7). La confrontation entre les ressources en eau mobilisées et la demande en eau des différents secteurs montre que les besoins sont actuellement satisfaits et devraient l'être aussi en 2020. Cependant ce bilan global cache de grandes disparités entre bassins versants, seuls les bassins du Loukkos et du Sebou étant excédentaires et les autres accusant des déficits structurels.

FIGURE 1
Prélèvements en eau
Total: 12.607 km³ en 2000



La satisfaction de la demande en eau d'irrigation consiste en 76 pour cent d'eaux de surface et 24 pour cent d'eaux souterraines (tableau 8). Le recours aux eaux souterraines est surtout pratiqué par le secteur de l'irrigation privée, qui mobilise plus de 66.7 pour

TABLEAU 8
Les sources d'approvisionnement d'eau pour l'irrigation (en millions de m³)

Sources d'approvisionnement du secteur de l'irrigation	Année			
	1990	1995	2000	2020
Eau de surface	**6 262.7**	**6 917.3**	**8 272.5**	**10 193.2**
• Barrages collinaires	0.6	1.9	1.9	10.3
• Petits et moyens barrages	4.5	5.8	8.0	49.8
• Grands barrages	4 050.1	4 702.1	6 055.1	8 972.5
• Au fil de l'eau	1 599.4	1 599.4	1 599.4	675.8
• Épandage de crues	608.1	608.1	608.1	484.7
Eaux souterraines	**2 380.0**	**2 494.9**	**2 737.8**	**2 845.3**
• Nappes profondes	414.3	429.3	455.3	468.8
• Nappes phréatiques	1 965.7	2 065.6	2 282.5	2 376.5
Eaux non conventionnelles	**-**	**-**	**-**	**-**
• Eaux usées épurées	-	-	-	-
• Eaux dessalées	-	-	-	-
Total	**8 642.7**	**9 412.2**	**11 010.3**	**13 038.5**

TABLEAU 9
L'approvisionnement en eau des secteurs d'irrigation (en millions de m³)

Secteur d'irrigation	Année 2000			Année 2020		
	surface	souterraine	total	surface	souterraine	total
• Grande hydraulique	5 328.6	419.1	5 747.7	6 338.0	521.4	6 859.4
• Petite et moyenne hydraulique	2 617.8	490.2	3 108.0	3 484.1	540.4	4 024.5
• Hydraulique privée	326.1	1 828.5	2 154.6	371.1	1 783.5	2 154.6
Total	**8 272.5**	**2 737.8**	**11 010.3**	**10 193.2**	**2 845.3**	**13 038.5**

cent de la demande totale de l'irrigation en eaux souterraines ou 84.9 pour cent de la demande de ce secteur (tableau 9).

Eaux internationales: enjeux

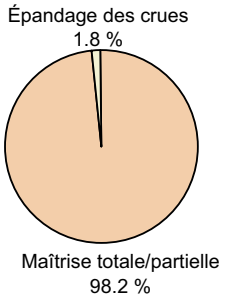
Les ressources en eaux du Maroc sont en totalité internes et il n'en reçoit aucune transfrontalière; en revanche il exporte un volume moyen annuel de 230 millions de m³ à partir du bassin de l'oued Guir, qui constitue la frontière orientale des bassins sud atlasiques, vers l'Algérie. Aucune ressource en eau n'est partagée avec la Mauritanie.

DÉVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION ET DU DRAINAGE

Évolution du développement de l'irrigation

Le potentiel des terres irrigables s'élève à 1 664 000 ha dont 1 364 000 ha d'irrigation pérenne et 300 000 ha d'irrigation saisonnière et d'épandage des eaux de crue. Ces chiffres sont les derniers annoncés officiellement suite aux études des plans directeurs d'aménagement des eaux des bassins versants. Les superficies aménagées d'une façon moderne ou traditionnelle pour l'irrigation pérenne s'élevaient, à la fin de 2004, à 1 458 160 ha dont 1 016 730 ha ont été aménagés par les pouvoirs publics et 441 430 ha par les privés. À ce sujet, il faut signaler que les superficies réellement équipées par les privés s'élèvent à 626 610 ha, mais 185 180 ha se trouvent à l'intérieur des périmètres ayant déjà été aménagés par les soins de l'État. En outre, 26 000 ha ont été aménagés pour l'irrigation par épandage des eaux de crue (tableaux 10 et 11 et figure 2).

FIGURE 2
Répartition des superficies en contrôle de l'eau
Total: 1 484 160 ha en 2004



Les grands périmètres d'irrigation sont délimités dans le cadre des plans directeurs d'aménagement intégré des bassins versants hydrauliques. Ainsi, neuf grands périmètres d'irrigation ont été délimités et ont fait l'objet d'un aménagement hydro-agricole qui a porté, fin 2004, sur une superficie totale de 682 600 ha où l'État a réalisé les équipements tant externes qu'internes à l'exploitation (tableau 12 et figure 3).

Les périmètres de petite et moyenne hydraulique représentent une superficie

TABLEAU 10
Superficies équipées pour l'irrigation (ha) par les pouvoirs publics

	1995	2000	2004
Irrigation pérenne	**871 036**	**973 497**	**1 016 730**
• Grande hydraulique	558 700	641 200	682 600
• Petite et moyenne hydraulique	312 336	332 297	334 130
Irrigation par épandage de crues	**26 000**	**26 000**	**26 000**

Note : Les superficies équipées pour l'irrigation par les privés s'élèvent à 626 610 ha dont 185 180 sont situés à l'intérieur des périmètres qui ont bénéficié auparavant d'un aménagement public (données provenant d'une étude de l'irrigation privée conduite par l'AGR 2002).

TABLEAU 11
Irrigation et drainage

Potentiel d'irrigation		**1 664 000**	**ha**
Contrôle de l'eau			
1. Irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée	2004	1 458 160	ha
- irrigation de surface	2004	1 208 512	ha
- irrigation par aspersion	2004	151 673	ha
- irrigation localisée	2004	97 975	ha
• partie irriguée à partir des eaux souterraines	2000	30	%
• partie irriguée à partir des eaux de surface	2000	70	%
2. Zones basses équipées (marais, bas-fonds, plaines, mangroves)		-	ha
3. Irrigation par épandage de crues	2004	26 000	ha
Superficie totale équipée pour l'irrigation (1+2+3)	**2004**	**1 484 160**	**ha**
• en % de la superficie cultivée		16	%
• augmentation moyenne par an sur les 15 dernières années	1989-2004	1.1	%
• superficie irriguée par pompage en % de la superficie équipée	2004	31.4	%
• partie de la superficie équipée réellement irriguée	2004	97.5	%
4. Marais et bas-fonds cultivés non équipés		-	ha
5. Superficie en cultures de décrue non équipée		-	ha
Superficie totale avec contrôle de l'eau (1+2+3+4+5)	**2004**	**1 484 160**	**ha**
• en % de la superficie cultivée		16	%
Périmètres en maîtrise totale/partielle			
Périmètres d'irrigation privée	2004	441 430	ha
Périmètres d'irrigation de petite et moyenne hydraulique	2004	334 130	ha
Périmètres d'irrigation de grande hydraulique	2004	682 600	ha
Nombre total de ménages en irrigation			
Cultures irriguées dans les périmètres en maîtrise totale/partielle			
Production totale de céréales irriguées			tonnes
• en % de la production totale de céréales			%
Superficie totale en cultures irriguées récoltées	2000	1 520 200	ha
• Cultures annuelles/temporaires: superficie totale	2000	953 200	ha
- blé	2000	371 400	ha
- autres céréales	2000	157 300	ha
- légumes	2000	141 400	ha
- betterave à sucre	2000	75 400	ha
- pomme de terre	2000	38 500	ha
- légumineuses	2000	37 400	ha
- cultures oléagineuses	2000	28 900	ha
- canne à sucre	2000	23 400	ha
- coton	2000	7 900	ha
- autres cultures annuelles	2000	71 600	ha
• Cultures permanentes: superficie totale	2000	567 000	ha
- fourrage	2000	158 800	ha
- agrumes	2000	77 800	ha
- bananes	2000	2 500	ha
- autres cultures permanentes	2000	327 900	ha
Intensité culturale des cultures irriguées	2000	108	%
Drainage - Environnement			
Superficie totale drainée	2004	649 145	ha
- partie de la superficie équipée pour l'irrigation drainée	2004	629 145	ha
- autres surfaces drainées (non irriguées)	2004	20 000	ha
• superficie drainée en % de la superficie cultivée		-	%
Superficie protégée contre les inondations		-	ha
Superficie salinisée par l'irrigation	2000	150 000	ha
Population touchée par les maladies hydriques liées à l'eau	2000	229 000	habitants

potentielle de 484 000 ha pouvant être irriguée de façon pérenne. À cela s'ajoutent 300 000 ha d'irrigation saisonnière et/ou par épandage d'eaux des crues. La superficie aménagée fin 2004 était de 334 130 ha en irrigation pérenne plus 26 000 ha en épandage d'eaux de crue. Les superficies aménagées en irrigation pérenne sont entièrement

TABLEAU 12
Périmètres de grande hydraulique (superficies en ha)

Dénomination du grand érimètre	Bassin versant	Superficie potentielle	Superficie équipée	Source d'eau (million m³)		Mode d'irrigation	
				surface	nappe	aspersion	gravitaire
Moulouya	Moulouya	77 280	77 280	689	69	15 462	61 818
Gharb	Sebou	222.500	113 350	1 168	0	18 658	94 692
Haouz	Tensift+Oum Rbiâa	133 600	142 620	855	84	0	142 620
Tadla	Oum Rbiâa	117 840	109 000	1 010	94	0	109 000
Tafilalet	Ziz	27 900	27 900	124	42	0	27 900
Ouarzazate	Drâa	37 650	37 650	220	56	0	37 650
Souss-Massa	Souss-Massa	39 900	39 900	156	52	34 114	5 786
Loukkos	Loukkos	33 570	30 300	253	22	24 616	5 684
Total		**880 160**	**682 600**	**5 328**	**419**	**128 543**	**554 057**

FIGURE 3
Typologie des périmètres irrigués en maîtrise totale/partielle
Total: 1 458 160 ha en 2004

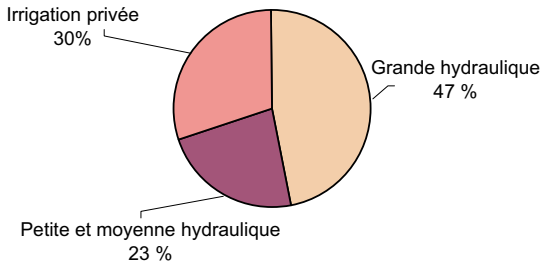
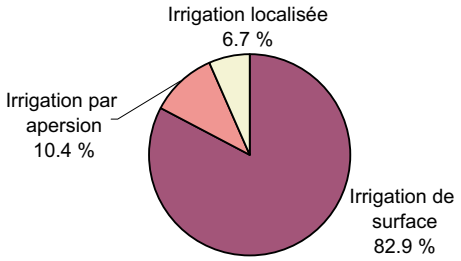


FIGURE 4
Technique d'irrigation
Total: 1 458 160 ha en 2004



réalisées par l'État, dont 327 230 ha en mode gravitaire et 6 900 ha en aspersion.

En ce qui concerne l'irrigation privée réalisée par des agriculteurs individuels sur des exploitations initialement d'agriculture pluviale en dehors des périmètres de grande hydraulique et de petite et moyenne hydraulique équipés par l'État, d'après une enquête exhaustive réalisée en 2002 au niveau des centres de travaux et des centres de mise en valeur, les superficies intéressées s'élèvent à 441 430 ha (tableau 13). Il faut ajouter à cela 185 180 ha équipés par les privés mais situés à l'intérieur des périmètres d'irrigation aménagés par les pouvoirs publics.

Par mode d'irrigation, les superficies équipées en irrigation de surface s'élèvent à 1 208 512 ha, soit 83 pour cent de la superficie équipée en irrigation pérenne, celles équipées en aspersion couvrent 151 673 ha ou 10 pour cent de la superficie équipée (dont l'irrigation par pivots et rampes frontales concerne 16 230 ha), et celles équipées en irrigation localisée occupent 97 975 ha (dont 10 875 ha d'irrigation sous serres), soit 7 pour cent de la superficie équipée (tableau 14 et figure 4).

TABLEAU 13
Superficies équipées pour l'irrigation par bassin et par type d'irrigation en hectares

Bassin versant	Type d'irrigation			
	grande hydraulique	petite et moyenne hydraulique	irrigation privée	total
Moulouya	77 280	55 696	22 475	155 451
Loukkos et côtes méditerranéennes	30 300	10 535	22 765	63 600
Sebou	113 350	81 372	138 434	333 156
Bouregreg et côtes atlantiques	0	8 583	19 748	28 331
Oum Rbiaâ et côtes Jadida Safi	343 492	52 230	82 726	478 448
Tensift et côt. Safi - Essaouira	12 149	52 155	68 631	132 935
Souss-Massa et côtes Agadir - Tiznit	40 479	28 170	72 347	140 996
Sud-Atlasiques	65 550	45 389	14 304	125 243
Total	**682 600**	**334 130**	**441 430**	**1 458 160**

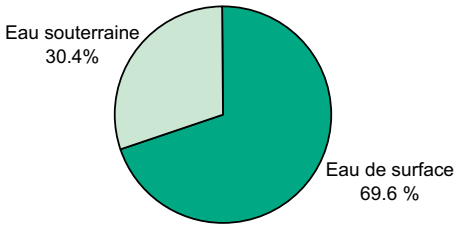
TABLEAU 14
Les superficies équipées par mode d'irrigation (ha)

Bassin versant	Mode d'irrigation				Superficies à énergie	
	surface	aspersion	localisée	total	pompage	mise en pression
Grande hydraulique	554 057	128 543	0	682 600	158 981	128 543
Petite et moyenne hydraulique	327 230	6 900	0	334 130	77 757	6 900
Irrigation privée	327 225	16 230	97 975	441 430	230 300	114 205
Total	**1 208 512**	**151 673**	**97 975**	**1 458 160**	**467 038**	**249 648**

Les superficies équipées en grande hydraulique en mode aspersion représentent 84.5 pour cent de l'ensemble des superficies équipées en ce mode d'irrigation et les superficies équipées en irrigation localisée sont entièrement aménagées par les secteur privé.

Sur l'ensemble des superficies équipées, celles qui utilisent l'énergie de relevage s'élèvent à 467 038 ha dont 294 058 irrigation de surface, et 172 980 ha irrigation par aspersion ou localisée. Ces 172 980 ha font recours, en plus de l'énergie de relevage, à l'énergie de mise en pression; à cela s'ajoutent 76 668 ha qui utilisent uniquement la mise en pression, ce qui porte la superficie totale utilisant l'énergie de mise en pression à 249 648 ha.

FIGURE 5
Origine de l'eau d'irrigation
Total: 1 416 639 ha en 2000



Environ 30 pour cent de la superficie équipée est irriguée à partir d'eau souterraine (figure 5). Le secteur de l'irrigation consomme en moyenne 429 millions de kWh/an pour une facture totale de 34.2 millions de dollars EU. Cette consommation représente 6.8 pour cent de la consommation nationale en énergie électrique de moyenne tension. La grande irrigation consomme 300 millions de kWh soit 69.9 pour cent de la consommation totale du secteur de l'irrigation, la petite et moyenne hydraulique en consomme 19 millions ou 4.4 pour cent et l'irrigation privée, qui recourt intensivement aux eaux souterraines, consomme en moyenne 110 millions de kWh ou 25.7 pour cent de l'énergie du secteur de l'irrigation.

Les superficies effectivement irriguées (hors zones d'épandage de crues) s'élèvent à 97.5 pour cent de la superficie équipée et ont été estimées à partir des déclarations des irrigants pour les grands périmètres, et à partir d'enquêtes pour la petite et moyenne hydraulique et l'irrigation privée (tableau 15).

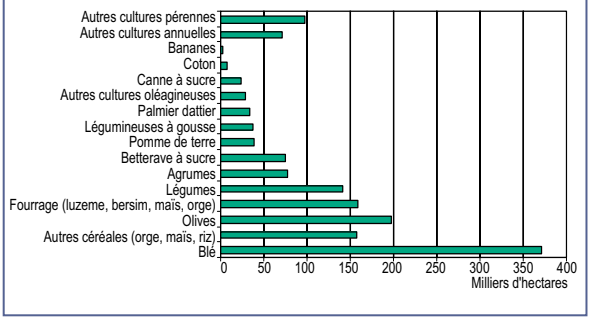
Rôle de l'irrigation dans la production, l'économie et la société

Bien qu'elle ne concerne que 16 pour cent des superficies cultivées, l'agriculture irriguée

TABLEAU 15
Superficies équipées et effectivement irriguées en 2004 (ha)

Bassin versant	Superficie	
	équipée	réellement irriguée
Moulouya	155 451	152 120
Loukkos et côtes méditerranéennes	63 600	63 600
Sebou	333 156	331 820
Bouregreg et côtes atlantiques	28 331	27 980
Oum Rbiaâ et côtes Jadida Safi	478 448	478 448
Tensift et côt. Safi - Essaouira	132 935	131 490
Souss-Massa et côtes Agadir - Tiznit	140 996	137 310
Sud-Atlasiques	125 243	125 243
Total	**1 458 160**	**1 448 011**

FIGURE 6
Cultures irriguées
Total: 1 520 200 ha en 2000
(intensité culturale: 108%)



représente environ 45 pour cent de la valeur ajoutée agricole et contribue pour 75 pour cent aux exportations du secteur. Cette contribution est encore plus marquée pendant les années sèches où la production des zones bour est sévèrement affectée. Durant la campagne 1993-1994, année humide, la contribution de l'irrigué était de 35 pour cent de la valeur ajoutée agricole. En 1994-1995, année sèche, cette contribution s'est élevée à 70 pour cent de cette valeur.

La mise en valeur agricole des grands périmètres irrigués a permis l'intensification de l'agriculture, grâce à l'effet combiné de l'irrigation, de l'usage d'intrants appropriés et de la mécanisation. Ainsi, l'accroissement moyen annuel de la production agricole dans les périmètres irrigués depuis 1960 a atteint 7.9 pour cent. Les augmentations les plus significatives ont concerné les produits laitiers et la viande (27 pour cent) - du fait de la culture de fourrage irrigué - le maraîchage (17.5 pour cent), les céréales (17.4 pour cent), les agrumes (17 pour cent) et le sucre (6.2 pour cent).

Les chiffres ci-après se réfèrent à la campagne agricole 2000-2001, qui est bien représentative des conditions moyennes du pays. Bien que n'occupant que 15 pour cent de la superficie cultivée, l'agriculture irriguée participe pour presque 81 pour cent au volume total de production agricole, toutes cultures confondues. Pour les céréales la superficie irriguée ne représente que 10.3 pour cent de celle emblavée au niveau national mais assure 27.8 pour cent de la production céréalière, et pour les légumineuses ces taux sont respectivement de 1.9 pour cent pour la superficie et de 26.2 pour cent pour la production. Certaines cultures ont l'exclusivité quasi totale des zones irriguées, comme les cultures fourragères (bersim et luzerne), la betterave et la canne à sucre, le coton, les cultures maraîchères, les agrumes et le palmier dattier (tableau 11 et figure 6). En ce qui concerne les productions animales, la production nationale des viandes rouges et blanches satisfait à 100 pour cent la demande exprimée, et la production de lait à 87 pour cent. Cependant, le déficit protéique par habitant est estimé à 30 pour cent en moyenne par rapport à la norme internationale. La pratique des cultures fourragères irriguées a une incidence très importante sur les résultats techniques des éleveurs. Ainsi, le poids moyen des carcasses de bovins élevés en zone irriguée est le double du poids des carcasses provenant des élevages en bour ou agriculture pluviale. De même, la productivité des vaches laitières est en moyenne de 1 906 litres par animal et par an en zone irriguée, contre 605 litres en bour. En race pure et en zone irriguée, la performance moyenne est de 4 000 litres.

La valeur ajoutée moyenne à l'hectare aménagé en irrigation est de 1 173 dollars EU, soit une valeur ajoutée pour l'ensemble des terres aménagées de 1 710 millions de dollars EU ce qui représente 41 pour cent de la valeur ajoutée de l'ensemble du secteur agricole, alors que ces exploitations aménagées n'occupent que 16 pour cent de la superficie cultivée (tableau 16).

TABLEAU 16
La valeur ajoutée des terres irriguées et la valeur ajoutée agricole

Type irrigation	Valeur ajoutée ($EU/ha)	Superficie (ha)	Valeur ajoutée totale (millions de $EU)	% Valeur ajoutée totale	% Valeur ajoutée agricole
Grande hydraulique	1 044	682 600	713.0	41.7	17.1
Petite et moyenne hydraulique	1 200	334 130	401.1	23.4	9.6
Irrigation privée	1 351	441 430	596.4	34.9	14.3
Total	**1 173**	**1 458 160**	**1 710.5**	**100.0**	**41.0**

La marge nette rapportée à l'ensemble des charges engagées donne un rendement financier moyen de 39 pour cent. En dépit de ce bon rendement, rares sont les promoteurs qui ont pu s'installer dans les périmètres irrigués. Cela est dû en grande partie à l'absence du marché de la terre et met en évidence toute la problématique des structures foncières dans les périmètres irrigués.

Pour ce qui est des revenus, les études de post-évaluation qui ont concerné certains projets d'extension de l'irrigation, notamment celles menées au niveau des périmètres de la Moulouya, des Doukkala et du Loukkos, ont montré que les revenus engendrés par l'irrigation sont de quatre à huit fois supérieurs à ceux dégagés en l'absence d'irrigation. Dans les périmètres réhabilités de petite et moyenne hydraulique, les revenus des agriculteurs ont été multipliés par 1.5-2.9 grâce à une meilleure maîtrise de l'eau d'irrigation.

Outre l'augmentation des revenus des agriculteurs, l'introduction de l'irrigation a joué pleinement son rôle habituel de régularisation de ces revenus. En termes d'emploi, l'irrigation assure actuellement près de 120 millions de journées de travail par an soit environ 1 065 millions d'emplois dont 250 000 permanents. Il faut ajouter à cela les emplois créés dans les autres activités à l'amont et à l'aval de l'agriculture irriguée. En effet, en amont, la réalisation de l'infrastructure d'irrigation et des travaux connexes a eu d'importantes retombées sur les secteurs des travaux publics, de l'industrie et des services, 25 pour cent en moyenne de l'investissement étant destinés à la main-d'œuvre dans les programmes d'extension de l'irrigation et près de 60 pour cent dans les programmes de réhabilitation. Les entreprises marocaines de conseil et de travaux hydro-agricoles travaillent désormais à l'extérieur du Maroc, notamment dans les pays africains et du Moyen Orient. Mais c'est surtout à l'aval que la diversification et la stabilisation des productions assurées par l'irrigation a permis le développement d'un tissu agro-industriel important pour le conditionnement et la transformation de la production agricole comportant, notamment:

- 13 sucreries d'une capacité totale de l'ordre de 4.7 millions de tonnes/an de betterave et canne à sucre;
- 13 laiteries d'une capacité de l'ordre de 500 millions de litres par an;
- des centaines de stations de conditionnement, d'entrepôts frigorifiques et de conserveries de fruits et légumes pour une capacité supérieure à un million de tonnes par an.

Par ailleurs, les travaux d'aménagement hydraulique se sont accompagnés d'autres investissements. La construction de routes et de pistes et la restructuration foncière ont facilité le développement des équipements d'eau potable et d'électrification rurale, ainsi que la création d'écoles et de dispensaires. Jusqu'en 1980, certains équipements communaux faisaient partie intégrante de l'aménagement et pouvaient représenter jusqu'à 10 pour cent des investissements alloués à l'équipement.

En ce qui concerne la ressource en eau, les coûts d'investissement varient considérablement en fonction de la conception et de la situation du projet: nécessité ou non d'ouvrages de tête ou de stations de pompage. Les coûts donnés dans le tableau 17 sont des coûts pour différents projets qui ont été récemment réalisés.

État et évolution des systèmes de drainage

Les superficies drainées s'élèvent actuellement à 649 144 ha dont 629 144 ha dans les périmètres irrigués et 20 000 ha en agriculture pluviale ou bour. Sur ces superficies drainées, 579 518 ha le sont par drainage superficiel et 69 626 ha par drainage profond (tableau 18). Les superficies équipées pour le drainage représentent actuellement 43.1 pour cent de l'ensemble des terres équipées en irrigation pérenne. À l'horizon 2020, ce pourcentage sera porté à 51.3 pour cent. En agriculture pluviale, seule la plaine du Gharb est équipée d'un réseau d'assainissement, qui couvre environ 20 000 ha et est justifié par la pluviométrie et le caractère argileux des sols.

TABLEAU 17
Coûts des aménagements hydro-agricoles

Type d'aménagement	Coût en $EU/ha		
	minimum	moyenne	maximum
Grande hydraulique			
Extension	6 140	9 160	12 000
Réhabilitation	1 500	3 500	5 000
Petite et moyenne hydraulique			
Extension	5 500	7 550	10 630
Réhabilitation	1 080	1 670	3 100
Irrigation privée			
Extension	1 500	3 000	5 000

TABLEAU 18
Superficies drainées sur les terres irriguées (ha)

Type de drainage	1990	1995	2004	2020
Drainage superficiel :	**347 687**	**418 676**	**579 518**	**764 814**
-Grande hydraulique	297 029	368 018	520 051	593 792
-Petite et moyenne hydraulique	30 658	30 658	39 467	171 022
Drainage souterrain :	**69 626**	**69 626**	**69 626**	**112 511**
-Grande hydraulique	69 626	69 626	69 626	112 511
-Petite et moyenne hydraulique	0	0	0	0
Total	**417 133**	**488 302**	**649 144**	**877 325**

Le problème que rencontrent les systèmes de drainage est celui de l'entretien et de la maintenance des équipements; il est dû aux restrictions budgétaires qui pèsent sur le service de l'eau en général, et aux technologies peu efficaces mises en œuvre pour le curage des réseaux d'assainissement. Le coût des réseaux d'assainissement varie de 1 500 à 2 000 dollars EU/ha et constitue 10-17 pour cent des coûts des aménagements. Il faut ajouter à ces coûts ceux des aménagements à l'intérieur du périmètre, notamment le coût du nivellement dans le cas de l'irrigation gravitaire, lequel se situe entre 1 800 et 2 300 dollars EU/ha.

GESTION DE L'EAU, POLITIQUE ET DISPOSITIONS LÉGISLATIVES RÉGISSANT L'UTILISATION D'EAU EN AGRICULTURE

Institutions

En matière de politique d'aménagement et de gestion de l'eau, l'État est omniprésent. Il fixe les règles générales et met en place les mécanismes de solidarité entre les régions et les usagers. Il assure, sans développer les moyens requis, la police des eaux et veille à la garantie de la salubrité et de la sécurité publique. Il réalise l'inventaire, la planification et l'utilisation des ressources en eau, décide de la construction des ouvrages de mobilisation, met en œuvre les différents types d'aménagement pour l'utilisation de l'eau et intervient dans la gestion de ces ressources mobilisées dans le cas de la grande irrigation. Cette politique a montré ses limites et l'État a fixé d'autres orientations stratégiques pour une nouvelle politique de l'eau, basée sur la gestion de la demande et la participation des usagers, et a arrêté d'autres objectifs et missions pour ses différents services.

L'Administration de l'hydraulique, secondée par les Directions régionales de l'hydraulique, était chargée de l'inventaire et du suivi des ressources en eau de surface et souterraines, aussi bien sur le plan quantitatif que sur le plan qualitatif. Elle assurait aussi les missions de planification et de gestion des ressources en eau et supervisait leur mobilisation. Cependant, dans le cadre de la nouvelle structuration du gouvernement et de la création du Ministère de l'aménagement du territoire, de l'environnement et de l'eau, auquel est rattaché le Secrétariat d'État à l'eau, les attributions de l'Administration de l'hydraulique ont été limitées à la réalisation des ouvrages de mobilisation, et les missions de recherche et de planification ont été liées à l'aménagement du territoire.

Les agences de bassin ont été instituées par la nouvelle loi sur l'eau (Loi n° 10-95) publiée en 1995. Elles sont le résultat de la décentralisation de la gestion et de l'administration des ressources en eau. Elles sont par conséquent appelées à prendre en charge une partie des missions assurées par l'Administration de l'hydraulique et ses directions régionales, mais elles sont désormais placées sous la tutelle du Ministère de l'aménagement du territoire. Six agences de bassin ont été mises en place depuis juin 2002, outre l'agence pilote du bassin de l'Oum Rbiaa instituée à partir de 1996. Les agences de bassin sont des établissements publics, dotés de la personnalité morale et de l'autonomie de gestion, et administrés par un conseil d'administration. Ce dernier regroupe tous les acteurs concernés par la question de l'eau.

Les Offices régionaux de mise en valeur agricole (ORMVA), créés en 1966, sont des établissements publics, dotés de la personnalité morale et de l'autonomie de gestion, et sont chargés de l'aménagement et de la mise en valeur agricole des périmètres irrigués délimités dans le cadre du programme de la grande hydraulique ou de la grande irrigation. Ces offices assurent trois missions fondamentales: l'aménagement, le développement agricole et le service de l'eau.

Les Directions provinciales de l'agriculture (DPA) sont des administrations représentant au niveau des provinces le Ministère de l'agriculture et du développement rural. Elles sont chargées, sur la base d'une planification centralisée au niveau de l'Administration du génie rural, de la conception, de la réalisation et du suivi des périmètres de petite et moyenne hydraulique. Elles n'interviennent dans la gestion des réseaux d'irrigation que pour assurer les travaux de grosse maintenance.

Le Conseil supérieur de l'eau et du climat est un organe consultatif placé sous l'autorité du Roi lequel se réunit en sessions annuelles. Il regroupe les différents intervenants dans le secteur de l'eau, à savoir décideurs, élus et usagers et acteurs publics et privés et a pour mission fondamentale d'élaborer et de traiter toutes les questions et politiques relatives à la planification, la gestion, la protection et l'utilisation de l'eau, et d'émettre des avis sur ces questions, notamment sur les plans directeurs d'aménagement intégré des ressources en eau des différents bassins versants et sur le plan national de l'eau (tableau 19).

Gestion de l'eau

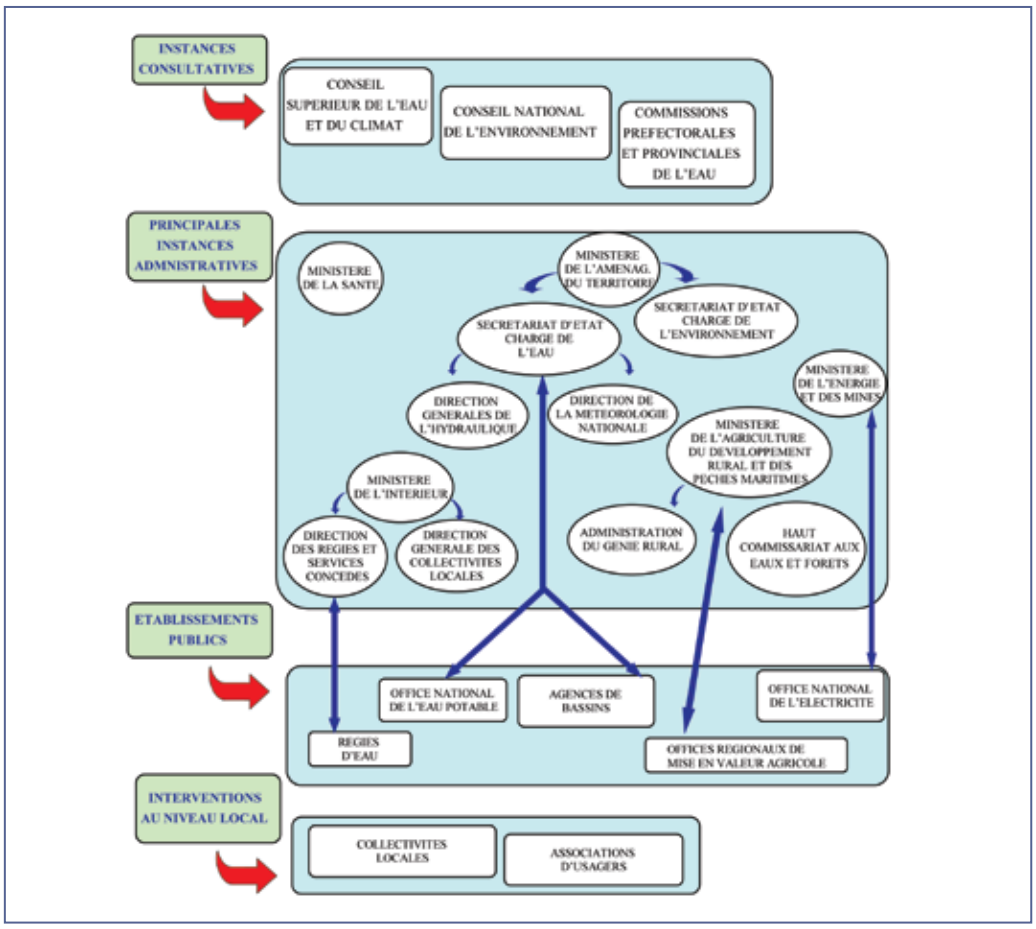
Les Associations des usagers des eaux agricoles (AUEA) ont été créées par la loi 2/84 promulguée en 1992, qui établit les bases légales d'une participation des usagers aux travaux de réalisation du réseau d'irrigation et de leur responsabilisation quant à sa maintenance.

L'organisation de la distribution de l'eau d'irrigation diffère selon le type de périmètre:

- les dispositifs d'irrigation privée, mobilisant une ressource en eau indépendante, programment leur gestion de façon autonome;
- dans les périmètres de petite et moyenne hydraulique, la programmation et l'organisation de l'irrigation se font suivant le tour d'eau imposé par l'AUEA. Cette association se charge aussi de l'entretien et de la maintenance des équipements;
- dans le cas des périmètres de grande hydraulique, ce sont les départements de gestion des réseaux d'irrigation et de drainage des ORMVA qui assurent le service de l'eau jusqu'en tête des exploitations.

Pour assurer l'encadrement des agriculteurs du secteur irrigué, il a été instauré un réseau national de recherche-développement animé par le Service des expérimentations, des essais et de la normalisation, relevant de l'Administration du génie rural, et par le Département du génie rural de l'Institut agronomique et vétérinaire Hassan II. Ce réseau procède aux essais et recherches pour la détermination des paramètres de l'irrigation, et la caractérisation et l'homologation des matériels d'irrigation et dispense

TABLEAU 19
Les différents intervenants dans le secteur de l'eau au Maroc



une formation aux conseillers en irrigation des DPA et ORMVA et des agriculteurs sous forme de sessions de vulgarisation et de stages thématiques.

Pour le contrôle des volumes d'eau prélevés, les périmètres de grande hydraulique et les périmètres modernes de petite et moyenne hydraulique sont équipés d'organes de régulation et de mesure des débits et des volumes d'eau délivrés en tête des parcelles. Dans les périmètres traditionnels de petite et moyenne hydraulique, les débits et volumes sont contrôlés au moyen des partiteurs et des seuils traditionnels dont sont équipés les *séguias* desservant les exploitations et les parcelles. Dans le cas de l'irrigation privée, le domaine public hydraulique fixe les volumes et les débits pouvant être prélevés, ainsi que les modalités de mesure de ces volumes qui sont contrôlés par les agents assurant la police des eaux.

Financement

Le recouvrement des coûts de l'eau d'irrigation n'est pratiqué que dans les périmètres de grande irrigation, gérés par les offices régionaux de mise en valeur agricole. Il se fait moyennant un système de tarification défini dans ses principes par le Code des investissements agricoles, promulgué en 1969. Ce système prévoit une contribution ou une participation directe des agriculteurs à l'effort d'investissement à concurrence de 40 pour cent du coût moyen à l'hectare équipé payable en 17 annuités avec un différé de 4 ans à compter de la mise en eau du secteur d'irrigation. De même, ce système prévoit le paiement d'une redevance annuelle pour l'usage de l'eau d'irrigation et, le cas échéant, d'une taxe de pompage en cas de relevage ou de mise en pression, pour couvrir les charges d'exploitation, de maintenance et d'amortissement des équipements. Aux

termes du code, la redevance pour usage de l'eau d'irrigation devrait couvrir les frais d'exploitation, d'entretien et d'amortissement des équipements, et assurer la viabilité et la durabilité des aménagements hydro-agricoles. En pratique, on se trouve en situation de sous-tarification, du fait de la non-application des redevances d'eau dérivées du calcul d'équilibre financier pour les premiers périmètres. Par la suite, l'uniformisation des redevances d'eau et l'alignement des tarifs pour les secteurs nouvellement équipés sur ceux des anciens secteurs ont fait que la tarification ne tient plus compte des coûts d'exploitation et d'entretien et la provision pour amortissement, qui dépend du coût de l'aménagement du secteur, n'est plus réintroduite dans la tarification.

Outre la faible couverture des coûts de revient de l'eau par les tarifs appliqués, la situation financière est grevée par les charges de structure des offices régionaux de mise en valeur agricole, et par une détérioration du taux de recouvrement des créances. Le compte d'exploitation des ORMVA (hormis Tafilalet et Ouarzazate) laisse apparaître un déficit de 18.5 millions de dollars EU hors amortissement et de 33.5 millions de dollars EU avec amortissement (tableau 20). Le déséquilibre financier de la plupart des organismes est donc considérable par rapport à leur chiffre d'affaires. On notera que le taux de recouvrement moyen des redevances n'a été que de 51 pour cent en 2001, ce qui contribue grandement à cette situation. Pour la redresser, le Département de l'agriculture avec l'assistance de la Banque mondiale a institué un groupe d'étude et de réflexion pour proposer une réforme du service de l'eau d'irrigation dans les périmètres de grande hydraulique. Ce groupe, après un examen des différentes options envisageables, à savoir i) l'autonomie du service de l'eau au sein de l'ORMVA, ii) le transfert de la gestion aux agriculteurs et iii) la gestion déléguée dans un cadre privé, est en faveur de cette dernière.

Si l'option de délégation du service public d'irrigation dans un cadre privé est retenue, il y a lieu de considérer deux cas:

- Pour les nouveaux projets d'extension de l'irrigation en vue de la résorption du décalage entre les barrages existants et les équipements hydro-agricoles à l'aval, la réalisation se fera dans le cadre de partenariats publics-privés du type BOT (Build, Operate, Transfer).
- Une expérience de partenariat public-privé a déjà été tentée par le Département de l'agriculture visant le cofinancement, la construction et l'exploitation des infrastructures d'irrigation en vue de la sauvegarde de la zone agrumicole d'El Guerdane (10 000 ha) située dans la province de Taroudant, avec le concours du Fonds Hassan II pour le développement économique et social.
- Pour les périmètres existants dont la gestion est assurée par les ORMVA, la réforme consistera à les donner en gestion déléguée du type «affermage».

TABLEAU 20
Compte d'exploitation du service de l'eau des ORMVA en millions de $EU

Rubrique	ORMVA ou grand périmètre d'irrigation							
	Moul.	Douk.	Haouz	Tadla	S Massa	Louk.	Gharb	Total
Produits redevance d'eau	**5.18**	**9.02**	**2.20**	**7.85**	**2.96**	**7.11**	**9.95**	**44.27**
Produit de la taxe de pompage	1.14	3.86	0.00	0.00	1.73	4.06	3.04	13.84
Produit de la vente d'eau	4.04	5.16	2.20	7.85	1.22	3.04	6.91	30.43
Autres produits	**0.05**	**0.00**	**0.86**	**0.62**	**0.01**	**0.35**	**1.78**	**3.67**
Minimum consommable	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	1.30	1.51
Pompage privé	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.48	0.58
Divers (pénalités, police...)	0.05	0.00	0.86	0.62	0.01	0.05	0.00	1.58
Total produits	**5.23**	**9.02**	**3.06**	**8.47**	**2.96**	**7.46**	**11.73**	**47.93**
Total charges (hors amortissement)	5.50	11.62	4.07	6.34	6.14	10.21	22.59	66.47
Total charges (avec amortissement)	9.07	24.40	14.34	8.21	8.25	17.13	39.93	81.39
Compte exploitation (hors amort.)	**-0.27**	**-2.59**	**-1.01**	**2.13**	**-3.18**	**-2.76**	**-10.86**	**-18.53**
Compte exploitation (avec amort.)	**-3.83**	**-15.38**	**-11.28**	**0.26**	**-5.29**	**-9.67**	**-28.20**	**-33.46**

Politiques et dispositions législatives

En matière de législation sur l'eau, la principale initiative a été la promulgation de la loi n° 10-95 adoptée en juillet 1995. Cette loi a permis de réorganiser les textes précédents et de poser un certain nombre de principes, parmi lesquels la gestion à l'échelle des bassins versants, la reconnaissance de la valeur économique de l'eau et la solidarité nationale et régionale. Les décrets d'application ne sont pas tous promulgués, de sorte qu'il est difficile de se prononcer actuellement sur les résultats concrets de la loi.

Un des points essentiels de cette dernière est la création des agences de bassin. Dans le cadre du mandat de ces agences, les éléments qui devraient avoir le plus d'incidence sur le développement futur de l'irrigation sont l'élaboration et l'actualisation périodique du plan directeur d'aménagement intégré des ressources en eau à l'échelle des bassins, et la possibilité d'accorder des aides financières pour les investissements dans la mobilisation des ressources.

En ce qui concerne plus particulièrement l'hydraulique agricole, la référence essentielle reste le code des investissements agricoles de 1969. Cet ensemble de textes a défini les principes de base régissant les grands périmètres d'irrigation: remembrement des terres et mise en place d'un canevas hydraulique et de mise en valeur («trame») qui établit les équipements, les modes d'irrigation, les assolements et les pratiques culturales. Des dispositions légales permettent d'empêcher le morcellement des exploitations découlant des héritages, des ventes ou des mises en location, et d'imposer la mise en valeur effective des terres. Cette obligation d'obtenir des résultats vient de la nécessité de valoriser les lourds investissements dans l'irrigation consentis par la collectivité.

Il convient de signaler néanmoins que, s'il est vrai que cette démarche se justifiait autrefois par les conditions socioéconomiques objectives du monde rural et par les options arrêtées par l'État en matière de développement économique et social du pays, elle se trouve actuellement dépassée par l'évolution du contexte économique national et international et par les pratiques quotidiennes des usagers des grands périmètres d'irrigation.

Le désengagement de l'État des prestations de service à l'agriculture, la déréglementation des filières de production, la protection décroissante de la production agricole et les perspectives de l'ouverture du marché national à la concurrence internationale font de l'obligation des assolements une disposition obsolète. Cette prescription désuète, qui a rencontré depuis longtemps l'opposition des agriculteurs, a été pratiquement abandonnée depuis le début des années 1980.

ENVIRONNEMENT ET SANTÉ

Qualité des eaux et salinité

Le problème le plus préoccupant concernant la qualité des eaux utilisées ou rejetées par l'irrigation est la salinité. Sur les 29 milliards de m^3 de ressources en eau renouvelables, 1.1 milliard ou 3.8 pour cent ont un taux de salinité compris entre 1 et 2 g/litre et 1 milliard de m^3 ou 3.4 pour cent un taux supérieur à 2 g/litre.

Les problèmes de salinité ou d'alcalinité, sodique ou magnésienne, des sols relevés intéressent plus de 150 000 ha de terres irriguées et sont généralement le résultat de pratiques dangereuses telles que la surexploitation des nappes, notamment les nappes côtières, la remontée des nappes résultant de l'abus de l'eau d'irrigation, le mauvais drainage des sols dû au manque d'entretien des réseaux d'assainissement et du drainage, et la non-maîtrise des techniques d'irrigation, notamment l'irrigation gravitaire.

Impact de la gestion de l'eau en agriculture sur l'environnement

Différents effets négatifs réels ou potentiels sur le milieu sont liés à l'agriculture irriguée. Tout d'abord l'épandage parfois excessif d'engrais azotés, essentiellement en zones irriguées, conduit à la pollution de certaines nappes: on considère que 10 pour

cent de l'azote épandu sont entraînés hors du profil cultural. En outre, les prélèvements d'eau nécessaires à l'irrigation, les pollutions résultant de l'usage massif d'engrais et de pesticides, et l'augmentation de la salinité du milieu constituent des menaces pour les milieux fragiles tels que les plans d'eau douce ou saumâtre, la partie inférieure des cours d'eau et les oasis. Jouent également un rôle important la surexploitation de certaines nappes, ainsi que l'envasement des barrages, qui a déterminé depuis leur création la perte de plus de 10 pour cent de leur capacité totale.

Sur le plan sanitaire, certaines maladies comme le paludisme et la bilharziose sévissent encore dans les périmètres irrigués, et ce malgré les contrôles et les moyens préventifs et curatifs mis en œuvre.

Impacts de l'urbanisation

La croissance rapide de la population urbaine provoque un phénomène important d'urbanisation mal contrôlé dans les zones périphériques des moyens et grands centres urbains et ce, au détriment des terres agricoles généralement les plus productives et faciles à urbaniser. Ce phénomène touche les périmètres d'irrigation situés à la périphérie des centres urbains notamment les périmètres de grande hydraulique du Gharb, du Tadla et du Haouz et les périmètres maraîchers de petite et moyenne hydraulique situés aux alentours des villes de Fès, Rabat, Salé, Meknès, Tétouan, Marrakech et Casablanca. Rien que dans le périmètre du Gharb on estime les pertes de terres irriguées à plus de 6 000 ha équipés.

PERSPECTIVES POUR LA GESTION DE L'EAU EN AGRICULTURE

La demande croissante en eau potable et d'irrigation des différents secteurs usagers a été assurée jusqu'à présent dans des conditions optimales par la mobilisation continue, dans le cadre des plans directeurs d'aménagement hydraulique des différents bassins versants, de nouvelles ressources en eau, obtenues grâce à la construction de grands barrages, à l'exploitation intensive des eaux souterraines, à la recharge des nappes et aux transferts d'eau. Cependant, cet effort basé sur la gestion de l'offre a atteint ses limites tant au plan physique qu'économique. À l'avenir, avec l'accroissement plus soutenu de la demande en eau, la poursuite d'une telle stratégie s'avèrera difficile en raison de l'augmentation des coûts d'investissement, de la compétition croissante entre les utilisateurs de l'eau et de l'aggravation des problèmes environnementaux. Ainsi, tout en poursuivant la mobilisation des nouvelles ressources en eau disponibles, on formule une nouvelle stratégie de gestion de la demande. Elle devra être complétée par trois autres grands axes: la décentralisation et l'implication des usagers, la gestion intégrée des ressources, et la préservation de la ressource et la protection de l'environnement, qui constituent les principes fondateurs de la nouvelle Loi 10/95 sur l'eau.

La préservation et la pérennité de l'infrastructure hydraulique constituent désormais une préoccupation fondamentale. Afin d'assurer cette pérennité du service de l'eau dans les périmètres de grande irrigation, et le mettre à l'abri des aléas budgétaires à l'instar de l'eau potable, les pouvoirs publics ont initié une réforme institutionnelle de ce service basée sur le partenariat public-privé. Cette réforme, conduite en association avec la Banque mondiale, a pour objectif de mettre en oeuvre une gestion déléguée du service de l'eau dans les différents périmètres de grande irrigation adaptés à ce type de gestion.

Pour combler les déficits prévisionnels au niveau de certains bassins versants, le recours à la réutilisation des eaux usées pourrait constituer une alternative. Le volume d'eaux usées perdu en mer dépassera les 400 millions de m^3 en 2020. La récupération de ce volume notamment au niveau des villes côtières permettrait d'irriguer plus de 25 000 ha. Les essais et expérimentations menés durant les années 80 ont confirmé la faisabilité de cette réutilisation. Le recours au dessalement de l'eau de mer est déjà envisagé pour les centres urbains situés au sud de la ville d'Essaouira.

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

Administration du génie rural. 2000a. *Base de données sur l'irrigation*. Compilée et exploitée par Mohammed Yacoubi Soussane. Ministère de l'agriculture et du développement rural.

Administration du génie rural. 2000b. *Études d'aménagements hydro-agricoles par périmètre.* Ministère de l'agriculture et du développement rural

Administration du génie rural. 2002. *Étude sur la tarification de l'eau d'irrigation*. Ministère de l'agriculture et du développement rural.

Banque mondiale. 1993. *Morocco Irrigated areas agricultural services project.* Rapport 11947-MOR.

Conseil supérieur de l'eau. 1991. A*ménagement des bassins versants et protection des barrages contre l'envasement.*

Conseil supérieur de l'eau. 1993. *Aménagement hydro-agricole - Situation actuelle et perspectives.*

Conseil supérieur de l'eau et du climat. 1998. *La pollution de l'eau et la réutilisation des eaux usées*.

Direction de la planification et des affaires économiques. 1999. *Le recensement général de l'agriculture de 1996*. Ministère de l'agriculture et du développement rural.

Direction de la planification et des affaires économiques. 2001. *Campagne agricole 1999-2000*. Ministère de l'agriculture et du développement rural.

Direction de la recherche et de la planification de l'eau. 2002a. *Le Plan national de l'eau (PNE)*. Ministère de l'aménagement du territoire, de l'eau et de l'environnement.

Direction de la recherche et de la planification de l'eau. 2002b. *Les plans directeurs d'aménagement intégré des ressources en eau par bassin versant*. Ministère de l'aménagement du territoire, de l'eau et de l'environnement.

Direction de la statistique. 2002a. *Annuaire statistique du Maroc – Année 2001*. Département du plan et de la prévision économique.

Direction de la statistique. 2002b. *Les indicateurs sociaux 2001*. Département du plan et de la prévision économique.

Direction des aménagements hydrauliques, Secrétariat à l'eau. 2002. *Les grands barrages du Maroc*. Ministère de l'aménagement du territoire, de l'eau et de l'environnement.

Direction générale de l'hydraulique, Secrétariat à l'eau. 1996. *Étude du secteur de l'eau*. Ministère de l'aménagement du territoire, de l'eau et de l'environnement.

Nadifi, K., & Wahabi, R. 1993. *Water resources in Morocco: The state of art and the future prospects.* Communication présentée au Symposium régional sur l'utilisation et la conservation des ressources en eau.

Mauritanie

GÉOGRAPHIE, CLIMAT ET POPULATION

La République islamique de Mauritanie, située dans le nord-ouest de l'Afrique entre le 15e et le 27e parallèle nord, est limitée à l'ouest par l'océan Atlantique et s'étend sur une côte de 600 km. Le pays couvre une superficie de 1 025 520 km² et plus de la moitié du nord du territoire national est désertique et faiblement peuplée. La zone sahélienne s'étale d'ouest en est sur une bande de 200 km qui traverse le sud du pays. Au centre et au nord, le relief est constitué de massifs montagneux, tels ceux de l'Adrar et du Tagant, qui culminent de 400 à 800 mètres. À l'exception de la plaine alluviale du fleuve Sénégal au sud, appelée Chemama, le reste du pays est constitué, en grande partie, d'alignements dunaires qui, lorsqu'il pleut, se couvrent de pâturages et où se pratiquent les cultures pluviales. Les terres cultivables représentent moins de 1 pour cent du territoire et les superficies cultivées sont très variables selon la pluviométrie: en 2002, elles atteignaient 500 000 ha (tableau 1).

TABLEAU 1
Caractéristiques du pays et population

Superficies physiques			
Superficie du pays	2002	102 552 000	ha
Superficie cultivée (terres arables et cultures permanentes)	2002	500 000	ha
• en % de la superficie totale du pays	2002	0.5	%
• terres arables (cultures temporaires + prairies et jachères temp.)	2002	488 000	ha
• cultures permanentes	2002	12 000	ha
Population			
Population totale	2004	2 980 000	habitants
• dont rurale	2004	37	%
Densité de population	2004	3	habitants/km²
Population active	2004	1 329 000	habitants
• en % de la population totale	2004	45	%
• féminine	2004	44	%
• masculine	2004	56	%
Population active dans le secteur agricole	2004	689 000	habitants
• en % de la population active	2004	52	%
• féminine	2004	53	%
• masculine	2004	47	%
Économie et développement			
Produit intérieur brut (PIB)	2003	1 100	millions de $EU/an
• valeur ajoutée du secteur agricole (% du PIB)	2003	19.3	%
• PIB par habitant	2003	380	$EU/an
Indice de développement humain (plus élevé = 1)	2002	0.465	
Accès aux sources améliorées d'eau potable			
Population totale	2002	56	%
Population urbaine	2002	63	%
Population rurale	2002	45	%

Le climat, saharien au nord et sahélien au sud, est généralement chaud et sec. Les maxima dépassent 44°C en mai-juin, et les minima peuvent descendre à 10°C en janvier et février. Les vents, à dominance nord-est, sont très fréquents et favorisent la progression de l'ensablement. La saison des pluies, qui conditionne en grande partie la production agropastorale, est très irrégulière dans le temps et l'espace. Elle s'étend en général sur une période de quatre mois, de juin à septembre (hivernage), selon un gradient nord-sud allant de quelques millimètres à 450 mm/an dans la région du Guidimakha. La majeure partie du pays reçoit une pluviométrie inférieure à 300 mm/an. Durant les quinze dernières années, deux grandes sécheresses ont été enregistrées, en 1984-85 et en 1991-92 (pluviométrie inférieure de 35 à 70 pour cent par rapport à la moyenne).

La population en 2004 s'élevait à 2.98 millions d'habitants dont 37 pour cent de ruraux (tableau 1). La densité est de 3 habitants/km^2. La croissance démographique en 2003 atteignait 2.2 pour cent pour une espérance de vie à la naissance de 53 ans. L'eau potable était accessible à 56 pour cent de la population en 2002 (63 pour cent en milieu urbain et 45 pour cent en milieu rural). Des progrès notoires ont été enregistrés avec l'alignement des taux de scolarisation des filles (80 pour cent) sur celui des garçons (86 pour cent). Cependant, une forte disparité existe encore dans l'enseignement secondaire et supérieur où les filles représentent respectivement 41 pour cent et 15 pour cent des effectifs. Les taux de scolarisation sont plus faibles en milieu rural (57 pour cent) qu'en milieu urbain (97 pour cent). En 2000, il était estimé que 46 pour cent de la population vivaient en dessous du seuil de pauvreté. Cette pauvreté affecte plus particulièrement les femmes, les populations rurales, ainsi que les urbains résidant dans les quartiers périphériques des grandes villes. La malnutrition touche particulièrement les femmes enceintes et allaitantes, les enfants en bas âge et les personnes âgées sans ressources. Les carences enregistrées montrent que près de 34 pour cent des enfants de moins de 5 ans souffrent de retards de croissance et 60 pour cent des femmes enceintes d'anémie. Au niveau national, la prévalence de la malnutrition protéino-énergétique intéresse 44 pour cent de la population totale.

ÉCONOMIE, AGRICULTURE ET SÉCURITÉ ALIMENTAIRE

L'agriculture est un secteur vital pour l'économie, tant du point de vue de la production animale et végétale (19 pour cent du PIB en 2003) que de l'emploi (52 pour cent de la population en 2004). L'agriculture est limitée par le manque de terres cultivables et par sa dépendance vis-à-vis des précipitations. Le secteur agricole ne contribue presque pas aux exportations. Le pays souffre d'un déficit chronique en matière d'autosuffisance alimentaire, la production locale permet de satisfaire moins de la moitié des besoins, le reste étant importé ou provenant de l'aide internationale. Les importations, qui comprennent l'aide alimentaire et les achats commerciaux, couvrent 72 pour cent en moyenne des besoins céréaliers totaux. La totalité du riz importé par an sur les cinq dernières années dépasse largement la production moyenne annuelle nationale.

On peut distinguer six types de systèmes de production:

- L'agriculture pluviale ou «diéri» varie annuellement entre 220 000 ha (année humide) et 50 000 ha (année sèche). Les cultures concernées sont le sorgho, le petit mil, le maïs, ainsi que la pastèque et le niébé.
- L'agriculture de décrue ou «walo» est praticable dans les zones inondables de la vallée du fleuve Sénégal, c'est-à-dire en amont des petits barrages, sur les bas-fonds et les mini-bassins aménageables par diguettes. C'est surtout le sorgho qui profite de ce système, parfois aussi le maïs, et le niébé en association.
- L'agriculture irriguée oasienne dans les régions de l'Adrar, du Tagant, de l'Assaba et des Hodhs. On y trouve des systèmes complexes d'exploitation associant à la culture du palmier dattier d'autres productions végétales, telles que le maraîchage, le blé, l'orge, etc.

- L'agriculture irriguée grâce à l'eau du fleuve Sénégal ou de ses affluents.
- Le système agrosylvopastoral, là où subsistent des ressources ligneuses, devenant purement pastoral transhumant dans les régions les plus sèches de la zone pluviale.
- L'agriculture périurbaine.

RESSOURCES EN EAU ET UTILISATION DE L'EAU

Ressources en eau

Les ressources en eau de surface renouvelables totales sont estimées à 11.1 km³/an, constituées essentiellement par le fleuve Sénégal, qui forme la frontière entre la Mauritanie et le Sénégal, et ses affluents, et par les retenues de barrages disséminées dans les parties sud et centrale du territoire. Sur ce total de 11.1 km³/an, seul 0.1 km³ est généré à l'intérieur du pays.

Le pays recèle également d'importantes ressources en eau souterraines, caractérisées toutefois par de grandes disparités géographiques. Le contexte apparaît favorable dans le sud-ouest, le sud et le sud-est (grandes nappes continues du Tarza et de Taoudenni en formations sédimentaires, nappes de la vallée du fleuve; débits ponctuels élevés) et moins favorable dans le reste du pays (nappes discontinues, ressources plus aléatoires). Les ressources en eau renouvelables souterraines sont estimées à 0.3 km³/an.

La capacité totale des barrages est évaluée à environ 0.9 km³, dont 0.5 km³ pour le barrage Foum Gleita.

Utilisation de l'eau

En 2000, les prélèvements d'eau étaient estimés à 1 698 millions de m³, dont 1.5 milliard pour l'agriculture (88 pour cent), 150 millions pour les usages domestiques (9 pour cent) et 48 millions pour l'industrie (3 pour cent) (tableau 2 et figure 1).

FIGURE 1
Prélèvements en eau
Total: 1.698 km³ en 2000

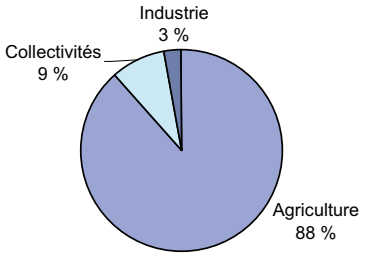


TABLEAU 2
L'eau: ressources et prélèvement

Les ressources en eau renouvelables			
Précipitations moyennes		92	mm/an
		94.35	10^9 m³/an
Ressources en eau renouvelables internes		0.4	10^9 m³/an
Ressources en eau renouvelables réelles totales		11.4	10^9 m³/an
Indice de dépendance		96.49	%
Ressources en eau renouvelables réelles totales par habitant	2004	3 826	m³/an
Capacité totale des barrages	1994	900	10^6 m³
Prélèvements en eau			
Prélèvement total en eau	2000	1 698	10^6 m³/an
- irrigation + élevage	2000	1 500	10^6 m³/an
- collectivités	2000	150	10^6 m³/an
- industrie	2000	48	10^6 m³/an
• par habitant	2000	642	m³/an
• en % des ressources en eau renouvelables réelles totales	2000	14.9	%
Ressources en eau non conventionnelles			
Volume d'eaux usées produit		-	10^6 m³/an
Volume d'eaux usées traité	1998	0.7	10^6 m³/an
Réutilisation des eaux usées traitées	1998	0.7	10^6 m³/an
L'eau dessalée produite	1990	1.7	10^6 m³/an
Réutilisation des eaux de drainage		-	10^6 m³/an

Eaux internationales: enjeux

L'Organisation pour la mise en valeur du fleuve Sénégal (OMVS), qui regroupe le Mali, la Mauritanie et le Sénégal, fut créée en 1972 et fait suite au Comité inter-États pour le développement du bassin du fleuve Sénégal (1963-1968) puis à l'Organisation des États riverains du fleuve Sénégal (OERS) de 1968 à 1972. Son mandat est de contribuer au développement économique des États membres aux fins de l'exploitation rationnelle des ressources du bassin du fleuve Sénégal.

DÉVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION ET DU DRAINAGE

Évolution du développement de l'irrigation

Le potentiel irrigable est évalué à 250 000 ha, dont 136 500 ha dans la vallée du fleuve Sénégal, 58 285 ha de cultures de bas-fonds et derrière barrages, 49 215 ha de cultures de décrues contrôlées, et 6 000 ha de cultures oasiennes (tableau 3).

TABLEAU 3
Irrigation et drainage

Potentiel d'irrigation		**250 000**	**ha**
Contrôle de l'eau			
1. Irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée	1994	45 012	ha
- irrigation de surface		-	ha
- irrigation par aspersion		-	ha
- irrigation localisée		-	ha
• partie irriguée à partir des eaux souterraines	1994	11	%
• partie irriguée à partir des eaux de surface	1994	89	%
2. Zones basses équipées (marais, bas-fonds, plaines, mangroves)		-	ha
3. Irrigation par épandage de crues		-	ha
Superficie totale équipée pour l'irrigation (1+2+3)	**1994**	**45 012**	**ha**
• en % de la superficie cultivée	1994	9	%
• augmentation moyenne par an sur les …. dernières années		-	%
• superficie irriguée par pompage en % de la superficie équipée		-	%
• partie de la superficie équipée réellement irriguée	2004	51	%
4. Marais et bas-fonds cultivés non équipés	2004	32 786	ha
5. Superficie en cultures de décrue non équipée	2004	30 984	ha
Superficie totale avec contrôle de l'eau (1+2+3+4+5)	**2004**	**108 782**	**ha**
• en % de la superficie cultivée	2004	22	%
Périmètres en maîtrise totale/partielle **Critère**			
Périmètres d'irrigation de petite taille < 40 ha	1994	13 655	ha
Périmètres d'irrigation de taille moyenne > 40 ha et < 100 ha	1994	16 536	ha
Périmètres d'irrigation de grande taille > 100 ha	1994	14 821	ha
Nombre total de ménages en irrigation			
Cultures irriguées dans les périmètres en maîtrise totale/partielle			
Production totale de céréales irriguées		-	tonnes
• en % de la production totale de céréales		-	%
Superficie totale en cultures irriguées récoltées	2004	22 840	ha
• Cultures annuelles/temporaires: superficie totale	2004	17 479	ha
- riz	2004	16 879	ha
- maïs	2004	532	ha
- sorgho	2004	678	ha
• Cultures permanentes: superficie totale	1994	4 751	ha
Intensité culturale des cultures irriguées (sur superficie réellement irriguée)	2004	100	%
Drainage - Environnement			
Superficie totale drainée	1994	12 784	ha
- partie de la superficie équipée pour l'irrigation drainée		-	ha
- autres surfaces drainées (non irriguées)		-	ha
• superficie drainée en % de la superficie cultivée	1994	3	%
Superficie protégée contre les inondations		-	ha
Superficie salinisée par l'irrigation		-	ha
Population touchée par les maladies hydriques liées à l'eau	2003	111 633	habitants

TABLEAU 4
Répartition régionale des périmètres irrigués en 1994 (en ha)

Type de périmètre	Région			
	Trarza	Brakna	Gorgol	Total
Périmètres collectifs dont:	8 603	3 400	7 158	19 161
• grands périmètres	2 303	800	5 358	8 461
• petits et moyens périmètres	6 300	2 600	1 800	10 700
Périmètre privés	20.000	800	300	21 100
Total	**28 603**	**4 200**	**7 458**	**40 261**

FIGURE 2
Répartition des superficies avec contrôle de l'eau
Total: 108 782 ha en 2004

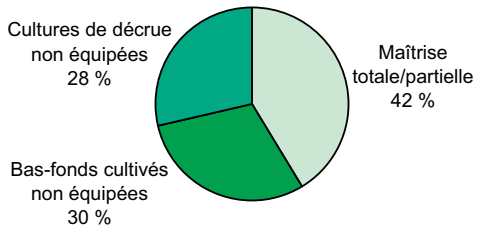
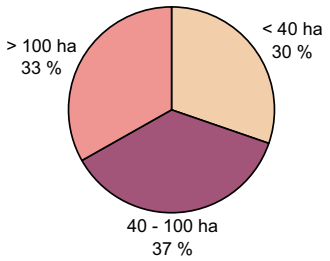


FIGURE 3
Typologie des périmètres irrigués en maîtrise totale/partielle
Total: 45 012 ha en 1994



Les superficies en maîtrise totale peuvent être divisées en petits, moyens et grands périmètres, selon la taille, ou en périmètres collectifs (grands périmètres et périmètres villageois) et périmètres privés, selon le mode de gestion. Historiquement, les périmètres collectifs étaient les plus anciens et ont bénéficié d'appuis importants des pouvoirs publics jusqu'en 1990/91, date à laquelle l'État s'est désengagé de plusieurs fonctions relatives à la production et à la transformation. En 1994, la SONADER (Société nationale de développement rural) évaluait les aménagements, qui se concentrent dans trois régions (Brakna, Gorgol et Trarza), à 40 261 ha en maîtrise totale dont moins de 20 000 ha cependant sont cultivés chaque année (tableau 4 et figure 2).

Les grands périmètres collectifs sont des périmètres de 500 à 2 000 ha, pourvus d'une station de pompage ou d'un barrage permettant l'irrigation gravitaire (figure 3). La plupart de ces périmètres a été aménagée par la SONADER qui en assure encore l'encadrement et la gestion, ainsi que la maintenance des ouvrages collectifs moyennant le paiement d'une redevance annuelle. Les petits et moyens périmètres collectifs ont généralement été réalisés par l'État sans participation financière des bénéficiaires. Ils sont équipés de motopompes et leur gestion est assurée par un groupement ou une coopérative. Les périmètres privés se caractérisent par le fait qu'ils ont été réalisés à l'initiative et à la charge des exploitants privés qui n'ont reçu, pour ce faire, aucune aide directe de l'État. Les superficies aménagées depuis 1985 se trouvent concentrées pour l'essentiel à Trarza où le développement du secteur a connu un essor remarquable. Le caractère sommaire de la plupart des aménagements, l'insuffisance de l'entretien et les problèmes de salinité dus à l'inexistence de drains sont responsables d'un taux élevé d'abandon des périmètres. Une enquête réalisée par la SONADER en 1994 estime que la quasi-totalité des périmètres existants est à réhabiliter: 7 pour cent des superficies seraient à réaménager totalement, 55 pour cent à réhabiliter à un coût compris entre 25 et 75 pour cent du coût d'aménagement et 38 pour cent à réhabiliter à un coût inférieur à 25 pour cent du coût d'aménagement.

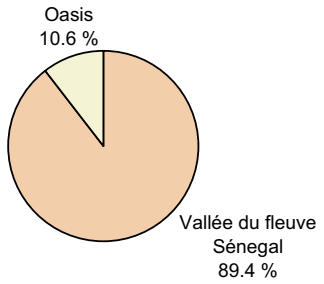
Aux 40 261 ha en maîtrise totale de l'eau, mentionnés plus haut, il faut aussi ajouter les 4 751 ha d'oasis, qui sont cultivés en palmiers dattiers intercalés de cultures

TABLEAU 5
Nombre et superficie des oasis mauritaniennes en 1994

	Total	Adrar	Tagant	Assaba	Hodh El Gharbi	Hodh El Gharghi
Nombre d'oasis	218	53	59	61	34	11
Surface totale (ha)	4 751	1 876	913	1 073	705	184

temporaires, (tableau 5 et figure 4). Cela donne une superficie équipée totale en maîtrise totale/partielle de 45 012 ha, dont 22 840 ha étaient réellement irrigués en 2004. L'exhaure d'eau dans les oasis se fait soit manuellement (83 pour cent), soit par chadouf (0.6 pour cent), soit par motopompe (16.4 pour cent).

FIGURE 4
Répartition des périmètres irrigués en maîtrise totale/partielle
Total: 45 012 ha en 1994



Les superficies en contrôle de l'eau comprennent en outre les systèmes de décrue contrôlée et les systèmes de bas-fonds (tableau 3). Pour la campagne 2003-2004, les superficies en décrue représentaient 10 500 ha dans la vallée (SONADER) et 20 484 ha en système «walo». Les superficies cultivées en bas-fonds au cours de la période 1985/86 à 1996/97 ont considérablement varié en fonction de la pluviométrie et ont oscillé entre un minimum de 14 069 ha en 1996/97 et un maximum de 66 656 ha en 1995/96. Pour la campagne 2003/04, 32 786 ha ont été emblavés en bas-fonds.

La situation actuelle du secteur irrigué se caractérise par le niveau avancé de dégradation des conditions d'exploitation et d'entretien des périmètres aménagés en général et des périmètres individuels dits «privés» en particulier. Les raisons en sont multiples: d'ordre technique, financier et institutionnel outre le manque d'information et de formation des agriculteurs. Elles ont été à l'origine de l'écart important qui existe actuellement entre superficies aménagées et superficies effectivement cultivées, et de la dégradation croissante des sols par la salinisation et la baisse de fertilité dus à l'absence de techniques d'aménagement respectant les normes établies, à la faible efficience du mode d'irrigation pratiquée, et au manque de systèmes de drainage appropriés.

Rôle de l'irrigation dans la production agricole, l'économie et la société

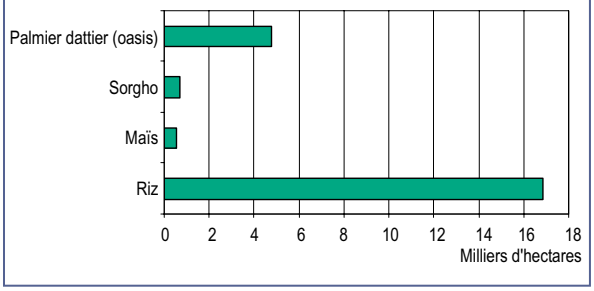
Le sous-secteur de l'irrigation revêt une importance vitale aux fins de la production agricole et de la sécurité alimentaire du pays. Sur la période 1989/90 à 1992/93, durant laquelle les superficies cultivées sont restées assez stables, la production moyenne des cultures irriguées, principalement rizicoles, a couvert 34 pour cent de la production céréalière nationale. Les cultures de décrue fournissent environ 18 pour cent et le reste (48 pour cent) provient des zones pluviales strictes ou des bas-fonds. Les rendements moyens du paddy sont passés de 4.6 tonnes/ha sur les périmètres de la SONADER et 4 tonnes/ha sur les périmètres privés pendant la période 1987-90, à 3.5 et 3 tonnes/ha respectivement. Cette baisse est largement imputable, pour les périmètres publics, au désengagement brutal de l'État et, pour les périmètres privés, à la détérioration des aménagements. Les rendements moyens au titre de la campagne 1996/97 ont été estimés à 4.1 tonnes/ha pour les grands périmètres collectifs, 3.4 tonnes/ha pour les moyens périmètres collectifs et 4.2 tonnes/ha pour les périmètres privés. Les cultures de contre-saison en irrigué sont très peu pratiquées. Les rendements en sorgho varient entre 600 et

800 kg/ha et sont de 600 kg/ha pour le maïs.

En 2003/04, la superficie irriguée totale était de 18 089 ha pour le sorgho, le maïs et le riz, ce dernier occupant plus de 93 pour cent de cette superficie (figure 5).

En dehors de la vallée du fleuve Sénégal, les oasis constituent pratiquement l'unique espace propice à l'agriculture et contribuent en fait, pour une part notable, à la production agricole nationale. En effet, les oasis produisent annuellement au moins 22 000 tonnes de dattes, 4 000 tonnes de céréales et 4 000 ou 5 000 tonnes de légumes. La surface occupée par les cultures sous palmeraies est de 244 ha environ.

FIGURE 5
Cultures irriguées
Total: 22 840 ha en 2004 (intensité culturale 100%)



GESTION DE L'EAU, POLITIQUES ET DISPOSITIONS LÉGISLATIVES RÉGISSANT L'UTILISATION D'EAU EN AGRICULTURE

Institutions

Les Directions les plus actives en matière de gestion de l'eau et des terres sont:

- Le Ministère de l'hydraulique et de l'énergie (MHE) auquel sont rattachés: i) la Direction de l'hydraulique et de l'assainissement (DHA), qui réalise des travaux de puits et de forages, et a la responsabilité des réseaux de distribution d'eau des centres secondaires en milieu rural; ii) la Société nationale d'eau et d'électricité (SONELEC), qui est un établissement public à capitaux publics chargé du service de production, de transport et de distribution de l'eau et de l'électricité dans les grands centres urbains; iii) l'Organisation pour la mise en valeur du fleuve Sénégal (OMVS-Mauritanie); iv) l'Agence pour l'eau potable et l'assainissement (ANEPA); et v) le Centre national des ressources en eau (CNRE).
- Le Ministère du développement rural et de l'environnement (MDRE) avec: la Direction de l'environnement et des aménagements ruraux (DEAR), la Direction du développement des ressources agropastorales (DRAP), et le Programme de développement intégré de l'agriculture irriguée en Mauritanie (PDIAIM) dont les objectifs portent sur: a) l'accroissement durable de la valeur ajoutée agricole et des revenus en milieu rural; b) l'amélioration de la sécurité alimentaire et la réduction de la pauvreté. Il s'articule en deux phases: d'abord, une phase de consolidation des acquis, de développement des infrastructures routières et d'élaboration des projets intégrant de nouvelles techniques et de nouvelles cultures et, en second lieu, une phase d'extension ordonnée des aménagements.
- La Société nationale pour le développement rural (SONADER) est un établissement public à caractère industriel et commercial, créé en 1979 pour promouvoir le développement de l'agriculture irriguée dans la vallée du fleuve. Dans le cadre des réformes issues du Programme d'ajustement du secteur agricole (PASA), la SONADER s'est désengagée des activités de crédit, de commercialisation et de réalisation d'ouvrages hydro-agricoles. Ses activités pour le compte de l'État ont été recentrées autour des missions suivantes: i) maîtrise d'ouvrage déléguée des aménagements hydro-agricoles publics, ii) appui à la gestion des infrastructures collectives, incluant le transfert des fonctions de gestion aux organisations d'usagers, et iii) conseil rural et formation.

Gestion de l'eau

Le Gouvernement a manifesté sa volonté de réforme sectorielle par la déclaration de politique pour le développement des secteurs de l'eau et de l'énergie du 23 septembre 1998. En tant que propriétaire des infrastructures hydrauliques, le MHE a choisi de confier la gestion des réseaux d'adduction d'eau potable en milieu rural et semi-urbain à un organisme indépendant, créé à l'initiative de la Société civile ANEPA. La gestion de la ressource en eau est, quant à elle, confiée à un établissement public à caractère administratif: le CNRE. Tous les mécanismes de délégation et de contractualisation sont régis par ces deux agences qui veillent à la prise en compte des objectifs nationaux en matière de lutte contre la pauvreté (accès universel aux services de base) et de respect de la concurrence. Quant aux communes, un rôle important leur est confié en tant qu'autorité présente sur le terrain, puisqu'elles sont chargées de contrôler que les exploitants des réseaux respectent bien les cahiers des charges fixés par l'ANEPA.

Concernant la gestion des périmètres irrigués, les réformes menées dans le cadre du Programme d'ajustement structurel du secteur agricole (PASA) à partir de 1988 ont permis: i) le désengagement de la SONADER de la gestion des périmètres coopératifs et des grands périmètres (en cours), ainsi que des fonctions d'approvisionnement en intrants et équipement agricoles, de maintenance des groupes motopompes et de la transformation du riz; ii) la mise en place d'une structure mutualiste de crédit agricole (UNCACEM); iii) le désengagement du secteur public de la commercialisation du riz; et iv) l'initiation de la réforme foncière. Les autres réformes entreprises depuis 1999 dans le cadre de la Lettre de politique de développement de l'agriculture irriguée (LPDAI) ont posé les principes suivants: i) priorité à la réhabilitation des périmètres existants; ii) établissement de normes minimales requises pour les aménagements; et iii) mise en place d'un mécanisme d'incitation à l'application des normes relatives aux périmètres à réhabiliter, moyennant une aide incitatrice de l'État. Ce mécanisme de financement a été décrit dans un manuel de gestion de l'aide incitatrice qui fixe actuellement son montant à 70 pour cent des coûts d'investissement pour les périmètres coopératifs. Le mécanisme a été complété, dans le cadre du PDIAIM, par la mise à la disposition de l'UNCACEM d'une ligne de crédit remboursable, destinée à financer à long terme (huit ans) les projets de réhabilitation des producteurs individuels ou coopératifs.

Politiques et dispositions législatives

La législation foncière de 1983 prévoit, par le biais de différents textes (ordonnance n°83.127 et décret n°84.009 portant organisation foncière, et décret n°90.020 portant code foncier), une procédure d'attribution des terres en trois étapes: a) l'autorisation à exploiter qui, après cinq ans de mise en valeur continue d'une terre, mène à b) la concession provisoire sur cette terre, laquelle, après cinq nouvelles années, confère c) la concession définitive qui est transformable en titre foncier après bornage. La mise en valeur doit être intégrale et permanente pour donner lieu, après ces 10 années, à un droit de propriété que l'on peut librement vendre, échanger ou donner. Le décret de 1990 a été remplacé en 2000 par le décret n°2000.089 maintenant les principes de base, mais les procédures ont été simplifiées et rendues plus facilement applicables aux terres non rizicoles. Les modes traditionnels de tenure dominent encore largement dans le pays. Le mode de faire-valoir est fréquemment indirect et recouvre différentes formes telles que le droit d'usage définitif ou le métayage contre paiement en nature. Ce système favorise le *statu quo* et limite toute innovation.

Les textes régissant plus spécifiquement le secteur de l'eau sont:

- le code de l'eau (ordonnance n° 85-144 du 4 juillet 1986) qui définit notamment la responsabilité de l'exploitant de zones irriguées en ce qui concerne l'utilisation raisonnée de l'eau;

- l'ordonnance n° 87-289 du 20 octobre 1986, qui établit les nouvelles compétences de la commune, englobant la gestion des infrastructures hydrauliques;
- le décret 93-124 du 21 décembre 1993 qui définit les conditions de gestion et d'exploitation par concession des équipements d'approvisionnement en eau potable;
- la loi n° 98-016 du 09 juillet 1998 relative à la gestion participative des oasis;
- le décret 047-2002/PM du 11 mars 2002 fixant les attributions du MHE et l'organisation de l'administration centrale de son département;
- le décret 2002-19 du 31 mars 2002 portant reconnaissance d'utilité publique de l'ANEPA et fixant son régime fiscal et douanier;
- le décret 2002-20 du 31 mars 2020 instituant des redevances de prélèvement d'eau.

ENVIRONNEMENT ET SANTÉ

L'expansion des aménagements a considérablement porté atteinte à la flore et à la faune de la vallée et aggravé certains conflits d'usage, accentuant par là les difficultés des autres agriculteurs et des éleveurs. Le choix de l'irrigation par submersion pourrait avoir des répercussions négatives sur l'environnement en: i) représentant un gaspillage de l'eau, ii) accélérant la détérioration des sols (diminution de la fertilité, salinisation des sols de surface en facilitant la remontée des nappes). Ces phénomènes sont amplifiés par les insuffisances au niveau du drainage. Les périodes de sécheresse successives ont fortement altéré le milieu naturel dans la vallée en: i) accélérant la mise en place des aménagements, ii) intensifiant la descente des populations et des troupeaux des zones septentrionales, iii) agissant sur le milieu et le potentiel de ressources naturelles soit directement soit par l'intermédiaire des populations, dont les pressions sur les ressources ont concerné notamment les eaux de surface et les nappes, les produits ligneux (bois de feu, charbon de bois), les pâturages et les terres de culture.

La culture irriguée a, de plus, entraîné le développement de maladies dans la vallée du fleuve où le paludisme et la schistosomiase sont endémiques. Depuis 1991, un programme national de lutte contre le *dracunculose* (ver de Guinée) est mis en œuvre et son impact sur la diminution du nombre de malades et de villages endémiques a été remarquable. En effet le nombre de personnes atteintes est passé de 10 000 en 1991 à 562 en 1996. L'endémie concerne sept villages dans le Gorgol et le Brakna, le Trarza étant exempt de cette maladie. Entre 1994 et 1996, le nombre de cellules endémiques est passé de 125 à 47 au Gorgol, et de 13 à 5 dans le Brakna. Le paludisme est endémique dans les wilayas de la vallée, tout comme la bilharziose. On recense pour le paludisme en 2003, 46 198 cas dans le Gorgol, 42 411 cas au Brakna, 23 024 cas au Trarza.

PERSPECTIVES POUR LA GESTION DE L'EAU EN AGRICULTURE

La politique d'irrigation a trois objectifs:

- Viabiliser les superficies aménagées pour accroître la production, le revenu et l'emploi et contribuer ainsi à une meilleure sécurité alimentaire, notamment grâce au PIDIAM.
- Valoriser l'eau, en augmentant la valeur des cultures produites (cultures fruitières, légumières et fourragères), par l'intensification culturale moyennant tant l'augmentation des taux d'occupation des sols que l'amélioration de la productivité, notamment grâce à l'utilisation de technologies efficientes, et enfin par l'intégration agriculture - élevage prévoyant la valorisation des sous-produits animaux et végétaux.
- Améliorer la gestion et la préservation des ressources.

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

DHA, ANEPA. 2002. *Organisation de la gestion de l'eau potable dans les petites villes.*

El Hadj E.O., Jiddou E.H.O., El Hacen S.E.O.M., Le Priol J., Mairey G., Sasmayoux J.P. 1998. *Le secteur de l'hydraulique rural en Mauritanie.* Disponible sur le site Internet de l'OIEAU*:* http://www.oieau.fr/ciedd/contributions/at2/contribution/elyould.htm

Fonds africain de développement (FAD). 2004. *République islamique de Mauritanie – Projet d'aménagement hydro-agricole de Brakna Ouest: Rapport d'évaluation*.

FAO. 1996. *Mauritanie – Suivi du Sommet mondial de l'alimentation. Projet de stratégie pour le développement agricole national – Horizon 2010*.

FAO. 2000. *Appui à la réhabilitatin et à l'aménagement de petits périmètres privés – Mauritanie*. TCP/MAU/6713.

FAO. 2001. *FOSA – Document national de prospective: Mauritanie*.

FAO. 2003. *Atelier sur l'irrigation d'appoint en Afrique du Nord – Ressources en eau et agriculture irriguée dans l'Afrique du Nord*.

GERSAR. 1994. *Études d'application des schémas directeurs du fleuve Sénégal et du Delta.*

MDRE. 1998. *Politiques et stratégies générales pour le développement du secteur rural – Horizon 2010.*

MDRE. 2004. *PIDIAM – Plan de gestion des pestes et des pesticides.*

MDRE, SONADER, Banque mondiale, IDA. 1998*. Étude d'évaluation environnementale du programme de développement irrigué en Mauritanie (PIDIAM). Volume 1.*

PNUD. 1990. *Schéma directeur pour la mise en valeur des ressources en eau.* Rapport du projet PNUD/DTCD/MAU/87/008.

SONADER. 1993. *Enquête périmètres irrigués.*

Mauritius

GEOGRAPHY, CLIMATE AND POPULATION

The Republic of Mauritius is an island country in the Indian Ocean, 950 km to the east of Madagascar. It has a total area of 2 040 km², consisting of the island of Mauritius itself (1 865 km²), and the islands of Rodrigues, Agalega and the Chagos Archipelago. The island of Mauritius consists of an undulating central plateau with coastal plains in the north and east. The southern and southeastern escarpments of the plateau are steep and rugged. The island is surrounded by coral reefs and is of volcanic origin. Soils are mainly derived from weathered basaltic lava. Reddish tropical latosols are the most widespread soils and cover around 70 percent of the whole island. The cultivated area is 106 000 ha, or 52 percent of the total area of Mauritius, of which arable land covers 100 000 ha and permanent crops 6 000 ha (Table 1). Around 20 percent is occupied by

TABLE 1
Basic statistics and population

Physical areas			
Area of the country	2002	204 000	ha
Cultivated area (arable land and area under permanent crops)	2002	106 000	ha
• as % of the total area of the country	2002	52	%
• arable land (annual crops + temp. fallow + temp. meadows)	2002	100 000	ha
• area under permanent crops	2002	6 000	ha
Population			
Total population	2004	1 233 000	inhabitants
• of which rural	2004	56	%
Population density	2004	604	inhabitants/km²
Economically active population	2004	546 000	inhabitants
• as % of total population	2004	44	%
• female	2004	34	%
• male	2004	66	%
Population economically active in agriculture	2004	56 000	inhabitants
• as % of total economically active population	2004	10	%
• female	2004	23	%
• male	2004	77	%
Economy and development			
Gross Domestic Product (GDP) (current US$)	2003	5 200	million US$/yr
• value added in agriculture (% of GDP)	2003	6.0	%
• GDP per capita	2003	4 259	US$/yr
Human Development Index (highest = 1)	2002	0.785	
Access to improved drinking water sources			
Total population	2002	100	%
Urban population	2002	100	%
Rural population	2002	100	%

built-up areas and 2 percent by public roads. The remaining area consists of forests, scrub lands, grasslands and reservoirs.

Mauritius has a sub-tropical and mild maritime climate. There are two seasons: the summer season from December to April, during which temperatures exceed 32 °C on a regular basis, and the winter season from May to November with a minimum temperature seldom falling below 16 °C. The summer is influenced by the passage of cyclones, which cause damage to crops and buildings. The average annual precipitation over the island is 2 041 mm. The north and west of the island are the driest regions of the island, with an annual precipitation of 1 200 mm and 900 mm respectively. The Central Plateau at an altitude of 500 m receives an annual average of 4 000 mm.

Total population of the country is 1.23 million (2004) of which 56 percent are rural (Table 1). Annual population growth rate is 1.1 percent (1990-2002). The population density is 604 inhabitants/km^2. The unemployment rate is 10.6 percent (2003). The total population has access to improved drinking water sources and 99 percent were using adequate sanitation facilities in 2002. Infant mortality rate was 17 per 1000 life births and the under-five mortality rate was 19 per 1000 children in 2002.

ECONOMY, AGRICULTURE AND FOOD SECURITY

In 2003 the Gross Domestic Product (GDP) was US$5.2 billion (current US$). Since achieving independence in 1968, Mauritius has had a practically continuous economic growth at an average rate of 5.2 percent/year (1992-2002). In 2003, agriculture accounted for 6 percent of the GDP. Sugar is the main crop and constitutes the principal agricultural commodity, with an annual production in 2003 of 5.2 million tonnes. Many planters with access to irrigation have diversified from sugar cane to food crops and vegetables, due to the expanded demand from tourism. Basic foodstuffs such as rice, flour and cereals are imported as the cultivation of such commodities is not economically viable in Mauritius.

About 56 000 people or 10 percent of the economically active population work in agriculture, of which 23 percent are women and 77 percent men. About 0.1 percent of adults are estimated to be infected with HIV/AIDS.

WATER RESOURCES AND USE

Water resources

Mauritius consists of 25 major river basins and the largest are the Grand River South East and the Grand River North West. Most rivers are perennial, originating from the central plateau. Discharge to the sea is estimated to be 0.5 km^3/year. Mauritius has five main aquifers. Total renewable water resources are estimated at 2.751 km^3/year. Total exploitable water resources are estimated at 1.083 km^3/year.

Total dam capacity is 93 million m^3. There are five main storage reservoirs (Mare aux Vacoas, La Ferme, Mare Longue, La Nicoliere, Piton du Milieu) and one impounding rockfill dam (Midlands Dam). Minor reservoirs for hydropower are Tamarin, Eau Bleue and Diamamouve and there are two in-field minor storage reservoirs at Valetta and Dagotière, which regulate water for irrigation. The amount of treated wastewater was 20.6 million m^3/year in 2002.

Water use

Total water withdrawal in Mauritius is 725 million m^3/year (2003), of which agriculture accounts for 491, domestic for 214 and industry for 20 million m^3/year (Table 2 and Figure 1). The abstraction of groundwater resources amounts to 148 million m^3/year, from 360 boreholes, and the remaining abstraction of 577 million m^3/year is surface water. The average depth of the boreholes is 40-60 m, with a maximum depth of 173 m.

TABLE 2
Water: sources and use

Renewable water resources			
Average precipitation		2 041	mm/yr
		4.16	10^9 m³/yr
Internal renewable water resources		2.75	10^9 m³/yr
Total actual renewable water resources		2.75	10^9 m³/yr
Dependency ratio		0	%
Total actual renewable water resources per inhabitant	2004	2 231	m³/yr
Total dam capacity	2003	93	10^6 m³
Water withdrawal			
Total water withdrawal	2003	725	10^6 m³/yr
- irrigation + livestock	2003	491	10^6 m³/yr
- domestic	2003	214	10^6 m³/yr
- industry	2003	20	10^6 m³/yr
• per inhabitant	2003	594	m³/yr
• as % of total actual renewable water resources	2003	26	%
Non-conventional sources of water			
Produced wastewater		-	10^6 m³/yr
Treated wastewater	2002	20.65	10^6 m³/yr
Reused treated wastewater	2002	-	10^6 m³/yr
Desalinated water produced	2002	-	10^6 m³/yr
Reused agricultural drainage water	2002	-	10^6 m³/yr

IRRIGATION AND DRAINAGE DEVELOPMENT

Evolution of irrigation development

The irrigation potential in Mauritius is estimated at 33 000 ha. The development of irrigation started in 1910 with the construction of the La Ferme and Nicolière reservoirs and the main feeder canals in 1929 to convey water to the western and northern regions. Surface irrigation was used until the early 1960s when sprinkler irrigation was introduced. In 1970, the areas equipped for full and partial control irrigation were about 12 000 ha, all for sugar cane. In 1978 the Mauritius Irrigation Authority was created, which accelerated the expansion of the irrigation sector for sugar cane and food crops and promoted the adoption of efficient irrigation techniques. Mauritius has one of the highest yields of sugar cane in the world. The area equipped for full control irrigation was estimated to be 16 720 ha in 1987, 17 500 ha in 1995 and 21 222 ha in 2003. Surface irrigation is practised on 2 372 ha, sprinkler irrigation on 17 028 ha and localized irrigation on 1 822 ha (Table 3 and Figure 2). About 75 percent of the land is irrigated with surface water and 25 percent by groundwater (Figure 3). Around 61 percent of the land is power irrigated. Most of the area equipped for irrigation is actually irrigated, i.e. 20 800 ha. Three categories of irrigation schemes can be distinguished: i) small-

FIGURE 1
Water withdrawal
Total: 0.725 km³ in 2003

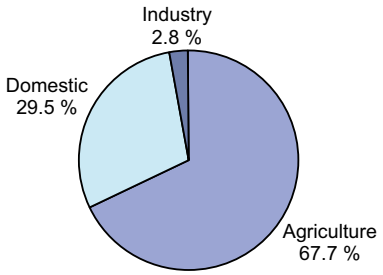
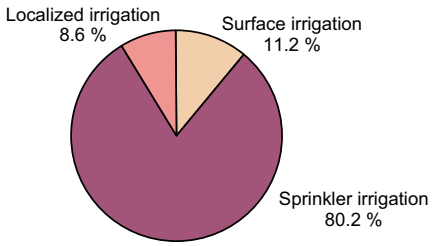


FIGURE 2
Irrigation techniques
Total: 21 222 ha in 2002



scale irrigation schemes (< 2 ha) amounting to 4 548 ha; ii) medium-scale irrigation schemes (2–40 ha) amounting to 328 ha and iii) large-scale irrigation schemes (> 40 ha) amounting to 16 346 ha (Table 3 and Figure 4).

Both public and private irrigation schemes exist. In private schemes, the farmers own the land and are beneficiaries of water rights for surface water or groundwater. Irrigation construction, operation and maintenance are financed by them too. In public schemes, the land is either owned by the farmers or it belongs to the state. Full or up to 80 percent of the investment is made by the state, which has the water rights. Operation and maintenance costs are covered by the Water Users' Association (WUA).

TABLE 3
Irrigation and drainage

Irrigation potential			**33 000**	**ha**
Water management				
1. Full or partial control irrigation: equipped area		2002	21 222	ha
- surface irrigation		2002	2 372	ha
- sprinkler irrigation		2002	17 028	ha
- localized irrigation		2002	1 822	ha
• % of area irrigated from groundwater		2002	25	%
• % of area irrigated from surface water		2002	75	%
2. Equipped lowlands (wetland, ivb, flood plains, mangroves)		2002	-	ha
3. Spate irrigation		2002	-	ha
Total area equipped for irrigation (1+2+3)		**2002**	**21 222**	**ha**
• as % of cultivated area		2002	20	%
• average increase per year over the last 7 years		1995-2002	2.8	%
• power irrigated area as % of total area equipped		2002	61	%
• % of total area equipped actually irrigated		2002	98	%
4. Non-equipped cultivated wetlands and inland valley bottoms		2002	-	ha
5. Non-equipped flood recession cropping area		2002	-	ha
Total water-managed area (1+2+3+4+5)		**2002**	**21 222**	**ha**
• as % of cultivated area		2002	20	%
Full or partial control irrigation schemes	**Criteria**			
Small-scale schemes	< 2 ha	2002	4 548	ha
Medium-scale schemes	2 - 40 ha	2002	328	ha
Large-scale schemes	> 40 ha	2002	16 346	ha
Total number of households in irrigation			-	
Irrigated crops in full or partial control irrigation schemes				
Total irrigated grain production		2002	295	tonnes
• as % of total grain production		2002	100	%
Total harvested irrigated cropped area		2002	20 919	ha
• Annual crops: total		2002	20 877	ha
- maize		2002	38	ha
- sugar cane		2002	19 490	ha
- vegetables		2002	758	ha
- tobacco		2002	340	ha
- groundnuts		2002	116	ha
- flowers		2002	135	ha
• Permanent crops: total		2002	42	ha
- citrus		2002	42	ha
Irrigated cropping intensity		2002	101	%
Drainage - Environment				
Total drained area			-	ha
- part of the area equipped for irrigation drained			-	ha
- other drained area (non-irrigated)			-	ha
• drained area as % of cultivated area			-	%
Flood-protected areas			-	ha
Area salinized by irrigation			-	ha
Population affected by water-related diseases			-	inhabitants

Role of irrigation in agricultural production, the economy and society

Most of the irrigation schemes operational at present are located in the rural areas in the northern and western regions and in the coastal belts of east and south. Farmers have diversified their agriculture from the mono-crop of sugar cane to food crops such as vegetables (tomatoes, eggplants, green peppers, and beans) (Table 3 and Figure 5).

The development cost of irrigation for public schemes is US$10 200/ha for centre pivot-cum-solid set high-pressure sprinkler irrigation, US$8 653/ha for drip irrigation and US$3 845/ha for dragline low-pressure sprinkler irrigation. The average operational and maintenance costs are US$506/ha and rehabilitation costs around US$290/ha in public schemes. The average cost of irrigation development in private schemes is US$7 590/ha for centre pivot irrigation, with operational and maintenance costs of US$318/ha and rehabilitation costs of US$254/ha. Annual irrigation water requirements for sugar cane vary from region to region, being on average around 820 mm in the north, 1100 mm in the west and 700 mm in the east and west.

The WUAs are constituted of male members who organize water distribution and collect water charges. Activities such as starting the pumps in the pumping stations, fertilizer injection in the drip system, and minor maintenance are confined to men. Women participate in the opening of hydrant valves, in the displacement of low-pressure sprinklers or flushing of drippers, and are attending the meetings of the WUA.

FIGURE 3
Origin of irrigation water
Total: 21 222 ha in 2002

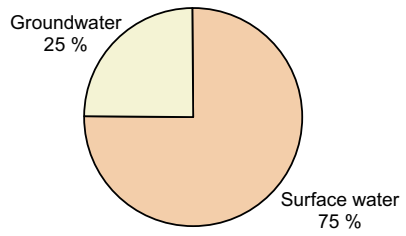


FIGURE 4
Typology of irrigation
Total: 21 222 ha in 2002

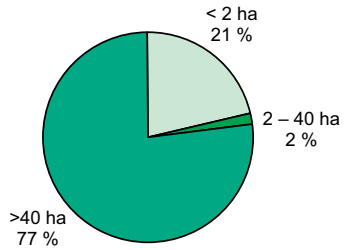
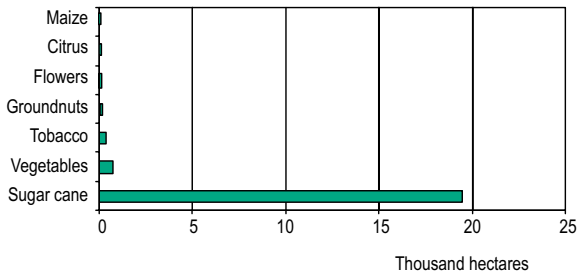


FIGURE 5
Irrigated crops
Total: 20 919 ha in 2002 (cropping intensity: 101%)



WATER MANAGEMENT, POLICIES AND LEGISLATION RELATED TO WATER USE IN AGRICULTURE

Institutions

The main institutions involved in the irrigation and water sub-sectors are:

- The Central Water Authority (CWA) under the Ministry of Public Utilities. The CWA is the premier institution created, in 1971. It is responsible for the control, development and conservation of water resources as well as distribution of water to the industrial and domestic (including tourist) sectors.
- The Water Resources Unit (WRU) under the Ministry of Public Utilities. The WRU is responsible for the coordination of all activities concerning water resources management, water rights, licensing and control of water user permits.
- The Irrigation Authority (IA), created in 1979. Its aim is to study the development of irrigation and prepare irrigation schemes for specific areas,

to implement and manage irrigation projects and to undertake research on optimum water use.

Water management

Water allocation for all different sectors, including agriculture, is determined by a High Powered Committee comprising all stakeholders in the water sector. Water requirements are computed every month for planning water releases from the reservoirs. Groundwater levels are monitored by the WRU, which also imposes restrictions during the dry months to avoid over-pumping. Farmers in public irrigation schemes group themselves into WUAs or Water Users' Cooperative Societies (WUCS) under the Registrar of association act or the Cooperative act respectively. The Irrigation Authority has a Transfer Management Agreement with the WUA or WUCS where day-to-day operation is entrusted to the association or society.

Finances

The State undertakes capital investment in the implementation of public irrigation schemes. However, recently the beneficiaries have been encouraged to participate in contributing towards the purchase and installation of the field equipment. With the implementation of Participatory Irrigation Management, the WUAs are called upon to take full control of day-to-day operation. For the implementation of private schemes, agricultural loans are available from the state owned Development Bank of Mauritius at a rate of 8 percent. Farmers are at present billed annually on the basis of the cropped area. For the future it is envisaged to levy large planters on the basis of volume of water abstracted.

Policies and legislation

The Policies Plan hinges on a four-pronged approach:

- Upgrading and consolidation of the conveyance system, mobilization of additional water resources by the construction of dams and drilling of deep boreholes and adoption of efficient irrigation techniques (sprinkler or drip) for the expansion of the irrigation sector.
- Formation and training of the WUAs in order to encourage participation in irrigation management.
- Application of a sound water tariff for irrigation to render schemes economically viable and socially acceptable.
- Reinforcement of the legal framework (River Canal Act and Groundwater Act) for an equitable distribution of water and its judicious use.

Water supply for irrigation is regulated by the River and Canal Act of 1863, the Groundwater Act of 1970 and the Irrigation Authority Act of 1979. Abstraction of water from rivers requires a water right duly granted by the Supreme Court. The WRU recommends water rights for applicants. For groundwater abstraction, drilling a borehole requires authorization from the WRU. The amount of water allowed to be withdrawn over a specific period is part of the Groundwater License.

ENVIRONMENT AND HEALTH

Agrochemical usage (pesticides and fertilizers) in Mauritius is linked primarily to the intensive cultivation of sugar cane and some 7 000 ha under food crops and vegetables. For control of weeds in sugar cane, about 630 tonnes of herbicides are applied annually, the major ones being divron, atrazine and 2-41. The application rate of fertilizer is within the limit of 600 kg/ha. Today there is no risk of groundwater pollution from fertilizers and the nitrate concentration in groundwater is well below WHO threshold values. Waterlogging and salinization is normally not a problem in Mauritius.

The coastal areas in the north and east are subjected to seawater intrusion, particularly during drought periods when the aquifers are depressed. The water quality from reservoirs and boreholes is suitable for overhead irrigation. For drip irrigation water has to be filtered from algae and suspended solids before being distributed.

PERSPECTIVES FOR AGRICULTURAL WATER MANAGEMENT

The agricultural sector today has to compete with the domestic (including tourism) and industrial sectors for access to water. Due to uncertainties in the export price for sugar cane to the EC, diversification into cash crops has become an incentive for raising revenue. Due to a constant rehabilitation program there is no abandoned irrigation infrastructure. Efforts are being geared to modernizing and making irrigation systems efficient.

Whereas the state is committed to mobilizing water resources, the construction of the infield irrigation infrastructure should be undertaken and financed by WUAs which are required to decide for themselves on matters of irrigation systems and operational practices.

MAIN SOURCES OF INFORMATION

Central Water Authority, Ministry of Public Utilities. 1990. *Updating of master plan for water resources, conclusion and recommendations.* Ministry of Public Utilities.

Central Statistics Office. 2002. *Digest of agricultural statistics.* Ministry of Economic Development, Financial Services & Corporate Affairs.

Irrigation Planning Unit, Irrigation Authority. 2002. *Survey of irrigated areas*. Irrigation Authority.

MEGA Design.1995. *Environmental impact assessment of the Northern Plains Irrigation Project.* DHV Consultants.

Ministry of Public Utilities. 2003. *Water Resources of Mauritius*. Ministry of Public Utilities.

Toolsee, N. 2003. *Managing water resources, role of agriculture*. Paper on symposium on agriculture.

Mozambique

GEOGRAPHY, CLIMATE AND POPULATION

Mozambique is located on the east coast of southern Africa on the Indian Ocean, between latitudes 10°27'S and 26°52'S and longitudes 30°12'W and 40°51'W. The country is bordered by the United Republic of Tanzania in the north, South Africa in the south, Swaziland in the southwest and South Africa, Zimbabwe, Zambia in the west, and Malawi in the northwest. The country has a total area of 801 590 km^2, of which 2 percent are inland waters. The country is about 1 750 km long and its maximum width is about 1 100 km. The land borders have a length of 4 445 km, while the coastline measures 2 515 km.

There are three basic geographic divisions:

- A coastal belt which covers about 44 percent of the country, comprising most of the areas south of the Save River and the lower Zambezi area;
- A middle plateau, ranging from 200 – 1 000 m in elevation and covering about 29 percent of the country;
- A plateau and highland region with average elevations of around 1 000 m to the north of the Zambezi River covering about 27 percent of the country.

About 62 million ha, or 78 percent of the total area, are covered by natural vegetation, consisting of high forest (0.8 percent), low forest (13.8 percent), thicket (43.4 percent), wooded grasslands (19.5 percent) and mangroves (0.5 percent). The total cultivable land is estimated at 36 million ha, which is 45 percent of the total area of the country. In 2002, the cultivated area was estimated at 4.44 million ha, of which 4.20 million ha arable land, while 0.24 million ha were under permanent crops (Table 1).

The climate varies from tropical and subtropical conditions in the north and central parts of Mozambique to dry semiarid steppe and dry arid desert climate in the south. The hottest regions are located in the Zambezi basin, the coastline of Cabo Delgado, Nampula, Zambezia and Sofala. The south is the coolest part of the country, with an average maximum and minimum temperature of 30 °C and 19 °C respectively.

The annual average precipitation for the whole country is 1 032 mm and the rainy season lasts from October to April. Precipitation varies widely from the coast to the inland areas and from north to south. Average rainfall ranges from 800 to 1 000 mm along the coast, with values above 1 200 mm between Beira and Quelimane. The rainfall decreases inland reaching 400 mm at the border with South Africa and Zimbabwe. The north and central part of the country has annual rainfall from 1 000 to over 2 000 mm because of the northeast monsoon and high mountains. In the southern inland part of the country average annual rainfall ranges from 500 to 600 mm. Evapotranspiration varies between 800 and above 1 600 mm. Along the coast it varies between 1 200 and 1 500 mm. Maximum values of above 1 600 mm occur in the eastern and middle Zambezi basin. Values around 800 mm occur in central Niassa and on the border with Zimbabwe.

TABLE 1
Basic statistics and population

Physical areas			
Area of the country	2002	80 159 000	ha
Cultivated area (arable land and area under permanent crops)	2002	4 435 000	ha
• as % of the total area of the country	2002	5.5	%
• arable land (annual crops + temp. fallow + temp. meadows)	2002	4 200 000	ha
• area under permanent crops	2002	235 000	ha
Population			
Total population	2004	19 182 000	inhabitants
• of which rural	2004	63	%
Population density	2004	24	inhabitants/km^2
Economically active population	2004	10 041 000	inhabitants
• as % of total population	2004	52	%
• female	2004	51	%
• male	2004	49	%
Population economically active in agriculture	2004	8 065 000	inhabitants
• as % of total economically active population	2004	80	%
• female	2004	60	%
• male	2004	40	%
Economy and development			
Gross Domestic Product (GDP) (current US$)	2003	4 300	million US$/yr
• value added in agriculture (% of GDP)	2002	23.5	%
• GDP per capita	2003	228	US$/yr
Human Development Index (highest = 1)	2002	0.354	
Access to improved drinking water sources			
Total population	2002	42	%
Urban population	2002	76	%
Rural population	2002	24	%

Total population is estimated at 19.2 million (2004), with a population growth rate of 2 percent (Table 1). The population density was 24 inhabitants/km^2 and 63 percent of the population is rural. Mozambique is one of the poorest countries in the world, ranking 170 out of 173 countries on the Human Development Index 2002 of UNDP. Some 70 percent of the population live below the poverty line. In 2002, 76 percent of the urban and 24 percent of the rural population were using improved drinking water sources (Table 1).

ECONOMY, AGRICULTURE AND FOOD SECURITY

Mozambique's GDP was US$4.3 billion in 2003, and the value added by agriculture was 23.5 percent of the GDP in 2002. Agriculture provides work for 80 percent of the economically active population, and 60 percent of the people working in the sector are female. Since the end of the civil war in 1992, Mozambique has made impressive gains in restoring food production and at a national level the country is virtually self-sufficient in terms of food grain production, with the exception of wheat and rice. However, this growth has been uneven spatially and natural disasters such as flood and drought are an important cause of temporary food insecurity.

The agriculture sector comprises two categories of producers: the smallholder "family" sub-sector and the commercial sub-sector:

- The smallholder sub-sector accounts for about 95 percent of the area under production and produces almost all the food crops, such as maize, cassava, rice and beans. It is characterized by small areas (1.8 ha each on average), low inputs, inadequate equipment and low yields and returns; almost all production is rainfed, as the farmers cannot afford to install irrigation systems. Within this sector a small group of emergent commercial farmers exists who use some agricultural inputs and sell their products in local markets. This group believes

that one of their prime needs is the establishment or improvement of irrigation systems.

- Small and medium private companies represent the commercial sub-sector. These companies have some technological know-how, use agricultural inputs, generally have access to credit and, particularly in the south of the country, have access to irrigation. They are an important source of employment and notably contribute to technology dissemination and transfer. Their production is directed to supplying national markets, the agro-industries and for exportation. The main export crops are cotton, cashew nuts, sugar cane, tobacco and tea.

The prevalence of HIV/AIDS among adults (15-49 years) was 13 percent by end-2001, with the central provinces of Zambezia, Tee, Manica and Sofala being affected above average.

WATER RESOURCES AND USE

Water resources

Mozambique has 104 identified river basins that drain the central African highland plateau into the Indian Ocean. The majority of the rivers have a highly seasonal, torrential flow regime, with high waters during 3-4 months and low flows for the remainder of the year, corresponding to the distinct wet and dry seasons.

Groundwater potential is considerable and lies in the alluvial formations of the various rivers. Well yields in the Zambezi and Incomati basins are up to 70 000 m^3/day.

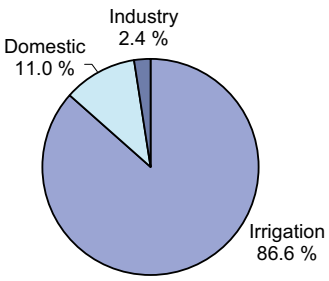
In Mozambique, 97.3 km^3 of surface water and 17 km^3 of groundwater are produced annually. Considering an overlap between surface water and groundwater of 14 km^3/yr, the total internal renewable water resources are 100.3 km^3/yr (Table 2). In addition, 116.8 km^3 of surface water enter the country annually, of which 66 percent from the Zambezi River, and thus total actual renewable water resources become 217.1 km^3/yr.

The two main lakes are Lake Niassa (Lake Malawi) and Lake Chirua (Lake Chilwa), both of which are shared with Malawi. The total surface area of Lake Niassa is 30 800 km^2, of which 21 percent belong to Mozambique. Lake Chirua has an average total area of 750 km^2 of which no more than 29 km^2 are within Mozambique. In addition

TABLE 2
Water: sources and use

Renewable water resources			
Average precipitation		1 032	mm/yr
		827	10^9 m^3/yr
Internal renewable water resources		100.3	10^9 m^3/yr
Total actual renewable water resources		217.1	10^9 m^3/yr
Dependency ratio		53.8	%
Total actual renewable water resources per inhabitant	2004	11 318	m^3/yr
Total dam capacity	2000	64 474	10^6 m^3
Water withdrawal			
Total water withdrawal	2000	635	10^6 m^3/yr
- irrigation + livestock	2000	550	10^6 m^3/yr
- domestic	2000	70	10^6 m^3/yr
- industry	2000	15	10^6 m^3/yr
• per inhabitant	2000	36	m^3/yr
• as % of total actual renewable water resources	2000	0.3	%
Non-conventional sources of water			
Produced wastewater		-	10^6 m^3/yr
Treated wastewater		-	10^6 m^3/yr
Reused treated wastewater		-	10^6 m^3/yr
Desalinated water produced		-	10^6 m^3/yr
Reused agricultural drainage water		-	10^6 m^3/yr

FIGURE 1
Water withdrawal
Total 0.635 km³ in 2000



to the two main lakes, there are more than 1 300 small lakes, 20 of which have an area of between 10 and 100 km².

The total capacity of 27 dams with a height of 10 m or more is estimated at 64.5 km³. This refers mostly to the useful reservoir capacity. The Cahora Bassa dam on the Zambezi River is the largest hydroelectric plant in southern Africa with an installed capacity of 2 060 MW and a useful storage capacity of 39.2 km³. In 1971, 583 small dams (of which 90 percent were for irrigation or livestock watering) were registered, with a total volume of 60 million m³. It is believed that most of them were destroyed during the war.

Water use

Water use estimates for the year 2000 indicate a total water withdrawal of 635 million m³ (Table 2 and Figure 1). The main consumer of water is agriculture, accounting for 550 million m³ (87 percent), followed by the domestic sector using 70 million m³ (11 percent) and industry consuming 15 million m³ (2 percent).

The main source of water in Mozambique is surface water. However, groundwater is utilized on a large scale in a number of urban centres for drinking water supply. Handpump-mounted boreholes and shallow wells are used throughout the country as the main source of drinking water in rural areas.

International water issues

Mozambique shares nine river basins with other countries:

- The Maputo basin, shared with South Africa and Swaziland. The river flows through an area of rich biodiversity recognized by UNEP and having the status of a world conservation area.
- The Umbeluzi basin, shared with South Africa and Swaziland. The river is important for the water supply of the capital Maputo. A large irrigation scheme exists in Swaziland and there are smallholder schemes in Mozambique. The two countries have signed an agreement for water sharing, but this agreement is not favorable to Mozambique.
- The Incomati basin, shared with South Africa and Zimbabwe. Water is intensively used in South Africa mainly for irrigation, and Mozambique has some important irrigation schemes too. The flows in the main river have been very much reduced in the last 15 years.
- The Limpopo basin, shared with South Africa, Botswana and Swaziland. The largest irrigation scheme of Mozambique, Chokwé, is located in this basin. Intensive water use in the upstream countries, especially Zimbabwe and South Africa, reduces the flows entering Mozambique. The river is now dry for 3 or 4 months in a normal year, and can actually fall dry for a period of up to 8 months in a year. There are also water quality problems at the border inflows.
- The Save basin, shared with Zimbabwe. During the 1980s, Zimbabwe carried out an intensive program for water resources development in this large basin. As a result, the Save is now dry almost on a permanent basis.
- The Pungue basin, shared with Zimbabwe.
- The Zambezi basin, shared with Angola, Namibia, Botswana, Zambia, Zimbabwe, Malawi and the United Republic of Tanzania. One of the largest

river basins in Africa and the most important one in Mozambique. It accounts for about 50 percent of the surface water resources of the country and about 80 percent of its hydropower potential with the Cahora Bassa dam.
- The Rovuma basin, shared with the United Republic of Tanzania.

There are many agreements between Mozambique and upstream neighbouring countries regulating the use of shared watercourses. Recently a new agreement was signed with Swaziland regarding the management of the Incomati River.

IRRIGATION AND DRAINAGE DEVELOPMENT

Evolution of irrigation development

Irrigation potential was estimated to be 3 072 000 ha by FAO, while other sources give 3 300 000 ha. The major areas suitable for irrigation are in the centre and north; the Zambezia province alone accounts for about 60 percent of the irrigation potential. The southern provinces have the highest need for irrigation but have only a small share of the land suitable for irrigation.

The country's tradition of irrigation dates back to the pre-independence period. In 1968 the irrigated lands totaled 65 000 ha, out of which 72 percent were located in the Maputo and Gaza provinces. In 1973 this area had increased to 100 000 ha due to the establishment of sugar companies and Limpopo settlers, with the major area still being located in the southern provinces of Maputo and Gaza. Portuguese settlers mainly exploited these lands, while Mozambicans did not practice irrigated agriculture. After independence in 1975, the irrigated area in the country was increased by about 20 000 ha, and the total equipped area reached almost 120 000 ha in the early 1980s. Most of the areas were again in Maputo and Gaza, where significant water development works were implemented at the same time: the Pequenos Libombos Dam on the Umbeluzi River, the Corumana Dam on the Sabie River and the Massingir Dam on the Elefantes River. In the years following independence, the government encouraged the exploitation of existing large irrigation schemes by state companies. These companies however became a symbol of inefficiency, mismanagement and the subsequent deterioration of the irrigation infrastructures.

At the present time, irrigated areas are occupied by smallholders and agricultural enterprises. The most important large schemes are the Chokwé scheme in the Limpopo basin (25 000 ha equipped area) and a series of sugar cane plantations in the Incomati, Buzi and Zambezi valleys (34 000 ha equipped area). Small-scale irrigation exists everywhere in the country, either abandoned or partly utilized. Most of the schemes are in a bad to very bad condition, and only a relatively small part of the irrigation schemes is actually irrigated. Reasons for this are:
- After independence the original owners abandoned the irrigated lands, and the new owners greatly lacked experience in the operation and maintenance of schemes.
- The extended civil war led to the destruction of irrigation infrastructures and forced the abandonment of others.
- Public funds for irrigation were gradually reduced.
- The lack of inputs and technical assistance in the rural areas for maintenance operations and improvements of irrigation schemes.
- The floods in 2000 and 2001 completely submerged many irrigated schemes and deposited large quantities of sediments in all natural and man-made irrigation and drainage channel networks.

Currently, 118 120 ha are equipped for irrigation, of which 40 063 ha are actually irrigated, consisting mainly of large schemes over 500 ha (Table 3 and 4 and Figure 2).

Basin irrigation for rice and furrow irrigation for different types of vegetables are practised. Sprinkler irrigation is widespread with agricultural companies, especially in sugar cane plantations, but also for citrus fruits and vegetables. Some producers

TABLE 3
Irrigation and drainage

Irrigation potential			**3 072 000**	**ha**
Water management				
1. Full or partial control irrigation: equipped area		2001	118 120	ha
- surface irrigation			-	ha
- sprinkler irrigation			-	ha
- localized irrigation			-	ha
• % of area irrigated from groundwater			-	%
• % of area irrigated from surface water			-	%
2. Equipped lowlands (wetland, ivb, flood plains, mangroves)			-	ha
3. Spate irrigation			-	ha
Total area equipped for irrigation (1+2+3)		**2001**	**118 120**	**ha**
• as % of cultivated area		2001	3	%
• average increase per year over the last 8 years		1993-2001	1.3	%
• power irrigated area as % of total area equipped			-	%
• % of total area equipped actually irrigated		2001	34	%
4. Non-equipped cultivated wetlands and inland valley bottoms			-	ha
5. Non-equipped flood recession cropping area			-	ha
Total water-managed area (1+2+3+4+5)		**2001**	**118 120**	**ha**
• as % of cultivated area		2001	3	%
Full or partial control irrigation schemes	**Criteria**			
Small-scale schemes (Class A)	< 50 ha	2001	6 389	ha
Medium-scale schemes (Class B)	50 - 500 ha	2001	19 647	ha
Large-scale schemes (Class C)	> 500 ha	2001	92 084	ha
Total number of households in irrigation			-	
Irrigated crops in full or partial control irrigation schemes				
Total irrigated grain production			-	tonnes
• as % of total grain production		1994	2	%
Total harvested irrigated cropped area			-	ha
• Annual crops: total			-	ha
- sugar cane		2001	23 858	ha
- vegetables		2001	7 011	ha
- rice		2001	4 130	ha
- tobacco		2001	445	ha
- other annual crops			-	ha
• Permanent crops: total			-	ha
- citrus		2001	370	ha
- other permanent crops			-	ha
Irrigated cropping intensity			-	%
Drainage - Environment				
Total drained area			-	ha
- part of the area equipped for irrigation drained			-	ha
- other drained area (non-irrigated)			-	ha
• drained area as % of cultivated area			-	%
Flood-protected areas			-	ha
Area salinized by irrigation		1993	2 000	ha
Population affected by water-related diseases			-	inhabitants

employ drip irrigation to produce tomatoes (3 347 ha or 8 percent of the actually irrigated area); 50 percent of the actually irrigated area is under sprinkler irrigation, while the remaining 42 percent use surface irrigation (Figure 3).

In most irrigation schemes, surface water from rivers is used. Groundwater is used to a very limited extent by the family smallholder sector.

In the north of the country there are only a few large-scale irrigation schemes that are actually irrigated, and only irrigation of class A and B schemes is operative. In the south part of the country, class C schemes account for approximately 80 percent of the equipped area. Class A schemes are mostly operated by farmers individually or organized in an association. Class B schemes are usually managed for industrial exploitation, mainly sugar cane and rice. Class C schemes are not promoted any more,

TABLE 4
Irrigation in Mozambique

Item	North		Centre		South		Total	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Area equipped for irrigation:								
Class A (< 50 ha)	592	17	1 428	4	4 369	6	6 389	5
Class B (50-500 ha)	1 760	53	6 653	17	11 234	15	19 647	17
Class C (> 500 ha)	1 000	30	30 949	79	60 135	79	92 084	78
Total	**3 352**	**100**	**39 030**	**100**	**75 738**	**100**	**118 120**	**100**
Area actually irrigated:								
Class A (< 50 ha)	200	30	624	4	2 452	11	3 276	8
Class B (50-500 ha)	461	70	1 584	10	2 635	11	4 680	12
Class C (> 500 ha)	0	0	14 049	86	18 058	78	32 107	80
Total	**661**	**100**	**16 257**	**100**	**23 145**	**100**	**40 063**	**100**
Part of equipped area actually irrigated:								
Class A (< 50 ha)		34		44		56		51
Class B (50-500 ha)		26		24		23		24
Class C (> 500 ha)		0		45		30		35
Total		**20**		**42**		**31**		**34**
Irrigation technology in actually irrigated area:								
Surface irrigation	656	99	4 200	26	12 000	52	16 856	42
Sprinkler irrigation	0	0	11 530	71	8 330	36	19 860	50
Localized irrigation	5	1	527	3	2 815	12	3 347	8
Total	**661**	**100**	**16 257**	**100**	**23 145**	**100**	**40 063**	**100**
Main irrigated crops:								
Sugar cane	0	0	13 799	90	10 059	50	23 858	67
Vegetables	301	100	210	2	6 500	32	7 011	20
Rice	0	0	480	3	3 650	18	4 130	11
Tobacco	0	0	445	3	0	0	445	1
Citrus	0	0	370	2	0	0	370	1
Total	**301**	**100**	**15 304**	**100**	**20 209**	**100**	**35 814**	**100**

as most of the recent projects are aimed at the rehabilitation and development of class A and B schemes.

Role of irrigation in agricultural production, the economy and society

The main irrigated crops are sugar cane, rice, citrus fruits and vegetables (mostly tomatoes and lettuce), which are cultivated with a low intensity of 1.1-1.2 crops/year (Table 3 and Figure 4).

The cost of irrigation system development varies according to the type of irrigation technology. For surface irrigation it ranges from US$1 000 to 1 500/ha, and for sprinkler irrigation from US$1 500 to 2 000/ha. Maintenance costs are around US$500/ha per year. The rehabilitation cost, depending on the condition of the old system, can vary between US$500 and 1 500/ha.

The climate of Mozambique means that the risk of harvest loss in rainfed agriculture exceeds 50 percent in all regions south of the Save River, and can reach up to 75 percent in the interior of the Gaza province. The centre

FIGURE 2
Types of full/partial control irrigation schemes in equipped area and actually irrigated area
Total equipped 118 120 ha and total actually irrigated 40 063 ha in 2001

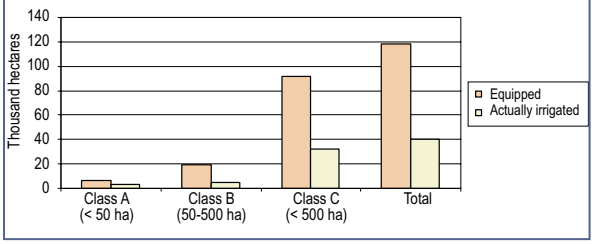


FIGURE 3
Irrigation techniques in actually irrigated areas
Total 40 063 ha in 2001

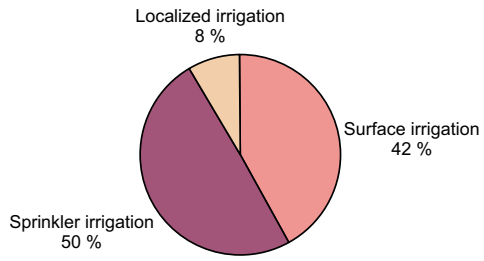
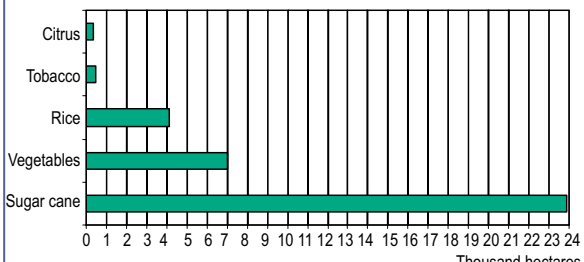


FIGURE 4
Main irrigated crops in 2001



and north regions of the country have more appropriate conditions for rainfed agriculture, where the probability of good harvests during the wet season is 70-95 percent. The north of the Manica province and the south of the Tete province regions are excluded from this Centre-North region, as they have a risk of harvest loss in rainfed crops of usually more than 50 percent.

Irrigation efficiency is reduced to 25-50 percent, mainly in the surface irrigation areas of smallholder farmers. In agricultural companies, which use mainly sprinkler irrigation, efficiency rates are up to 70 percent.

At the smallholder level, high value crops are traditionally grown by men. Although women play an active role in all activities of irrigated production, they are in general not involved in planning and decision-making regarding the management of the scheme.

WATER MANAGEMENT, POLICIES AND LEGISLATION RELATED TO WATER USE IN AGRICULTURE

Institutions

The National Directorate for Agricultural Hydraulics (DNHA) within the Ministry of Agriculture and Rural Development (MADER) is the coordinating authority for activities relating to irrigation and drainage. It performs studies, executes agricultural hydraulics projects and supports smallholder irrigation development. Inside the DNHA, the *Programa nacional de irrigacao de pequena escala* (PRONIPE) was specifically created for small-scale irrigation.

The Fund for Agricultural Hydraulics Development (FDHA) is in charge of promoting, fostering and funding the hydro-agricultural works or other activities related to irrigated agricultural development.

The National Water Directorate (DNA) within the Ministry of Public Works and Housing (MOPH) is in charge of policy making and implementation, overall planning and management of the country's water resources and the provision of water supply and sanitation services. Its objectives are to ensure the proper utilization of ground- and surface water resources. In the DNA, a liaison office of international rivers was established. The Regional Water Administrations (ARAs) are basin authorities responsible for water development and management. They have administrative, organizational and financial autonomy but report to the DNA. The ARAs are also in charge of collecting hydrological information.

The National Water Council (CNA) was created in 1991 as a consultative body to the Council of Ministers. In general, however, the CNA has not been very effective and coordination between agencies involved in water resources management has been a constant source of concern.

Water management

At the national level, water management is the responsibility of the National Water Directorate (DNA), while at the regional level the five Regional Water Administrations (ARAs) are responsible. They control the irrigation systems and collect water fees. The only ARA fully operational by 2000 was ARA-Sul (South), while a second one, ARA-Centro, is under formation. ARA-Sul is in charge of the southern part of the country up to the Save River, where most problems of water management exist. In areas not yet covered by an ARA, the Provincial Directorates of Public Works and Housing are the authority responsible for water resources management in the province.

The territorial responsibility of the five ARAs is as follows (Table 5):

- ARA South, which includes all the basins south of the Save, and the Save River basin itself.
- ARA Centre, which covers all the basins between the Save and Zambezi basins.
- ARA Zambezi, which corresponds to the Zambezi basin.
- ARA Centre-North, which covers the Zambezi basin as far as the Lurio River, including the Lurio basin.
- ARA North, which covers all the basins north of the Lurio basin.

TABLE 5
Characteristics of areas of responsibility of Regional Water Administrations (ARAs)

ARA	Mean annual runoff		
	At border	Generated in Mozambique	Total
	(km^3)	(km^3)	(km^3)
South	17.0	3.8	20.8
Centre	1.2	18.4	19.6
Zambezi	88.0	18.0	106.0
Centre-North	0.0	35.2	35.2
North	10.0	24.9	34.9
Total	**116.2**	**100.3**	**216.5**

Policies and legislation

The 1991 Water Law is based on a river basin approach towards water management. According to this law, water and hydraulic structures of public interest are State property. By law, the Ministry of Public Works and Housing is responsible for water management. Furthermore, the social, economic and environmental impact of hydraulic works has to be assessed before their implementation.

The National Water Policy was issued in 1995, listing nine principal policies with the main aim being to guarantee the attainment of a sustainable water supply and sanitation. Declarations pertaining to agricultural water management in the policy are:

- The Government will promote private sector participation in order to obtain full benefit from existing irrigation and hydroelectric schemes.
- Conditions should be created for the attraction of private investment to make full use of the existing investments already made in dams for irrigation and electricity generation, and to rehabilitate small water impoundments. In the beginning the private sector could participate in the rehabilitation and extension of irrigation systems and the rehabilitation of small works as part of integrated rural development programs.

The National Irrigation Policy and its Implementation Strategy were adopted in 2002, recognizing the great strategic importance vested with irrigation. The guiding principles are:

- Water resources, although renewable, are not inexhaustible and therefore it is necessary to manage, control and preserve them rigorously.
- Water is an economic resource, which deserves an appropriate economic and social value.
- Water and irrigated land are public assets whose use has to depend on a licence.
- The hydrographic basin is a geographical water management unit for hydro-agricultural purposes which has to abide by ordinations established in the basin usage plans.
- The Government will focus on: i) ensuring integrated water management for multiple purposes in agriculture and rural development; ii) promoting irrigated agriculture and the respective research, adaptation and adequacy of appropriate technologies, particularly empowering the development of irrigation systems for the family sector so as to transform agricultural production (preponderantly subsistence) to one that is gradually integrated in the market; iii) promoting and fostering the entrepreneurial sector in irrigated agriculture, including small, medium and large enterprises; iv) activating the development of the

irrigation potential in Mozambique through the promotion of new irrigation systems, of medium and large scale; v) establishing technical and financial mechanisms to prevent and mitigate the occurrences and the impact of cyclic droughts; vi) promoting decentralization and fostering a greater participation of the beneficiaries, communities and the local authorities in the integrated water resources management as well as in the management and operation of infrastructures; and vii) acknowledging the role of women in agriculture, creating a stimulus for their economic and social affirmation through their participation as beneficiaries of irrigated agriculture.

ENVIRONMENT AND HEALTH

The pollution of water from agriculture is not significant, because most production is by smallholders, whose level of fertilizer use and other artificial input is low because of lack of funding.

Saline soils do occur in some areas in the country as a result of poor water management or the use of saline water for irrigation (for example, parts of the Chokwé irrigation scheme). However, there are also areas where saline soils occur naturally in Mozambique. This situation is common in the dry zone in the southern part of the country, in the Gaza province in the area of Pafuri, where rainfall is below 400 mm.

Despite the lack of specific studies carried out in the irrigation schemes on prevailing diseases, it has been asserted that the prevalence of water communicable diseases tends to be worsened by irrigation. The diseases commonly associated with irrigation are malaria, diarrhoea, cholera and to a lesser extent bilharzia.

PERSPECTIVES FOR AGRICULTURAL WATER MANAGEMENT

The Implementation Strategy of the National Irrigation Policy proposes the following:

- To valorize the water through the improvement of water use efficiency.
- To ensure appropriate maintenance of the systems and minimization of water losses through transfer of responsibilities to the users.
- To have a modest price of water for family units and irrigation associations and to reflect the cost for commercial agriculture organized on an entrepreneurial basis.
- To promote and stimulate small-scale irrigation by the family sector by mobilizing financial and technical resources, in order to gradually transform the current subsistence-oriented agriculture into a market-integrated one.
- To use alternatives to conventional irrigation, such as use of low lying and humid areas through low-cost techniques.
- To support capacity building for the management, operation and maintenance of irrigation schemes.
- To undertake research, adaptation and adequacy of appropriate technologies.
- To implement development centres and dissemination of successful water retention systems.
- To ensure participation of local beneficiaries and other stakeholders in the whole irrigation process, from planning and water resource management to the rehabilitation, maintenance and management of the existing irrigation schemes.
- The State to establish the legislative framework regarding the authorization of the usage of water, irrigable land and public irrigation infrastructures, in accordance with the provisions above mentioned.

The main trends in agricultural water management are to promote small-scale irrigation throughout the country, to increase water use efficiency and to integrate irrigation into the social and economic context. However, the insufficient institutional

capacity both at the central and local levels is the major constraint hampering the development of the small-scale irrigation sub-sector. The institutions dealing specifically with irrigated agriculture are severely constrained by insufficient qualified human resources and an inadequate budget. A point of concern for the development of irrigation as a whole is the lack of flexibility of the legal and political framework concerning the access to and use of land and water.

In terms of irrigation technology, the government is advancing the use of treadle pumps in a number of projects in the country. Irrigation using treadle pumps is beneficial for farmers because the level of required maintenance is low and there is no operational cost.

A major challenge is posed by the deteriorated status of the hydro-agricultural infrastructure, requiring investment and technical assistance for its rehabilitation as well as maintenance operations. Improvements have been hampered by the lack of means, input and technical assistance. Nevertheless, the existing physical infrastructure represents a valuable asset for the economy of Mozambique.

MAIN SOURCES OF INFORMATION

Carmo Vaz, A. 1999. *Recursos hidricos de Moçambique, potencial, problemas politicos*. Associaçao Moçambicana de ciencias e tecnologia. Maputo. In: Tauacale, 2002 (see below).

Direcção nacional de águas (DNA). 1994. *Actual situation of water management in Mozambique*. Report No. 32/94. Ministerio de Construcção e Aguas.

Direcção nacional de águas (DNA). 1995. *National Water Policy*.

Direcção nacional de águas (DNA). 1999. *Water resources of Mozambique*. In: Tauacale, 2002 (see below).

Direcção nacional de águas (DNA). 2000. *Present situation of water management in Mozambique*.

Direccão nacional de hidraulica agricola (DNHA). 1999. *Exploitation for hidric resource in Mozambique*.

Direccão nacional de hidraulica agricola (DNHA). 2002. *National Irrigation Policy and its Implementation Strategy*. Ministry of Agriculture and Rural Development. Republic of Mozambique. Maputo.

Direccão nacional de hidraulica agricola (DNHA). 2003. *Sínteso do Levantamento nacional dos regadios 2001 e 2003.*. Ministry of Agriculture and Rural Development. Republic of Mozambique. Maputo.

FAO. 2002. *FAO programme in Mozambique 2002-2006*. Discussion paper. Second draft. Prepared by FAO Representation in Mozambique. Maputo.

Ferro, B.P. and Bouman, D. 1987. *Hydrogeological map of Mozambique.* Ministry of Construction and Water/UNICEF.

Instituto nacional de estatística (INE). 2001. *Anuário Estatístico de Moçambique*.

Rodts, R.P.A. 2000. *Netherlands support to the water sector in Mozambique. Evaluation of sector performance and institutional development*. Working document.

Saket, M. 1994. *Report on the updating of the exploratory national forest inventory*. FAO/UNDP/MOZ/92/013. National Directorate of Forests and Wildlife/Ministry of Agriculture. Maputo, Mozambique.

Sogreah-Hidrogest. 1993. *National Irrigation Development Master Plan*. Final Report.

Tauacale, F. 2002. *Water Resources of Mozambique and the situation of the shared rivers*.

Namibia

GEOGRAPHY, CLIMATE AND POPULATION

Namibia lies along the southwestern coast of Africa, and is bordered by Angola in the north, Zambia and Zimbabwe in the northeast, Botswana to the east, South Africa in the south, and the Atlantic Ocean to the west. It occupies an area of 824 290 km^2. Its north-south extent is about 1 300 km, while it measures between about 450 and 900 km from east to west, excluding the Caprivi Strip panhandle in the northeast. The highest point is the Konigstein with an altitude of 2 606 m.

The country is divided into three topographical regions:

- The coastal desert region, which includes the Namib Desert and follows the entire length of the coastline. This area is composed of mobile dunes, gravel and sandy plains.
- The inland plateau region, which is a continuation of the South African Plateau and stretches from the southern to the northern border and covers more than half of the country. It contains the isolated massifs of the Tsaris Mountains in the southwest, the Anas Mountains in the central area and the Erongo Mountains in the west. This plateau comprises mountains, highland areas and the Great Western Escarpment.
- The dune- and grass-covered Kalahari Desert to the east and south of the inland plateau region. This area is covered by sand of different thicknesses.

The three main vegetation regions are:

- Savannah, covering about 64 percent of Namibia's land surface.
- Desert vegetation, covering about 16 percent.
- Dry woodlands, covering about 20 percent of the land.

The cultivable area is estimated to be 25 million ha. In 2002, the cultivated area was 820 000 ha, of which 816 000 ha arable land, while 4 000 ha were under permanent crops, accounting together for about 1 percent of the total land area of the country and 3 percent of the cultivable area (Table 1).

Namibia's climate is characterized by hot and dry conditions and sparse and erratic rainfall. Within Africa the climate is second in aridity only to the Sahara Desert and 92 percent of the land area is defined as hyper-arid, arid or semi-arid. Rainfall patterns are characterized by their high temporal and spatial variability. Conventional statistical descriptors such as mean and even median are often difficult to use and estimates of rainfall characteristics and patterns based on point measurements are problematic.

Mean annual rainfall is estimated to be 285 mm. Of the total rainfall, 83 percent evaporates, 14 percent is used up by vegetation, 1 percent recharges groundwater and only 2 percent becomes runoff and may be harnessed in surface storage facilities. Net evaporation can be as high as 3 700 mm per year. In the coastal plateau the average monthly evapotranspiration always exceeds the rainfall by a factor of up to five. The

TABLE 1
Basic statistics and population

Physical areas			
Area of the country	2002	82 429 000	ha
Cultivated area (arable land and area under permanent crops)	2002	820 000	ha
• as % of the total area of the country	2002	1	%
• arable land (annual crops + temp. fallow + temp. meadows)	2002	816 000	ha
• area under permanent crops	2002	4 000	ha
Population			
Total population	2004	2 011 000	inhabitants
• of which rural	2004	67	%
Population density	2004	2.4	inhabitants/km²
Economically active population	2004	801 000	inhabitants
• as % of total population	2004	40	%
• female	2004	42	%
• male	2004	58	%
Population economically active in agriculture	2004	311 000	inhabitants
• as % of total economically active population	2004	38	%
• female	2004	42	%
• male	2004	58	%
Economy and development			
Gross Domestic Product (GDP) (current US$)	2003	4 700	million US$/yr
• value added in agriculture (% of GDP)	2003	10.0	%
• GDP per capita	2003	2 365	US$/yr
Human Development Index (highest = 1)	2002	0.607	
Access to improved drinking water sources			
Total population	2002	80	%
Urban population	2002	98	%
Rural population	2002	72	%

coastal region is an arid desert less than 300 m above sea level. Along the coastal belt, precipitation from advective fog exceeds precipitation from rainfall.

Mean annual temperatures are below 16 °C along the southern coast, between 20 °C and 22 °C in large parts of the country's interior and the eastern parts, and above 22 °C in the north. Temperatures are moderated by the cold Benguela currents along the coast. In Windhoek average temperature ranges are from 6 °C to 20 °C in July to 17 °C to 29 °C in January.

The country's population is about 2 million (2004), with an annual growth rate of 2.1 percent (Table 1). Of the total population, 67 percent are rural. Namibia is one of the world's most sparsely populated countries with a population density of 2.4 inhabitants/km². Wealth distribution is highly inequitable, and there is a high incidence of extreme poverty. In 1998, 10 percent of the population received 65 percent of income leaving only 35 percent for the remaining 90 percent. Subsistence farmers and livestock herders, who earn their livelihoods in extremely harsh and stressful conditions account for 70 percent of the population. The unemployment rate is 40 percent. In 2002, 98 percent of the urban and 72 percent of the rural population were using improved drinking water sources; coverage is 80 percent at the national level (Table 1).

ECONOMY, AGRICULTURE AND FOOD SECURITY

Namibia's GDP was US$4 700 million in 2003. The value added by agriculture was 10 percent of GDP, of which 75-80 percent are attributed to livestock farming. The sector provides occupation for 38 percent of the economically active population and 58 percent of the population working in agriculture is male.

Agriculture is segmented in two very different sectors:

- The commercial sector, with around 4 000 mostly white freehold farmers concentrating on livestock.

- The communal sector, mainly in the north, supports around 140 000 families. It is characterized by low levels of agricultural productivity, high incidences of poverty, food insecurity, lack of appropriate farming methods and high unemployment levels. Farmers in communal areas engage in rainfed crop and livestock production, making the sector vulnerable to climatic variability, which is reflected in the high variability of output from one year to another; the sector is further constrained by poor marketing initiatives. Access to land is governed by custom, which contributes to a low level of technology and output due to lack of official ownership, which hampers access to funding.

Growth in the agricultural sector has averaged 1.2 percent per year since independence in 1988, while since 1993 growth has averaged 2.8 percent per year. The sector is strongly influenced by climatic conditions and as a result the contribution to GDP has varied between 6.8 percent and 12.3 percent since 1990, with low contributions in drought years. Since 1995, agricultural growth has barely kept pace with population growth, which can be attributed directly to the below-average rainfall in Namibia over the past few years. As a result of low rainfall there was considerable de-stocking of livestock in 1996, which led to a 60 percent drop in the number of cattle marketed in 1997. Cereal production has been similarly affected. Growth in the agricultural sector is expected to be weak in the coming years, implying negative per capita growth. Food imports amount to about 7 percent of the total value imports. Namibia imports sugar, maize, edible offal, wheat, concentrated milk and cream, cheese and butter. Agricultural exports comprise mainly livestock and meat products and account for about 15 percent of all Namibian exports.

The value added per m^3 of water in irrigation is very low compared to manufacturing and service sectors, about US$1.20/$m^3$ compared to U$44/$m^3$ and US$93/$m^3$ respectively.

WATER RESOURCES AND USE

Water resources

The main river basins in Namibia are:

- The Zambezi River Basin with a basin area of 17 426 km^2 in Namibia is the country's richest water source. The Zambezi has a mean flow of 40 km^3/yr and in the northeastern Caprivi strip forms the border between Zambia and Namibia for about 100 km and over a short distance between Zimbabwe and Namibia.
- The Okavango River basin is an interior basin with an area of 106 798 km^2 in Namibia. The river rises in Angola, then, flowing in a narrow alluvial plain up to 6 km wide, forms the border with Namibia for some 350 km before crossing the Caprivi Strip and flowing into Botswana, where it forms the Okavango Swamps. Its mean flow is slightly above 10 km^3/yr. It has two major tributaries, the Cubango and the Cuito. While the flow in the Cubango River upstream of the Cuito River confluence drops to very low levels during dry years, the flow from the Cuito River is more reliable. A Namibian tributary of the Okavango is the Omatako River, which contributes no flow at all. Originating in the dry interior of Namibia, there is no evidence that the Omatako has ever flowed further than 400 km from its source.
- The southwest coast basin including the Kunene River covering an area of 17 549 km^2. Rainfall over the Kunene catchment is unreliable and variable, and the mean flow of the river is 5 km^3/yr. The relatively small catchment area and steep river bed slope in the upper section also mean that flows run relatively quickly to the coast, leaving the river almost dry at the end of the dry season. With the inception of the Ruacana hydroelectric scheme and its associated storage dams, flows should have become more regulated; this did not happen

because the Gove Dam in Angola has never been adequately operational. In addition to being used to generate hydropower, the Kunene also supplies a significant amount of water to the four northern regions of Namibia, where approximately 700 000 people or over one third of the total population live. The demand is at its peak in October, which corresponds with the period of minimum flow in the Kunene.

- The south Atlantic coast including the Huab, Ugab, Omaruru, Swakop and Kuiseb Rivers with a total area of 264 160 km^2.
- The Orange River Basin has an area of 219 249 km^2 in Namibia. The river forms the southern border of Namibia with South Africa over a distance of approximately 600 km. It has a mean flow of about 11 km^3/yr. The major Namibian tributary, the Fish River, has a mean flow of 0.48 km^3/yr at its confluence with the Orange River. The flow in the lower parts of the Orange has been cut by nearly two thirds, especially over the last 35 years since the start of the Orange River Project (ORP) in South Africa. This project transfers water from the Caledon and Orange Rivers to rivers outside of the basin that flow towards cities in the Eastern Cape Province in South Africa. In order to operate the ORP there are more than a dozen dams with a combined capacity of 8.5 km^3. The key structure in this development is the in 1979 completed Gariep Dam, previously known as the Hendrick Verwoerd Dam, with a reservoir capacity of almost 5.7 km^3.
- The interior basins, including the Cuvelai River basin and part of the Kalahari desert, cover an area of 199 718 km^2; The Cuvelai River enters Namibia as a 130 km wide delta of ephemeral watercourses, known as oshanas, which then converge to terminate in the Etosha Pan. Runoff in the Cuvelai is erratic and has been observed to vary from no flow to 0.1 km^3/yr, as was gauged in 1995. Due to flat topography and shallow saline groundwater, surface water storage facilities are limited to shallow earth or excavation dams, which suffer from high evaporation rates.

The percentage of mean annual precipitation that ends up as river flow in ephemeral systems in Namibia varies from as little as below 1 percent up to around 12.5 percent for parts of the Fish River basin. The remainder goes to direct evaporation and evapotranspiration, with the latter being by far the greatest component. Some of the runoff recharges alluvial aquifers on its way downstream, and in so doing the majority of ephemeral river floods ultimately disappear entirely into the sand. Namibia's ephemeral rivers are 'effluent' systems. This means that the river feeds the groundwater table, rather than having its flow sustained by a high groundwater table, as is the case with 'influent' rivers.

Namibia's groundwater occurs in a wide range of rock types making groundwater management a complex process. It provides a buffer against drought in many regions of the country, but it does remain inherently vulnerable to overabstraction and pollution. Aquifers occurring in Namibia are classified as alluvial, Kalahari, fracture, Karst or artesian aquifers. Parts of the Grootfontein-Otavi-Tsumeb Karstland aquifer have been subject to thorough investigations and modelling, and for the Otavi Mountain Area the following recharge conditions were identified:

- The recharge rate amounts to 2 percent of the long-term mean annual rainfall after a sequence of rainy seasons in each of which the long-term annual rainfall is exceeded;
- The recharge rate amounts to 1 percent of the long-term mean annual rainfall after a single rainy season in which the long-term mean annual rainfall is exceeded;
- The recharge rate amounts to 0 percent if the rainfall does not exceed the long-term mean annual rainfall.

Although the ephemeral rivers of Namibia have dry sandy or rocky river beds for most of the year, they are conduits for subsurface flow and contain a number of wetlands defined as 'shallow, swampy or marshy areas with little or no water flow' or 'waterlogged solid dominated by emergent vegetation'. In Namibia this description applies to most sections of all westward flowing rivers north of the Kuiseb River. Wetlands are periodically used for hunting and seasonal fishing. Currently, their utilization includes communal domestic stock farming, small mining enterprises and small-scale gardening. The ecology of Namibia's wetlands is very fragile. Over-exploitation of alluvial aquifers and the building of dams, especially on the Kunene River and the Orange River, which reduce the flow downstream are potential threats to those wetlands that depend on them. The protection and conservation of wetlands is therefore an important priority and the government of the Republic of Namibia has initiated several efforts towards ensuring this. Wetlands of international importance in Namibia, and Ramsar sites, are the Etosha Pan, the Orange River Mouth, Sandwich Harbour and Walvis Bay.

Total natural renewable water resources of Namibia are estimated at 45.46 km^3/yr, of which only 6.16 km^3/yr are internally produced (Table 2). Over half of the external water resources comes from the Zambezi River, while smaller amounts are contributed by the Orange, Kunene and Kwando rivers and rivers from the Okavango. From the total accounted natural flow of the border rivers Zambezi, Kunene and Orange of 28 km^3/yr, only 0.255 km^3/yr is under agreement (0.07 from the Orange River and 0.185 from the Kunene River) and should thus be considered as actual flow. This reduces the natural renewable water resources of 45.46 km^3/yr to actual renewable water resources of 17.715 km^3/yr.

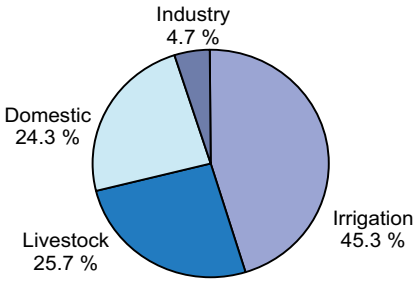
A number of ephemeral rivers have been tapped by building dams. The total storage capacity of the major dams is about 0.71 km^3 and their 95 percent assured combined yield is 95.83 million m^3/yr. In addition to these larger reservoirs, there are thousands of small farm dams scattered around the ephemeral river basins.

The total assured safe yield of Namibia's water resources is 660 million m^3/yr, distributed as follows: groundwater 300 million m^3/yr, ephemeral rivers 200 million m^3/yr, perennial rivers 150 million m^3/yr and unconventional sources 10 million m^3/yr.

TABLE 2
Water: sources and use

Renewable water resources			
Average precipitation		285	mm/yr
		235	10^9 m^3/yr
Internal renewable water resources		6.2	10^9 m^3/yr
Total actual renewable water resources		17.7	10^9 m^3/yr
Dependency ratio		65.2	%
Total actual renewable water resources per inhabitant	2004	8 809	m^3/yr
Total dam capacity	2001	708.5	10^6 m^3
Water withdrawal			
Total water withdrawal	2000	300	10^6 m^3/yr
- irrigation	2000	136	10^6 m^3/yr
- livestock	2000	77	10^6 m^3/yr
- domestic	2000	73	10^6 m^3/yr
- industry	2000	14	10^6 m^3/yr
• per inhabitant	2000	158	m^3/yr
• as % of total actual renewable water resources	2000	1.7	%
Non-conventional sources of water			
Produced wastewater		-	10^6 m^3/yr
Treated wastewater		-	10^6 m^3/yr
Reused treated wastewater	1996	7	10^6 m^3/yr
Desalinated water produced		-	10^6 m^3/yr
Reused agricultural drainage water		-	10^6 m^3/yr

FIGURE 1
Water withdrawal
Total 0.3 km³ in 2000



Treated wastewater is used more and more often for applications that do not require drinking water quality, such as landscape irrigation. It was found that the return flow in Windhoek and urban centers equals 40 percent of freshwater consumption and can be reused after treatment. Reuse of water is practised in Namibia in many urban areas such as Swakopmund, Walvis Bay, Tsumeb, Otjiwarongo, Okahandja, Mariental, Oranjemund and Windhoek. In Windhoek, 1.14 million m³ of treated effluent were used for irrigation in 1997 and reclamation of water for potable reuse has been practised since 1968. The plant could supply 8 000 m³/day, which was about 19 percent of the average daily water demand of the city in 1997. A new reclamation plant with an increased capacity of 21 000 m³/day was completed in 2002, and the old plant will in future be used for reclaiming irrigation water. Wastewater recycling is practised by a number of mines. It is estimated that in the future 7 million m³/yr from Windhoek and 10 million m³/yr from other centres could potentially become available.

Recently a contract for the design and construction of a coastal desalination project was tendered.

Water use

Total water consumption in Namibia was 300 million m³ in 2000 (Table 2 and Figure 1). Agriculture was the largest water user accounting for 213 million m³, of which 136 million m³ for irrigation and the remaining 77 million m³ for livestock. The domestic sector followed with 73 million m³ and industry with 14 million m³.

The highest consumption of irrigation water was in the Fish and Orange River Basins with 41.5 and 41.0 million m³ respectively. In 2000, 30 million m³ of groundwater were used for irrigation, which is 22 percent of the total consumption of irrigation.

International water issues

Namibia shares the following perennial rivers with five riparian states:

- The Orange River with Botswana, Lesotho and, South Africa in the south of the country with a mean annual runoff (MAR) of 11 km³ at Noordoewr. The existing agreed abstraction is 70 million m³/yr, and estimated actual abstraction was 36.2 million m³ in 1996 and 48.8 million m³ in 1999.
- The Kunene River with Angola in the north to northwest of the country, with a MAR of 5 km³ at Ruacana. The existing agreed abstraction is 185 million m³/yr. Estimated actual abstraction was 51 million m³ in 1996 and 23 million m³ in 1999.
- The Okavango River with Angola and Botswana, with a MAR of 5.5 km³ at Rundu and 10 km³ at Mukwe. The estimated abstraction at Rundu, without an agreement in place at present, was 27 million m³ in 1996 and 21.5 million m³ in 1999.
- The Kwando River with Angola with a MAR of 1.3 km³ at Kongola. Estimated actual abstraction in 1996 was minimal.
- The Zambezi River with Angola, Botswana, Malawi, Mozambique, the United Republic of Tanzania, Zimbabwe and Zambia with a MAR of 40 km³ at Katima Mulilo. Estimated abstraction, without an agreement in place at present, was 2.3 million m³ in 1996 and 6.4 million m³ in 1999.

A number of ephemeral rivers, such as the Auob and Nossob cross into Botswana and South Africa, but their flows are so irregular that their importance as shared surface water sources is not significant. Groundwater flow in eastern Namibia is generally in an eastern direction, but no attempt has been made to quantify this flow and it has not been raised as an issue of shared resources.

Namibia is highly dependent on its neighbouring countries for securing its water supply, particularly South Africa and Angola due to the large portion of the country's population living near or along the banks of the rivers shared with these countries. It is estimated that shared rivers currently provide around one third of the water consumed in Namibia. Total abstraction from the shared perennial rivers in 1999 was estimated at almost 100 million m^3. To ensure good cooperation with its neighbours, Namibia has developed a regulatory framework, facilitates the establishment of a Basin Management Committees and is reviewing all agreements signed during pre-colonial and post-colonial times. The process of setting up a structure for dealing with shared water issues is in an advanced stage.

Some of the existing agreements and commissions between Namibia and its neighbours as related to internationally shared water resources are:

- The Permanent Joint Technical Commission (PJTC) between Angola and Namibia on the Kunene River Basin was established in 1990. Its current major priority is the development of a hydroelectric power scheme on the lower Kunene River.
- The Joint Operating Authority between Angola and Namibia was reinstated in 1990. It deals specifically with the operation of the regulating dam on the Kunene River at Gove (Angola), and with the infrastructure for the Ruacana hydropower station on the same river in Namibia. The power station itself is in Namibia, but part of the infrastructure (diversion weir, intakes) are situated in Angola.
- The Joint Permanent Water Commission (JPWTC) between Botswana and Namibia concerning the development and utilization of water resources of common interest was established in 1990, after the countries had cooperated on a technical level since the early 1980s. It has jurisdiction over activities in the Kwando-Linyanti-Chobe System in the Zambezi River Basin and had jurisdiction over the Okavango River before OKACOM was formed.
- The Permanent Okavango River Basin Water Commission (OKACOM) between Angola, Botswana and Namibia was established in 1994 and oversees developments in the Okavango basin
- The Permanent Water Commission (PWC) between Namibia and South Africa was established in 1992 to deal with water matters of mutual concern. Since the re-integration of Walvis Bay into Namibia in 1994, the Commission has concentrated its activities on the Orange River Basin.
- The Treaty of the Vioolsdrift and Noordoewer Joint Irrigation Scheme between Namibia and South Africa was also signed in 1992, establishing a parastatal authority to operate the irrigation project located on both sides of the Orange River at Vioolsdrift and Noordoewer.

Namibia has either signed or ratified numerous international protocols and conventions concerning water, notably those designed to protect the environment, including: i) the Zambezi River System Action Plan (ZACPLAN); ii) the UN Convention on the Law of the Non-Navigable Uses of International Watercourses; iii) the International Convention on Wetlands (Ramsar); iv) the SADC Protocol on Shared Watercourses. Another multinational agreement with a bearing on water matters is the Southern African Regional Commission for the Conservation and Utilization of the Soil (SARCCUS) established in 1948 with Angola, Botswana, Lesotho,

Malawi, Mozambique, Namibia, South Africa and Swaziland as members. One of its components was the Standing Committee for Hydrology.

IRRIGATION AND DRAINAGE DEVELOPMENT

Evolution of irrigation development

Irrigated crop production has been practised since soon after the arrival of the first European settlers, mainly on a small scale. The Noordoewer Scheme on the Orange River was established during the 1930s. The main State investment in irrigation was in the Hardap Scheme that became operational in the late 1960s. The Isisi Scheme on the Zambezi started in the 1980s, while the Etunda Project on the Kunene became operational in 1995/96.

In 2002, 7 573 ha were equipped for irrigation (Table 3). The main irrigated areas are:

- The Hardap Scheme, supplied from the Hardap Dam. Equipped area is about 2 260 ha;
- Schemes along the Orange River (such as Noordoewer Scheme, Aussenkehr Scheme). Equipped area is about 2 000 ha;
- Schemes along the Okavango River (such as Shadikongoro Scheme) with about 1 350 ha equipped area, of which about 600 ha are upstream of the confluence with the Cuito River, and about 750 ha are downstream of the junction;
- The Etunda Scheme on the Kunene River with about 640 ha equipped area;
- Schemes on the Zambezi River, like the Katima Farm (approximately 200 ha) and the Isisi Scheme (36 ha, currently not operational).

In addition to that, flood recession cropping (mainly maize) is practised in the flood plains of the Okavango and Zambezi rivers; in 1992, this activity covered 2 000 ha.

No recent information on areas under different irrigation methods is available. In 1992, 2 950 ha were under surface irrigation (basin and furrow), 1 845 ha were under centre pivot and sprinkler and 1 347 ha under drip or micro-sprinkler. New developments favour the use of sprinkler irrigation technologies and at present the figures are estimated to be 2 950 ha, 3 276 ha and 1 347 ha respectively (Table 3 and Figure 2). Irrigation methods practised in some of the major schemes are:

- Hardap Scheme: mainly surface and sprinkler, some farmers are changing to drip;
- Noordoewer Scheme: mainly flood irrigation;
- Etunda Scheme: surface irrigation (day) and center pivot irrigation (night);
- Shadikongoro Scheme: centre pivot;
- Isisi Scheme: flood irrigation (paddy rice).

The majority of the irrigation schemes use surface water. About 78 percent are estimated to be irrigated from surface water, the remaining from groundwater (Figure 3). It is estimated that irrigation water is pumped to 79 percent of the equipped areas.

There are four basic categories of farming in the irrigation sub-sector:

- Smallholders, generally on 1 ha plots, receive substantial government support, with free extension support, water and inputs, including land preparation;
- Medium-scale commercial farmers have been settled on 30 ha blocks and are able to obtain safe loans from the government through the Land Bank;

FIGURE 2
Irrigation techniques
Total 7 573 ha in 2002

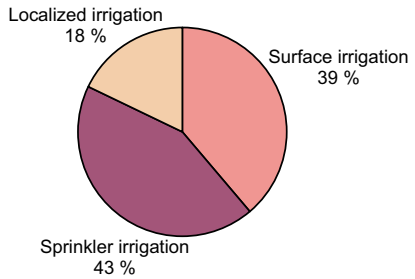
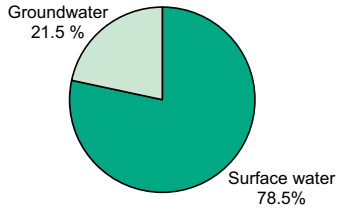


TABLE 3
Irrigation and drainage

Irrigation potential		**47 300**	**ha**
Water management			
1. Full or partial control irrigation: equipped area	2002	7 573	ha
- surface irrigation	2002	2 950	ha
- sprinkler irrigation	2002	3 276	ha
- localized irrigation	2002	1 347	ha
• % of area irrigated from groundwater	2002	21.5	%
• % of area irrigated from surface water	2002	78.5	%
2. Equipped lowlands (wetland, ivb, flood plains, mangroves)		-	ha
3. Spate irrigation		-	ha
Total area equipped for irrigation (1+2+3)	**2002**	**7 573**	**ha**
• as % of cultivated area	2002	0.9	%
• average increase per year over the last 10 years	1992-2002	2.1	%
• power irrigated area as % of total area equipped	2002	79	%
• % of total area equipped actually irrigated		-	%
4. Non-equipped cultivated wetlands and inland valley bottoms		-	ha
5. Non-equipped flood recession cropping area	1992	2 000	ha
Total water-managed area (1+2+3+4+5)	**2002**	**9 573**	**ha**
• as % of cultivated area	2002	1.2	%
Full or partial control irrigation schemes **Criteria**			
Small-scale schemes (Class A) < ha		-	ha
Medium-scale schemes (Class B)		-	ha
Large-scale schemes (Class C) > ha		-	ha
Total number of households in irrigation		-	
Irrigated crops in full or partial control irrigation schemes			
Total irrigated grain production	1992	50 000	tonnes
• as % of total grain production	1992	43.9	%
Total harvested irrigated cropped area		-	ha
• Annual crops: total		-	ha
- maize	1991	2 200	ha
- lucerne and pasture	1991	1 400	ha
- wheat	1991	1 100	ha
- cotton	1991	560	ha
- other annual crops	1991	882	ha
• Permanent crops: total		-	ha
Irrigated cropping intensity		-	%
Drainage - Environment			
Total drained area	2003	2 000	ha
- part of the area equipped for irrigation drained		-	ha
- other drained area (non-irrigated)		-	ha
• drained area as % of cultivated area	2003	0.2	%
Flood-protected areas	1992	0	ha
Area salinized by irrigation	1992	1 300	ha
Population affected by water-related diseases		-	inhabitants

- Large-scale commercial farms are the major participants in the sub-sector and consist of private landowners who have undertaken irrigation on their own account, albeit often with support from the government;
- Parastatal or state farming, carried out by the National Development Corporation (NDC). These farms are commercially operated as State Farms, with management and paid labour. Several schemes under the NDC have been settled by farmers on 3 to 4 ha plots.

FIGURE 3
Origin of water in full/partial control irrigation schemes
Total 7 573 ha in 1999



The NDC manages and provides inputs to farmers as credits under soft loans. Any new government development is normally executed by the NDC.

Role of irrigation in agricultural production, the economy and society

No recent information on irrigated crops is available. In 1991, the major irrigated crops were maize, alfalfa and pasture, wheat and cotton (Table 3). Irrigated land areas may be characterized by low-value crops such as wheat, maize and alfalfa, and high-value crops including grapes, dates, cotton and melons. The bulk of irrigated areas is under low-value crops. Currently irrigation development is taking place along the Orange River for the production of table grapes for the European and USA markets.

No nationwide study of the costs and benefits of irrigation is available. However, for example, the water supply in Hardap is heavily subsidized, rather than being charged for at an economic rate, or the irrigation projects are not economically viable.

One constraint to some of the areas with large irrigation potential is that markets are far away:

- In the case of the Orange River area, Windhoek and Capetown are both about 800 km away, although the area lies adjacent to the main Namibia-South Africa road;
- In the case of the Zambezi area, Windhoek or Walvis Bay are about 1 300 km away;
- The Kunene basin is a remote and isolated area.

No monitoring system for water used per crop is in place, and the efficiency with which water is used in irrigation is generally not measured. Thus, farmers are not encouraged to invest in high-value crops, which Namibia imports heavily. Water used in subsistence agriculture seems to be more productive than in the commercial sector.

Status and evolution of drainage systems

It is estimated that in 2003, about 2 000 ha were drained with subsurface drains. It is known that there are problems with the drainage system in the Hardap scheme, where the subsurface system has become blocked and the surface drainage canals and riverbed have become infested with reeds (*Phragmites australis*), which block the flow during floods, causing a severe problem.

WATER MANAGEMENT, POLICIES AND LEGISLATION RELATED TO WATER USE IN AGRICULTURE

Institutions

A number of institutions are responsible for different aspects of water supply, management and use, including government departments, parastatal institutions (such as municipalities and community-based Water Point Committees), private organizations, and individuals.

Three key institutions involved are:

- NamWater, a parastatal institution that is responsible for bulk water supply;
- The Department of Water Affairs (DWA) within the Ministry of Agriculture, Water and Rural Development, which is responsible for all water resource development projects, including irrigation planning and development;
- The National Development Corporation (NDC) that executes new government developments and also manages schemes.

Water management

Government policy is that so-called “irrigation scheme management boards” should be established to take over ownership and responsibility for irrigation scheme infrastructure. Management agreements would be established for each scheme.

A Joint Irrigation Authority between Namibia and South Africa, known as the Noordoewer/Viooldrift Irrigation Board, was established 1993. This board only covers irrigation schemes along the Orange River. In the Etunda scheme, lack of continuity in proper management and discipline is evident, leading to poor performance and maintenance. In the Shadikongoro scheme there was a lack of a clear understanding between project management and the local authority. This led to continuous interference by the local authority and resulted in unrest amongst the workers on more than one occasion. Eventually the farm manager was removed and since then, with proper management in place, the project seems to be coping financially and good yields have been achieved.

Decentralization is a national policy and thus responsibility for rural water supply is being transferred to the regional level through the establishment of Water Point Committees (WPCs) in the communal areas of Namibia. In total 3 673 WPCs are needed. By 1997/98, 1 703 (or 46 percent) of those had been established. It is hoped that by 2007 complete community-based management of the water points will have been achieved.

Finances

According to the Water and Sanitation Sector Policy (WASP) of 1993, water supplied for irrigation by the State is to be charged at an economic rate, which may be reduced through a special subsidy. In the Hardap irrigation scheme, for example, NamWater supplies unprocessed water to farmers at a tariff of US$0.005/$m^3$.

Full cost recovery in the water sector represents one of the major challenges for the water sector. Opposition to water pricing is widespread in Namibia and subsidies for water consumption still exist in many sectors, and particularly in the irrigation sector.

Policies and legislation

According to Article 100 of the Constitution of the Republic of Namibia, "Land, water and natural resources below and above the surface of the land … of Namibia shall belong to the State if they are not otherwise lawfully owned".

The Water Act 54 of 1956 has a colonial origin and applies to Namibia the riparian principles of well-watered European countries. It is not only outdated but also, and above all, inconsistent with the country's hydrologic reality. It predicates the right to water through ownership of riparian land and thus effectively excludes non-landowners, particularly in the rural areas, from having adequate access to water. The Government of Namibia is currently in the process of drafting the blueprint for a new Water Act for Namibia to replace the Water Act 54 of 1956. The draft of the new legislation includes:

- The establishment of a Water Advisory Council as the nation's supreme advisory authority in water resources matters;
- The establishment of units of water resources governance at the river-basin level, with broad-based stakeholder representation;
- The creation and regulation of Water Users' Associations (WUAs) for the management of rural water supply services;
- The formation and periodic review of a National Water Master Plan.

Legislation on irrigation in Namibia has been in draft form since 1993. Two main constraints are impeding progress. On the one hand, the government lacks the capacity to draft legislation which is in line with existing national and neighbouring country legislation. On the other hand, massive investment is needed to upgrade existing irrigation scheme infrastructures to levels that users could be expected to assume responsibility for.

The National Agricultural Policy of 1995 has the following guidelines relating to irrigation:

- To improve regional irrigation performance through improved economic efficiency.
- To ensure that future irrigation development should be socially and economically viable.
- To minimize direct government intervention and investment in present and future irrigation development, thereby reducing the government's financial burden within the sector. This should not however exclude the government from providing major, general infrastructural investment.
- To create an enabling atmosphere, whereby the non-government sector is encouraged to invest in irrigation development and manage their own operations.
- To establish the principle that the water user, rather than the government, pays for irrigation operation and maintenance.
- To encourage and support development of the informal irrigation sector, bearing in mind the need to limit direct government financial intervention.
- The government to provide sound national planning, monitoring and evaluation of irrigation development.
- To provide sound extension to irrigators, especially smallholders.
- To encourage the participation of women at all levels of the irrigation sector.
- To ensure that future irrigation development is environmentally sustainable.
- To ensure adequate health standards on irrigation schemes.
- To ensure close regional cooperation in future irrigation development.

The Namibia Water Corporation Act 12 of 1997 (also known as NamWater Act) stipulates the objectives of NamWater.

In 1998, the Government of Namibia launched a major review of current water resource management practices, approaches and policies through the Namibia Water Resources Management Review, with the long-term objective of achieving equitable access to, and the sustainable development of, water resources by all sectors of the national population.

The National Water Policy was adopted in 2000 and paved the way for the implementation of integrated water resources management.

ENVIRONMENT AND HEALTH

A variety of environmental problems are experienced in Namibia's irrigation schemes. While no figures exist as to the extent of these problems, anecdotal evidence suggests that most are small-scale and manageable. Environmental problems include soil salinity problems in the Hardap and Aussenkehr Schemes, siltation of and reed growth in canals and weed invasion in the Hardap Scheme, soil compaction and runoff problems at the Shadikongoro farm in the Okavango Region.

Apart from the above, good drainage and/or good quality water leave most schemes trouble-free. For example, although the Naute Scheme's soils are saline, water quality and drainage are good and so leaching effectively deals with salinity. On small-scale groundwater irrigation schemes, it is often found that boreholes with sufficient pressure for irrigation tend to be those with good quality water, and vice versa.

PERSPECTIVES FOR AGRICULTURAL WATER MANAGEMENT

Given the water scarcity of Namibia, it is natural that there is competition for water According to the WASP of 1993, the first priority for water allocation should be accorded to domestic use, while irrigation has second priority together with mining and industry. It was also proposed that irrigation should be regarded as an interim use until the water is used for higher value consumption with higher economic returns.

While most irrigation problems are technically manageable, in terms of dealing with proximate causes (such as excessive use of water and lack of maintenance of drainage

systems), it is essential to address the ultimate causes such as low water costs and lack of user responsibility for irrigation scheme infrastructure, so as to encourage farmers to change their management practices.

To ensure a sustainable and economically viable future development of irrigation, the following issues would need to be addressed:

- Passage of relevant legislation;
- Introduction of pricing policy on cost-recovery basis;
- Promotion of high-value crops instead of the currently irrigated low-value crops in order to increase, or achieve, economic viability;
- Increase of water use efficiency;
- Essential upgrading of irrigation infrastructures so that responsibility for maintenance can reasonably be handed over to irrigation boards;
- Establishment of irrigation boards;
- Establishment of management agreements between the government and irrigation boards.

It is estimated that the country's total water demand will reach about 475 million m^3/yr by 2015, against 300 million m^3 at present, made up of 93 million m^3 for domestic purposes (including industry and tourism), 342 million m^3 for agriculture (including irrigation and livestock) and 40 million m^3 for mining.

MAIN SOURCES OF INFORMATION

Christelis, G. and Struckmeir, W. (eds). 2001. *Groundwater in Namibia: an explanation to the Hydrogeological Map*.

The World Conservation Union (IUCN). 2002. *Overcoming constraints to the implementation of Water Demand Management (WDM) in southern Africa. Namibia country report*. Prepared by Karukirue Tjijenda, Department of Water Affairs, Namibia.

Ministry of Environment and Tourism. 2001. *Environmental Assessment Guidelines. Sector: Irrigated Agriculture*.

Ministry of Environment and Tourism. 2001. *Environmental Assessment Guidelines. Sector: Water Infrastructure*. Prepared by: Namibia Resource Consultants cc. Windhoek.

Ministry of Environment and Tourism. 1999. *State of Environment Report. Agriculture and land resources* and *freshwater resources*.

Ministry of Agriculture, Water and Rural Development, Department of Water Affairs. 1991. *Perspective on Water Affairs.*

Ministry of Agriculture, Water and Rural Development, Department of Water Affairs. 1993. *Central Area Water Master Plan.* Phase I. GTZ.

Ministry of Agriculture, Water and Rural Development. 1994. *Identification and prioritization of irrigation development opportunities on the Orange River*.

SADCC [Southern African Development Coordination Conference]. 1992. *Regional Irrigation Development Strategy, Country Report: Namibia.*

UNDP. 1998. *Namibia Human Development Report 1998*. Prepared by UNDP and UN Country Team.

Van der Merwe, B., et al. 1999. *IUCN Water Demand Management Country Report – Namibia*.

Windhoek Consulting Engineers (WCE). 2000. *Analysis of Present and Future Water Demand in Namibia*.

Niger

GÉOGRAPHIE, CLIMAT ET POPULATION

Le Niger est un pays totalement enclavé qui s'étend sur 1 267 000 km². Il partage ses frontières avec l'Algérie et la Libye au nord, le Tchad à l'est, le Nigéria et le Bénin au sud et le Burkina Faso et le Mali à l'ouest. La frontière la plus proche de la mer est à plus de 600 km du golfe de Guinée. Les trois quarts du pays sont constitués d'un désert chaud et sont situés dans la zone septentrionale du pays. Le Niger est un immense plateau d'une altitude moyenne de 500 m avec des reliefs peu contrastés: les hauts plateaux du nord-est, le massif de l'Aïr (jusqu'à 2 000 m), les bas plateaux de l'ouest, du centre et du sud et les plaines. Les terres cultivables représentent 16.5 millions d'hectares dont seulement 4.5 millions étaient exploitées en 2002 par l'agriculture (tableau 1). Ce potentiel est très inégalement réparti entre les régions du pays: les départements de Dosso, Maradi, Tahoua, Tillabéry et Zinder réunissent près de 98 pour cent des terres cultivables du Niger.

TABLEAU 1
Caractéristiques du pays et population

Superficies physiques			
Superficie du pays	2002	126 700 000	ha
Superficie cultivée (terres arables et cultures permanentes)	2002	4 500 000	ha
• en % de la superficie totale du pays	2002	3.5	%
• terres arables (cultures temporaires + prairies et jachères temp.)	2002	4 487 000	ha
• cultures permanentes	2002	13 000	ha
Population			
Population totale	2004	12 415 000	habitants
• dont rurale	2004	77	%
Densité de population	2004	10	habitants/km²
Population active	2004	5 675 000	habitants
• en % de la population totale	2004	46	%
• féminine	2004	43	%
• masculine	2004	57	%
Population active dans le secteur agricole	2004	4 928 000	habitants
• en % de la population active	2004	87	%
• féminine	2004	48	%
• masculine	2004	52	%
Économie et développement			
Produit intérieur brut (PIB)	2003	2 700	millions de $EU/an
• valeur ajoutée du secteur agricole (% du PIB)	2003	40.0	%
• PIB par habitant	2003	217	$EU/an
Indice de développement humain (plus élevé = 1)	2002	0.292	
Accès aux sources améliorées d'eau potable			
Population totale	2002	46	%
Population urbaine	2002	80	%
Population rurale	2002	36	%

Le climat est de type sahélien caractérisé par une longue saison sèche de huit à 10 mois (d'octobre à mai), une courte saison des pluies qui dure trois ou quatre mois (juin à septembre) et une importante variation du nombre de jours de pluie du nord au sud, où la pluviométrie annuelle est comprise entre moins de 100 mm et 700-800 mm, divisant ainsi le pays en quatre zones climatiques:

- la zone saharienne (65 pour cent du territoire national) avec des précipitations inférieures à 100 mm/an. La température avoisine en moyenne les 35°C et le climat est désertique;
- la zone sahélo-saharienne (12.2 pour cent du territoire national) avec des précipitations annuelles comprises entre 100 et 300 mm. Le climat est subdésertique;
- la zone sahélo-soudanienne (12.9 pour cent du territoire national) avec un domaine sahélien au nord, où les précipitations annuelles varient de 300 et 600 mm, et un domaine soudanien au sud;
- La zone soudanienne (0.9 pour cent du territoire national) qui reçoit plus de 600 mm/an.

Le domaine sahélien est caractérisé par une végétation passant par des formations contractées ou arbustives claires au nord, à des formations plus diffuses et arborées au sud. Le domaine soudanien comprend une végétation de savane qui se distingue par une strate herbacée continue où dominent les graminées vivaces et une strate ligneuse renfermant des arbustes et des arbres. Au cours de ces dernières décennies, une sécheresse persistante a accéléré l'avancée du désert qui est passée de 66 à 77 pour cent de sa superficie. L'indice le plus révélateur demeure l'assèchement du fleuve Niger auprès de la capitale Niamey, lorsqu'il cessé de couler en 1985. La température moyenne annuelle atteint 29°C, et l'ETP est très élevée (2 114 mm/an à Tillabéry) et supérieure aux précipitations à l'exception du mois d'août.

La population en 2004 était d'environ 12.4 millions d'habitants, dont 77 pour cent de ruraux (tableau 1). La densité s'élève à 10 habitants/km^2 mais 90 pour cent de la population se concentrent dans la bande d'environ 200 km de large au sud du territoire, le long de la frontière du Nigéria où la pluviométrie est favorable à l'agriculture et à l'agropastoralisme. En 1999, 63 pour cent des Nigériens vivaient en dessous du seuil de pauvreté dont 83 pour cent en milieu rural. La faiblesse des revenus est la cause principale de la malnutrition chronique et saisonnière observée: 41 pour cent des enfants de moins de 5 ans vivent dans un état de malnutrition chronique, et 20 pour cent sont atteints de malnutrition chronique sévère. L'eau potable n'était accessible que pour 46 pour cent de la population en 2002 (80 pour cent en milieu urbain et seulement 36 pour cent en milieu rural). L'espérance de vie à la naissance en 2003 était de 46 ans et la croissance démographique s'élevait à 2.9 pour cent la même année. La scolarisation est très faible, avec moins de 30 pour cent sur la période 1996-2003, et connaît une grande disparité entre milieu urbain où elle s'élève à 68 pour cent (74 pour cent pour les garçons et 61 pour cent pour les filles) et milieu rural où elle n'atteint que 18 pour cent (24 pour cent pour les garçons contre seulement 12 pour cent pour les filles).

ÉCONOMIE, AGRICULTURE ET SÉCURITÉ ALIMENTAIRE

Le Niger est un des pays les plus pauvres du monde avec un PIB par habitant de 217 dollars EU en 2003. Le secteur agricole continue à occuper une place centrale dans l'économie nigérienne. En 2003, il contribuait pour 40 pour cent au PIB et, en 2001, pour 44 pour cent aux recettes d'exportation. Il est, de ce fait, le premier secteur d'activité du pays, occupant 87 pour cent de la population active en 2004. De 1983 à 2000, le bilan de la production céréalière disponible a été déficitaire 14 années sur 17 par rapport aux besoins, à l'exception des années 1988, 1998 et 1999. L'équilibre est notamment recherché à travers les importations (représentant 12 à 14 pour cent des disponibilités alimentaires dont plus de 50 pour cent en provenance des pays voisins:

Nigéria, Mali, Burkina Faso, Ghana et Bénin) et l'aide alimentaire. Les céréales (blé et riz notamment) figurent au premier rang des produits importés, suivies des huiles végétales et des sucres. Les principaux groupes à risque sont les producteurs traditionnels dont les terres sont peu productives, les éleveurs qui ont trop peu de bétail pour en tirer un revenu suffisant, les bergers engagés comme gardiens de petits troupeaux suite à la perte de leur cheptel, les pasteurs en voie de sédentarisation, les femmes chefs d'exploitation agricole qui n'ont pas suffisamment de main-d'oeuvre pour cultiver, les familles avec trop peu de membres actifs, et les individus ayant des besoins alimentaires élevés (femmes enceintes ou allaitant et enfants).

L'activité agricole se concentre essentiellement au sud, dans la zone soudanienne, sur une bande d'environ 200 km de large, la plus arrosée du pays, alors que la zone sahélienne au nord demeure la région de prédilection de l'élevage. Chaque année 70 000 à 80 000 ha de nouvelles terres sont occupés par l'agriculture aux dépens des forêts et de l'élevage du fait de l'accroissement de la population et des terres de culture. La majorité de la production agricole est réalisée par des exploitations familiales de petite taille, tournées presque exclusivement vers l'autosubsistance et dont les techniques demeurent très traditionnelles. La quasi-totalité des terres cultivées est occupée par les cultures pluviales, principalement le mil et le sorgho, le niébé, et secondairement le manioc. La majeure partie de la production, 85 pour cent, est autoconsommée. L'arachide et le coton, qui étaient autrefois des cultures d'exportation importantes, contribuent aujourd'hui marginalement à l'économie. Le caractère aléatoire des pluies dont l'agriculture nigérienne demeure largement tributaire, la persistance de la sécheresse et la pauvreté des sols sont autant de facteurs limitants de la productivité agricole.

RESSOURCES EN EAU ET UTILISATION DE L'EAU

Ressources en eau

Le Niger dépend pour près de 90 pour cent de l'extérieur pour ses ressources en eau. Le fleuve Niger, fleuve international, est le seul cours d'eau permanent du pays. Il traverse le sud-ouest du pays sur une longueur de 550 km, depuis sa frontière avec le Mali jusqu'au Bénin et au Nigéria, en passant par une large plaine découpée par des vallées sèches. Enfin, le Niger se trouve sur deux grands bassins trans-frontaliers: le bassin Irhazer Lullemeden, et le bassin du Tchad.

Les ressources en eau renouvelables sont globalement estimées à 33.65 km^3/an, dont 31.15 km^3 d'eau de surface et 2.5 km^3 d'eau souterraine. Les conditions climatiques arides ou semi-arides qui règnent sur la plus grande partie du pays font que les ressources renouvelables en eau superficielles sont très irrégulières dans le temps et se conservent mal dans l'espace. Seule une partie des ressources renouvelables est réellement exploitable par le Niger pour des raisons technico-économiques, environnementales et géopolitiques. La part régulièrement disponible (90 pour cent du temps) des ressources en eau de surface et souterraine ne représente que 5 km^3/an.

Environ 29 km^3/an d'eau de surface proviennent du fleuve Niger. Il existe des fluctuations dans les volumes écoulés dues aux aléas climatiques («cycles» de sécheresse). Ainsi, le volume moyen du fleuve Niger ayant transité à Niamey de 1929 à 1991 était de 28 km^3/an, soit 32 km^3/an pour la période de 1929 à 1968 et 23 km^3/an pour celle de 1969 à 1991. De plus, sur le parcours se produisent des pertes par évaporation, alors que les pertes par infiltration sont limitées.

À l'extrême est, le lac Tchad se retire de plus en plus et il a disparu à l'intérieur des frontières du Niger depuis 2004, laissant uniquement le Komadougou Yobe, source intermittente d'eau superficielle. Depuis la fin des années 1970, cette étendue d'eau s'est considérablement amoindrie, du fait de l'appauvrissement des apports du Chari et des pluies qui assuraient 98 pour cent de son alimentation.

Le Niger a environ 20 réservoirs de capacité moyenne, permettant le stockage de 0.1 km³, mais certains d'entre eux s'envasent aggravant le risque de pénurie d'eau. Les mesures des transports solides donnent des concentrations variant de 10.5 à 52 g/litre, soit des dégradations spécifiques de 2 100 à 4 200 tonnes/km² par an. C'est ainsi que les barrages de l'Ader Doutchi Maggia ont perdu de 13 à 80 pour cent de leur capacité en moins de 15 ans.

Le volume des ressources en eau souterraine renouvelables est estimé entre 2.5 et 4.4 km³/an. Les principaux aquifères sont:

- les aquifères alluviaux, en particulier celui du *goulbi* de Maradi, ceux des vallées de l'Aïr et du *kori* Teloua, des *koris* de la zone de l'Ader-Doutchi-Maggia, des *dallols* Bosso, Maouri et Foga, de la vallée de la Komadougou et des *koramas;*
- les aquifères discontinus du socle, notamment ceux du Liptako et du Damagaram-Mounio;
- les aquifères du continental terminal et du continental hamadien;
- la nappe du pliocène du bassin du lac Tchad;
- la nappe phréatique du Manga dans le bassin du lac Tchad;
- l'aquifère des grès d'Agadez.

Il faut ajouter l'énorme réserve d'environ 2 000 km³ d'eau souterraine non renouvelable dont une petite partie est mise en valeur pour soutenir les activités minières du nord du pays.

Le Niger a d'importantes zones humides, mais seuls 220 000 ha sont protégés et enregistrés par la convention RAMSAR comme zone humide d'importance internationale (Parc du W au bord du fleuve Niger). Le manque de pluies de ces 20 dernières années a conduit à la destruction de la végétation naturelle et à la réduction de la productivité agricole.

Utilisation de l'eau

En 1988, 8 pour cent de l'eau potable provenaient de sources d'eau superficielle et 92 pour cent d'eau souterraine. Le principal usage de l'eau est l'agriculture avec 2 080 millions de m³ en 2000, ou 95 pour cent du total (tableau 2 et figure 1) La consommation domestique et industrielle s'élevait respectivement à 94 et 12 millions de m³.

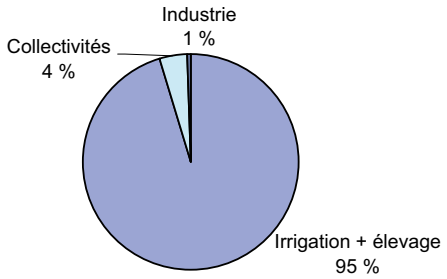
TABLEAU 2
L'eau: ressources et prélèvement

Les ressources en eau renouvelables			
Précipitations moyennes		151	mm/an
		191	10^9 m³/an
Ressources en eau renouvelables internes		3.5	10^9 m³/an
Ressources en eau renouvelables réelles totales		33.65	10^9 m³/an
Indice de dépendance		89.6	%
Ressources en eau renouvelables réelles totales par habitant	2004	2 710	m³/an
Capacité totale des barrages	1990	100	10^6 m³
Prélèvements en eau			
Prélèvement total en eau	2000	2 186	10^6 m³/an
- irrigation + élevage	2000	2 080	10^6 m³/an
- collectivités	2000	94	10^6 m³/an
- industrie	2000	12	10^6 m³/an
• par habitant	2000	204	m³/an
• en % des ressources en eau renouvelables réelles totales	2000	6.5	%
Ressources en eau non conventionnelles			
Volume d'eaux usées produit		-	10^6 m³/an
Volume d'eaux usées traité		-	10^6 m³/an
Réutilisation des eaux usées traitées		-	10^6 m³/an
L'eau dessalée produite		-	10^6 m³/an
Réutilisation des eaux de drainage		-	10^6 m³/an

Eaux internationales: enjeux

La majeure partie des ressources en eau fluviales et souterraines utilisables pour l'irrigation sont des ressources partagées. Des accords internationaux ont été conclus afin de permettre la mise en place de structures destinées à faciliter la gestion rationnelle de ces ressources:

FIGURE 1
Prélèvements en eau
Total: 2.186 km³ en 2000



- Créée le 21 novembre 1980 par la convention de Faranah, l'Autorité du bassin du Niger (ABN) est une organisation régionale regroupant neuf États riverains du fleuve Niger. Ses principales attributions sont: i) l'harmonisation et la coordination des politiques nationales de mise en valeur des ressources en eau; ii) la participation à la planification du développement par l'élaboration et la mise en œuvre d'un plan de développement intégré du bassin; et iii) la promotion et la participation à la conception et à l'exploitation des ouvrages et des projets d'intérêt commun.
- Le protocole d'accord bilatéral du 12 juillet 1988 avec le Mali, relatif à la coopération dans l'utilisation des ressources en eau du fleuve Niger.
- Le 18 juillet 1990, le Niger et le Nigéria ont signé un accord de coopération afin d'organiser la gestion de leurs quatre principaux bassins fluviaux communs (Maggia/Lamido, Gada/Goulbi de Maradi, Tagwaï/El Fadama et la section inférieure du bassin fluvial de la Komadougou Yobé). Cet accord, dit de Maïduguri, est relatif au «partage équitable de la mise en valeur, de la conservation et de l'utilisation des ressources en eaux communes». Les résultats de cette coopération sont à ce jour très minces. Un travail important reste à faire en vue d'une relance effective de la coopération entre les États concernés par les ressources en eau partagées.
- Enfin, le pays reste membre de la Commission du bassin du lac Tchad (CBLT) créée en 1964, malgré la disparition du lac lui-même du territoire, car son bassin versant occupe 28 pour cent du pays.

DÉVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION ET DU DRAINAGE

Évolution du développement de l'irrigation

Le potentiel en terres irrigables est d'environ 270 000 ha, 140 000 ha étant concentrés dans la vallée du fleuve Niger.

La maîtrise de l'eau a été introduite au Niger à partir de 1966, en riziculture dans la zone de Niamey et en polyculture à partir des retenues collinaires dans la région de Tahoua. Trois facteurs ont contribué au développement rapide de l'irrigation: i) la sécheresse qui a sévi à partir du début des années 1970 et qui a fait prendre conscience des lourds aléas qui pèsent sur les productions pluviales; ii) les rendements élevés obtenus rapidement en riziculture irriguée et en cultures maraîchères; iii) l'engagement de l'État, des organisations paysannes et de plusieurs bailleurs de fonds.

Les superficies avec contrôle de l'eau se chiffrent à 85 348 ha, tandis que la superficie en collecte des eaux de ruissellement (conservation des eaux et des sols, défense et restauration des sols: CES/DRS) est estimée à 300 000 ha (tableaux 3 et 4). Pour les superficies avec contrôle de l'eau on distingue (figure 2):

- 13 663 ha d'aménagements hydro-agricoles (AHA) en maîtrise totale, encadrés par l'Office national des aménagements hydro-agricoles (ONAHA), dont 12 615 ha sont exploités. Leurs principales productions sont le riz, le coton et le blé.

TABLEAU 3
Irrigation et drainage

Potentiel d'irrigation		**270 000**	ha
Contrôle de l'eau			
1. Irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée	2005	13 663	ha
- irrigation de surface		-	ha
- irrigation par aspersion		-	ha
- irrigation localisée		-	ha
• partie irriguée à partir des eaux souterraines		-	%
• partie irriguée à partir des eaux de surface		-	%
2. Zones basses équipées (marais, bas-fonds, plaines, mangroves)	2005	60 000	ha
3. Irrigation par épandage de crues		-	ha
Superficie totale équipée pour l'irrigation (1+2+3)	**2005**	**73 663**	**ha**
• en % de la superficie cultivée	2005	1.6	%
• augmentation moyenne par an sur les 16 dernières années	1989-2005	0.6	%
• superficie irriguée par pompage en % de la superficie équipée		-	%
• partie de la superficie équipée réellement irriguée	2005	89	%
4. Marais et bas-fonds cultivés non équipés		-	ha
5. Superficie en cultures de décrue non équipée	2005	12 000	ha
Superficie totale avec contrôle de l'eau (1+2+3+4+5)	**2005**	**85 663**	**ha**
• en % de la superficie cultivée	2000	1.9	%
Périmètres en maîtrise totale/partielle **Critère**			
Périmètres d'irrigation de petite taille < ha		0	ha
Périmètres d'irrigation de taille moyenne > ha et < ha		0	ha
Périmètres d'irrigation de grande taille > 25 ha	2005	13 663	ha
Nombre total de ménages en irrigation		-	
Cultures irriguées dans les périmètres en maîtrise totale/partielle			
Production totale de céréales irriguées		-	tonnes
• en % de la production totale de céréales		-	%
Superficie totale en cultures irriguées récoltées		-	ha
• Cultures annuelles/temporaires: superficie totale		-	ha
- maraîchage	1997	22 500	ha
- céréales (principalement riz, un peu de blé et autres)	1997	21 500	ha
- tubercules (manioc, patate douce, pomme de terre)	1997	6 800	ha
- cultures industrielles (coton, etc.)	1997	5 200	ha
• Cultures permanentes: superficie totale		-	ha
Intensité culturale des cultures irriguées		-	%
Drainage - Environnement:			
Superficie totale drainée		-	ha
- partie de la superficie équipée pour l'irrigation drainée		-	ha
- autres surfaces drainées (non irriguées)		-	ha
• superficie drainée en % de la superficie cultivée		-	%
Superficie protégée contre les inondations		-	ha
Superficie salinisée par l'irrigation	2000	350	ha
Population touchée par les maladies hydriques liées à l'eau		-	habitants

- 60 000 ha de périmètres de contre-saison (PCS) en maîtrise partielle, dont 53 000 ha en exploitation. Suite à la sécheresse de 1984, qui a entraîné un important déficit alimentaire, une campagne nationale a été lancée pour le développement des cultures de contre-saison. Celles-ci ont ainsi connu un grand essor et sont pratiquées sur plus de 1 000 sites. En général, les parcelles n'excèdent pas un hectare. On compte deux types de PCS: les sites traditionnels antérieurs à 1984 exploités par leurs propriétaires qui ont bénéficié de l'appui de l'État (fonçage de puits et clôture), et les sites spécialement aménagés par ce dernier à partir de 1984 pour sécuriser les populations résidentes ou annuellement déplacées par la sécheresse; sur ce dernier type, et contrairement au premier, l'exploitation en contre-saison n'est réalisée que lorsque les résultats de la campagne d'hivernage sont mauvaise. Leur mise en valeur avait atteint plus de 55 000 ha entre 1985 et 1990.

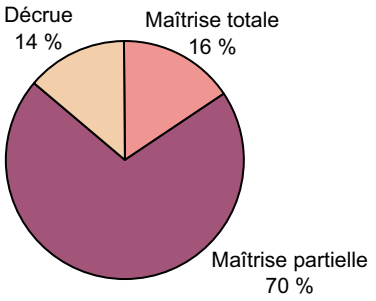
TABLEAU 4
Superficies aménagées et mises en valeur par catégorie d'aménagement

Catégorie d'aménagement	Superficie aménagée (ha)	Superficie exploitée (ha)	Taux moyen d'exploitation (%)	Intensité culturale
AHA (ONAHA)	13 663	12 620		
Fleuve Niger	8 891	8 000	90	2
ADM	3 592	3 440	96	1.3
Maradi	570	570	100	2
Komadougou	295	295	100	1.5
Agharous (Agdez)	100	100	100	
N'Dounga 1 et 2 (Diffa)	175	175	100	
N'Gorkorondi (Diffa)	40	40	100	
Périmètres de contre-saison	60 000	53 000	88	1[1]
Submersion non contrôlée	12 000	10 000	83	0.8
Irrigation privée	quelques milliers d'ha[2]	quelques milliers d'ha	#100	2
Total irrigation[3]	**85 663**	**75 620**	**88**	**-**
Collecte des eaux de ruissellement (CER)	300 000	300 000	100	1

[1] On estime ce taux à 200% sur 20 000 ha et à 50% seulement sur les 33 000 ha restants.
[2] En cours d'estimation
[3] Hors irrigation privée

- Les irrigations privées qui se pratiquent sur quelques milliers d'hectares (les superficies exactes étant en cours d'estimation). Il s'agit d'aménagements de petite taille (moins d'un hectare à quelques hectares pour les périmètres les plus importants), à maîtrise partielle ou totale, utilisant aussi bien les eaux de surface que les nappes phréatiques.
- La submersion qui concerne 12 000 ha au maximum (10 000 ha sont mis en culture en crue moyenne).

FIGURE 2
Répartition des superficies en contrôle de l'eau
Total: 85 663 ha en 2005



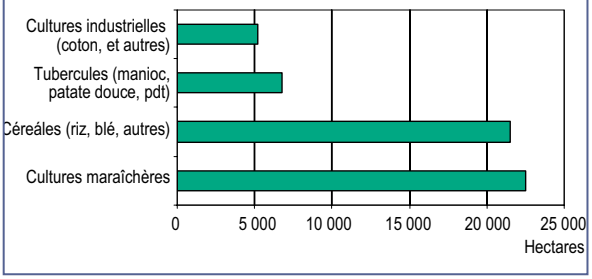
Les superficies aménagées en CES/DRS, qui ne sont estimées que de façon très approximative, seraient de 300 000 ha environ, et sont cultivées en pluvial avec une efficience hydrique meilleure et des résultats agronomiques supérieurs de 50 pour cent à ceux notés au niveau des terres non aménagées. Ces aménagements se sont généralisés au cours des deux dernières décennies, plus particulièrement dans les départements de Tahoua et de Tillabéry.

Si aucune ambiguïté n'est à relever au niveau des aménagements encadrés par l'ONAHA et des sites de collecte des eaux de ruissellement, la distinction entre «irrigation privée» et «cultures de contre-saison» peut paraître moins évidente dans certains cas. De plus, il semble que certains des PCS ont quasiment disparu ou ont été morcelés en parcelles individuelles, chaque exploitant adoptant son système d'irrigation propre, évoluant ainsi vers un type d'irrigation privée. La distinction entre les deux sous-types est donc aujourd'hui moins aisée (tableau 4).

L'utilisation de motopompes devient de plus en plus courante dans les vallées du Niger et de la Komadougou. Les cultivateurs qui en sont équipés ont nettement développé les cultures de contre-saison (0.5 à 0.8 ha): blé, cultures maraîchères, canne à sucre et vergers.

Il faut aussi noter l'émergence d'exploitations irriguées agroindustrielles, parmi lesquelles on distingue deux sous-types très différents: a) les petites parcelles aménagées par un investisseur non agricole dans son village d'origine, qui ne dépassent pas quelques

FIGURE 3
Principales cultures irriguées en 1997



hectares et gardent une gestion de dimension familiale, et b) les grandes exploitations de plusieurs dizaines, voire centaines, d'hectares aménagés par de gros investisseurs nigériens ou même étrangers (cas d'entrepreneurs libyens), cultivées en arachide, niébé, sésame.

Rôle de l'irrigation dans la production agricole, l'économie et la société

Les coûts d'aménagement des AHA à l'hectare sont élevés, de 8 700 à 14 000 dollars EU, selon la taille et les caractéristiques spécifiques des sites et des systèmes de mobilisation de l'eau. Dans les PCS, ils varient considérablement selon les systèmes (mobilisation de l'eau et systèmes d'exhaure et de distribution), et se situent dans une fourchette de 1 300 à 3 000 dollars EU. Par comparaison, les coûts unitaires d'aménagement de l'irrigation privée sont relativement faibles, de 700 à 2 000 dollars EU selon les systèmes, et mis en évidence par les projets en cours et l'orientation (majoritaire) vers des cultures maraîchères et fruitières, ce qui rend les investissements beaucoup plus rentables. Enfin, l'aménagement en collecte des eaux de ruissellement coûte de 30 à 400 dollars EU/ha en fonction des techniques (parfois combinées).

Les cultures irriguées présentent une très grande variété de types (une trentaine environ) et se classent, pour les plus importantes, en cultures maraîchères (oignon, chou, laitue, poivron, tomate, courgette, aubergine, carotte et ail), céréales (riz, blé), tubercules (manioc, patate douce et pomme de terre), fruits (melon), légumineuses (niébé, dolique) et cultures diverses (canne de bouche, tabac et coton) (tableau 3 et figure 3). Pour les deux saisons de 1997, les superficies cultivées sur l'ensemble des périmètres encadrés par l'ONAHA se répartissaient comme suit: 14 208 ha de riz, 790 ha de blé, 2 215 ha d'autres céréales, 1 644 ha de coton, 419 ha de cultures maraîchères.

Ainsi, bien que le sous-secteur de l'irrigation ne représente qu'une part infime des superficies cultivées, il joue une part importante (30 pour cent) et largement prépondérante (90 pour cent) dans la valeur monétaire et les recettes d'exportation de l'ensemble des productions végétales. La contribution de l'agriculture irriguée (essentiellement riz et cultures de contre-saison) est estimée à environ 14 pour cent de la valeur totale du PIB agricole. Les recettes d'exportation des productions irriguées (surtout oignon) sont actuellement d'environ 13 millions de dollars EU.

Les rendements moyens en paddy sur les périmètres de l'ONAHA étaient évalués à environ 4.7 tonnes/ha avec un taux d'intensité culturale proche de deux. À l'heure actuelle, du fait de la conjonction de nombreux facteurs, le niveau moyen des rendements rizicoles est retombé à 4 tonnes/ha par cycle, tout comme ont baissé les intensités culturales.

GESTION DE L'EAU, POLITIQUES ET DISPOSITIONS LÉGISLATIVES RÉGISSANT L'UTILISATION D'EAU EN AGRICULTURE

Institutions

Les Directions les plus actives en matière de gestion de l'eau et des terres sont:

- Le Ministère de l'hydraulique, de l'environnement et de la lutte contre la désertification (MHE/LCD): la Direction des ressources en eau (DRE), et la Direction des infrastructures hydrauliques (DIH) chargée de l'alimentation en eau potable sur l'ensemble du territoire en dehors des centres urbains; la Direction de l'environnement (DE), la Direction des études et de la programmation (DEP) et le Bureau d'évaluation environnementale et des études d'impact (BEEEI). Le MHE/LCD assure la tutelle de la mise en

oeuvre du Programme hydraulique national (PHN), en collaboration avec les autres ministères concernés. Le Ministère a aussi pour mission, entre autres, la conception, l'élaboration et la mise en œuvre des politiques adoptées par le gouvernement en matière de préservation et de développement des ressources forestières, halieutiques et fauniques, de lutte contre la désertification, de prévention et de contrôle de la pollution et des nuisances, ainsi que de gestion de l'environnement.

- Le Ministère du développement agricole (MDA): l'Institut national de recherches agronomiques du Niger (INRAN); l'Office national des aménagements hydro-agricoles (ONAHA) qui a récemment recentré ses activités sur la mise en valeur des périmètres.
- Le Ministère des ressources animales (MRA).
- Le Haut Commissariat à l'aménagement de la vallée du Niger, sous la tutelle du Cabinet du Premier Ministre.
- Le Conseil national de l'environnement pour un développement durable (CNEDD), sous la tutelle du Cabinet du Premier Ministre, est un organe qui a pour mission d'élaborer, de faire mettre en oeuvre, de suivre et d'évaluer l'exécution du Plan national de l'environnement pour un développement durable (PNEDD). Il est surtout chargé de veiller à la prise en compte de la dimension environnementale dans les politiques et programmes de développement socioéconomique du Niger.

L'approvisionnement en eau des centres urbains relève de la Société du patrimoine des eaux du Niger (SPEN), société d'État dotée de la personnalité juridique et de l'autonomie financière dont le processus de privatisation est engagé, et de la Société d'exploitation des eaux du Niger (SEEN), société privée chargée de l'exploitation. La SEEN dessert 51 centres urbains (PSE). Enfin, existe l'Association nigérienne de développement de l'irrigation privée (ANPIP) dont le but est de promouvoir le développement durable de l'irrigation à petite échelle et l'émergence d'entreprises agricoles viables, d'entreprises de services d'accompagnement efficaces et de groupements autonomes et organisés d'irrigants.

Gestion de l'eau

En 1982, il a été décidé de confier la gestion des aménagements aux coopératives regroupant tous les exploitants d'un même périmètre. Les coopératives ont été étroitement associées à la prise de cette décision. Le mécanisme a fonctionné de façon satisfaisante tant que les coopératives bénéficiaient de l'appui et du contrôle rapprochés de l'ONAHA, des projets et des autorités. À partir de 1990, avec la dégradation de la situation des finances publiques et le nouveau paysage de pluralisme politique, ces conditions n'étaient plus réunies et la pérennité de l'exploitation des aménagements a commencé à se détériorer, en même temps que se ralentissait le rythme d'aménagement de nouveaux périmètres. En 1992 a été adopté un document intitulé «principes directeurs d'une politique de développement pour le Niger», qui instaurait la mise en place d'un système de gestion et de maintenance des ouvrages hydrauliques et des moyens d'exhaure par les communautés bénéficiaires, en vue d'une utilisation rationnelle et économique des ressources en eau.

À partir de 1993, des réformes profondes du secteur de l'eau et de l'assainissement ont été engagées. Elles prévoyaient:

- l'élaboration et l'adoption du schéma directeur de mise en valeur et de gestion des ressources en eau en 1993;
- l'actualisation de ce schéma directeur en 2000;
- l'élaboration et l'adoption de la politique et des stratégies du secteur de l'eau et de l'assainissement en 2001, assorties d'un Programme hydraulique national.

Financement

Les investissements requis par les AHA ont été importants jusqu'en 1992 et ont dépassé dans tous les cas les capacités propres de financement des communautés bénéficiaires. Les coûts des réalisations ont donc été supportés pour l'essentiel par les pouvoirs publics qui ont eu recours à la coopération bilatérale et multilatérale pour mobiliser les fonds nécessaires à l'exécution des aménagements projetés. Les bénéficiaires de l'AHA (coopératives attributaires) n'ont pas participé au financement de l'investissement, mais devraient l'exploiter en supportant la totalité des coûts d'exploitation (y compris celui de l'entretien des ouvrages et des équipements, ainsi que le renouvellement de ces derniers). Les populations bénéficiaires des PCS, encadrés par les services agricoles d'arrondissement, ont contribué en force de travail à la réalisation des périmètres, qui représentaient de 10 à 30 pour cent du coût total. L'irrigation privée, longtemps ignorée par les dispositifs étatiques classiques appui-conseil (recherche, vulgarisation agricole et hydraulique), est financée de bout en bout par des privés (généralement individuels). Les travaux de collecte des eaux de ruissellement sont réalisés avec une forte intervention de la population qui participe matériellement à leur exécution (53 à plus de 90 pour cent de contribution).

Politiques et dispositions législatives

Traditionnellement, le contrôle et la gestion des terres relèvent du chef de village et, au niveau supérieur, du chef de province, du canton ou du groupement nomade qui sont dépositaires d'un pouvoir politique et judiciaire sur les terres. Avec l'avènement du Code rural (ordonnance n° 93-015 du 2 mars 1993), les principes fondamentaux fixant le cadre juridique des activités agricoles, sylvicoles et pastorales ont été clairement définis. L'article 5 de l'ordonnance énonce que «les droits qui s'exercent sur les ressources naturelles bénéficient d'une égale protection, qu'ils résultent de la coutume ou du droit écrit». Ce choix de l'équivalence des sources, rare en Afrique, vise à ce que la législation moderne prenne en compte la réalité et assure au mieux la sécurité des détenteurs de droits coutumiers. Ce choix réaliste prend acte du fait que l'ensemble du monde rural est massivement régulé par la coutume et qu'il continuera à l'être encore pendant longtemps. Deux problèmes fonciers majeurs restent toutefois en suspens: celui du statut foncier des périmètres aménagés avant l'adoption du Code rural et celui des périmètres irrigués situés en bordure de fleuve.

Concernant la ressource en eau, les principaux textes sont:

- l'ordonnance n° 93-014 du 2 mars 1993 portant régime de l'eau modifiée par la loi n° 98-041 du 7 décembre 1998 qui a pour objet de définir et de déterminer le régime des eaux et les conditions d'utilisation et de protection de cette ressource;
- le décret n° 97-368/PRN/MH/E, adopté le 2 octobre 1997, qui détermine les modalités d'application de l'ordonnance n° 93-014, et en particulier le cadre de gestion de l'eau, le domaine public en matière de cours d'eau souterrains, la gestion, l'entretien et le bon fonctionnement d'un point d'eau public, les prélèvements des eaux (souterraines et superficielles), la protection qualitative des eaux, les sources de pollution et les moyens de lutte, et les responsabilités de la gestion des travaux d'aménagement des eaux;
- l'ordonnance n° 93-13 du 2 mars 1993 instituant un code d'hygiène publique qui concerne l'eau, ses nuisances ou sa protection;
- l'ordonnance n° 93-15 du 2 mars 1993 relative aux principes d'orientation du code rural. Dans le cadre de l'ordonnance sont constituées à titre expérimental des commissions foncières au niveau de quelques arrondissements. Ces commissions ont pour objectif de favoriser un accès équitable des opérateurs ruraux aux ressources naturelles, le règlement durable des conflits et la

sécurisation des investissements agricoles et pastoraux pour une gestion patrimoniale des ressources;
- l'ordonnance n° 93-16 du 2 mars 1993 portant loi minière, qui souligne dans son article premier que les eaux souterraines relèvent «sauf stipulation expresse de la présente ordonnance, d'un régime particulier défini dans d'autres lois»;
- la loi n° 98-56 du 29 décembre 1998 portant loi-cadre sur la gestion de l'environnement;
- l'ordonnance n° 97-00l du 10 janvier 1997 portant institutionnalisation des études d'impacts sur l'environnement;
- l'arrêté n° 12 du 12 février 1999 relatif à la maintenance des ouvrages publics ruraux.

ENVIRONNEMENT ET SANTÉ

On estime à 350 ha la superficie de terres abandonnées à cause de leur trop haut niveau de salinité. Par ailleurs, entre 400 ha et 600 ha seraient affectés par la salinité. Les grands périmètres sont les plus durement touchés. La préparation du sol souvent très limitée, le nivellement inadéquat des parcelles et un mauvais drainage sont aussi mis en cause.

La prolifération sur le fleuve Niger de la jacinthe d'eau, indicateur par excellence du processus d'eutrophisation des plans d'eau, témoigne de l'état actuel de dégradation de la qualité des eaux.

Sur les aménagements hydro-agricoles, l'augmentation des maladies d'origine hydrique chez les êtres humains a atteint des proportions alarmantes. Bilharziose, diarrhée, paludisme, etc. font partie du quotidien des familles vivant à proximité des périmètres. Le cas de la bilharziose urinaire à *S. haematabium* est largement répandu au Niger. Son taux de prévalence y est de l'ordre de 75.5 pour cent.

PERSPECTIVES POUR LA GESTION DE L'EAU EN AGRICULTURE

Pour atteindre ses objectifs, le gouvernement envisage d'exploiter le potentiel en terres irrigables en encourageant le secteur privé et les associations paysannes à développer la petite irrigation sur les terrasses du fleuve Niger et dans les vallées sèches, où la nappe phréatique est proche et peut être exploitée grâce à des forages manuels. Il vise à l'augmentation des superficies à 97 000 ha en 2010 avec la priorité de promouvoir le développement de la petite irrigation (3 000 ha/an) en finançant des lignes de crédit d'investissement pour l'acquisition par les agriculteurs d'équipements de petite irrigation peu coûteux et faciles à installer. En 1996 a démarré un projet-pilote de promotion de l'irrigation privée afin de créer les bases institutionnelles, techniques et agronomiques d'un développement soutenu des irrigations initiées et animées par le secteur privé, en complément des efforts déjà déployés par les pouvoirs publics au niveau des aménagements hydro-agricoles par l'entremise de l'ONAH. L'adoption de la «Stratégie nationale de développement de l'irrigation et de la collecte des eaux de ruissellement» réserve, de plus, une large place au développement de l'irrigation privée.

Le PHN «Eau et développement durable» issu du «Schéma directeur de mise en valeur des ressources en eau» se propose, tout en assurant les fonctions sociales de l'eau, de faire de celle-ci un véritable facteur de développement conciliant à la fois les préoccupations socioéconomiques et les exigences de protection des ressources naturelles. Pour renforcer le cadre institutionnel, sept Unités de gestion de l'eau (UGE) seront créées comme cadre de planification, de mise en œuvre et d'exploitation des ressources en eau pour répondre aux demandes des commissions d'aménagement du territoire. Une Commission nationale de l'eau (CNE) devrait prendre le relais du Comité technique permanent de coordination des activités de planification, de mise en valeur et de gestion des ressources en eau. Son mandat sera, entre autres, de veiller à

la mise à jour permanente de la politique de l'eau, de conseiller le gouvernement dans le choix d'options stratégiques, d'émettre des avis sur les aspects essentiels permettant d'arbitrer les litiges en matière de gestion des eaux (internes et partagées), etc. La CNE serait représentée par les conseils régionaux de l'eau qui ont pour cadre d'intervention les UGE.

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

ARID. 2003. *Compte-rendu de l'atelier de lancement du projet APPIA au Niger, 9 octobre 2003.*

Banque mondiale. 2000. *Niger – Towards water resources management.*

CNEDD, OSS, Ce.S.I.A. 2000. *Exploitation et état des ressources naturelles au Niger.*

FAO. 1991. *Projet de promotion de la petite irrigation privée*. Mission de préparation. Centre d'investissement/Banque mondiale, programme de coopération rapport N° 42/91 CP-NER 23.

FAO. 1993. *Schéma directeur de mise en valeur et de gestion des ressources en eau.* Rapport du projet NER/92/007.

FAO. 1996. *Niger – Suivi du Sommet mondial de l'alimentation. Projet de stratégie pour le développement agricole national. Horizon 2010.*

FAO. 1998*. Aperçu nutritionnel par pays – Niger.*

FAO. 2001a. *Niger – Stratégie nationale de développement de l'irrigation et de collecte des eaux de ruissellement*.

FAO. 2001b. *Étude prospective du secteur forestier – Niger (FOSA).*

FAO. 2003. *Niger – Éléments de stratégie pour la sécurité alimentaire et le développement agricole – Horizon 2015*.

République du Niger, PNUD, CNEDD. 1998. *Plan national de l'environnement pour un développement durable*. Disponible sur: http://bch-cbd.naturalsciences.be/niger/ner-fra/implementation/documents/pnedd/tablematiere.htm

République du Niger, ANPIP. 2001. *Projet de promotion de l'irrigation privée (PIP2) – volet évaluation environnementale de la seconde phase (projet de catégorie environnementale B).* Rapport de mission.

Pigeon J.L. 2000. *République du Niger – Étude d'impact du projet sectoriel «eau».*

PNUD. 2003. *Bilan environnemental - Niger.* Disponible: http://www.pnud.ne/pnudfr/bcp/tab_env.pdf

SOGREAH/BRGM. 1981. *Étude du plan de développement de l'utilisation des ressources en eau du Niger.*

Nigeria

GEOGRAPHY, CLIMATE AND POPULATION

Nigeria is located in the tropical zone of West Africa between latitudes 4°N and 14°N and longitudes 2°2'E and 14°30'E and has a total area of 923 770 km². The country's north-south extent is about 1 050 km and its maximum east-west extent is about 1 150 km. Nigeria is bordered to the west by Benin, to the northwest and north by Niger, to the northeast by Chad and to the east by Cameroon, while the Atlantic Ocean forms the southern limits of Nigerian territory. Land cover ranges from thick mangrove forests and dense rain forests in the south to a near-desert condition in the northeastern corner of the country.

Three broad ecological zones are commonly distinguished in the country: i) The northern Sudan Savannah; ii) The Guinea Savannah zone or Middle Belt; and iii) The southern rainforest zone. Based on rainfall and temperature the county is divided into eight agro-ecological zones. In Table 1 these zones are presented in a north-south succession, except the mountainous zone which is found at the border with Cameroon and the plateau zone in the center of the country.

The climate is semi-arid in the north and humid in the south. Except for an ultra-humid strip along the coast with rainfall averages of over 2 000 mm/year, where it rains almost all year round, rainfall patterns are marked by distinct wet and dry seasons. Rainfall is concentrated in the period June-September. Deficiency in total annual precipitation is a problem in parts of the country, particularly in the northern parts. In most other areas, however, the major problems are the distribution in time and space and the low dependability of rainfall. Mean annual rainfall over the whole country is estimated at 1 150 mm. It is about 1 000 mm in the center of the country and 500 mm in the northeast. Mean annual pan evaporation is 2 450 mm in the southeast, 2 620 mm in the center and 5 220 mm in the north of the country.

TABLE 1
Agro-ecological zones in Nigeria

Zone description	Percentage of country area	Annual rainfall	Monthly temperature		
			Minimum	Normal	Maximum
	(%)	(mm)	(°C)	(°C)	(°C)
Semi-arid	4	400 - 600	13	32 - 33	40
Dry sub-humid	27	600 - 1 000	12	21 - 31	49
Sub-humid	26	1 000 - 1 300	14	23 - 30	37
Humid	21	1 100 - 1 400	18	26 - 30	37
Very humid	14	1 120 - 2 000	21	24 - 28	37
Ultra humid (flood)	2	> 2 000	23	25 - 28	33
Mountainous	4	1 400 - 2 000	5	14 - 29	32
Plateau	2	1 400 - 1 500	14	20 - 24	36

TABLE 2
Basic statistics and population

Physical areas			
Area of the country	2002	92 377 000	ha
Cultivated area (arable land and area under permanent crops)	2002	33 000 000	ha
• as % of the total area of the country	2002	36	%
• arable land (annual crops + temp. fallow + temp. meadows)	2002	30 200 000	ha
• area under permanent crops	2002	2 800 000	ha
Population			
Total population	2004	127 117 000	inhabitants
• of which rural	2004	52	%
Population density	2004	138	inhabitants/km^2
Economically active population	2004	50 940 000	inhabitants
• as % of total population	2004	40	%
• female	2004	36	%
• male	2004	64	%
Population economically active in agriculture	2004	15 159 000	inhabitants
• as % of total economically active population	2004	30	%
• female	2004	38	%
• male	2004	62	%
Economy and development			
Gross Domestic Product (GDP) (current US$)	2003	50 200	million US$/yr
• value added in agriculture (% of GDP)	2002	37.4	%
• GDP per capita	2003	405	US$/yr
Human Development Index (highest = 1)	2002	0.466	
Access to improved drinking water sources			
Total population	2002	60	%
Urban population	2002	72	%
Rural population	2002	49	%

Total cultivable area is estimated at 61 million ha, which is 66 percent of the total area of the country. In 2002, the cultivated area was 33 million ha, of which arable land covered 30.2 million ha and permanent crops 2.8 million ha (Table 2). About two-thirds of the cropped area is in the north, with the rest about equally distributed between the Middle Belt and the south.

Nigeria is by far the most populous country in Africa, with its 127 million people accounting for about one-seventh of the total population of Africa's 53 countries (2004). Population density is 138 inhabitants/km^2, annual growth rate is 2.2 percent and 52 percent of the population is rural. In 2002, 60 percent of the total population was using improved drinking water sources, with 72 percent in urban areas and 49 percent in rural areas (Table 2).

Poverty worsened during the 1980s and 1990s, with more than 35 percent of the population living below the US$1/day poverty level in 2001. Real income and consumption per capita are as low as at independence 40 years ago. Poverty is particularly widespread in rural areas, where 40 percent of the population lives below the poverty line. More than 5 percent of the rural population is affected by HIV/AIDS and more than 50 million Nigerians suffer from a combination of diseases of protein-energy malnutrition. The social and economic consequences of this pandemic and malnutrition are felt widely, not only in the health subsector, but also in education, agriculture, services and human resources.

ECONOMY, AGRICULTURE AND FOOD SECURITY

Nigeria's economy is highly dependent on oil revenues, which account for about 90 percent of total exports and for about 70 percent of government revenues. The country's GDP in 2003 was estimated at US$50.2 billion, and in 2002 the contribution from agriculture was 37.4 percent, with about 90 percent of the agricultural output

coming from the smallholder sector. Agriculture provides occupation for 30 percent of the economically active population. 38 percent of agricultural workers are female.

Nigeria is listed by FAO among those nations that are at the moment technically unable to meet their food needs from rainfed production at a low level of inputs and appear likely to remain so even at intermediate levels of inputs at some points time between 2000 and 2025. Farming systems are mainly smallholder-based and agricultural landholdings are scattered. Simple, low-input technology is employed, resulting in low-output labour productivity. Typical farm sizes range from 0.5 ha in the densely populated high-rainfall south to 4 ha in the dry north.

Nigeria's wide range of agro-ecological zones allows for a diversity of crop production activities:

- The dry northern savannah is suitable for sorghum, millet, maize, groundnuts and cotton; sorghum and millet are the most important crops;
- In the Middle Belt and south the main food crops are cassava, yam, plantain, maize and sorghum;
- In the south, the main cash crops are oil palm, cocoa and rubber;
- Low-lying and seasonally flooded areas are increasingly producing rice.

WATER RESOURCES AND USE

Water resources

The country is well drained with a close network of rivers and streams. Some of these, particularly the smaller ones in the north, are seasonal. There are four principal surface water basins in Nigeria:

- The Niger Basin has an area of 584 193 km^2 within the country, which is 63 percent of the total area of the country, and covers a large area in central and northwestern Nigeria. The most important rivers in the basin are the Niger and its tributaries Benue, Sokoto and Kaduna;
- The Lake Chad Basin in the northeast with an area of 179 282 km^2, or 20 percent of the total area of the country, is the only internal drainage basin in Nigeria. Important rivers are the Komadougou Yobe and its tributaries Hadejia, Jama'are and Komadougou Gena;
- The southwestern littoral basins have an area of 101 802 km^2, which is 11 percent of the total area of the country. The rivers originate in the hilly areas to the south and west of the Niger River;
- The southeastern littoral basins, with the major watercourses being the Cross and Imo Rivers, have an area of 58 493 km^2, which is 6 percent of the total area of the country, and receive much of their runoff from the plateau and mountain areas along the Cameroon border.

Nigeria has extensive groundwater resources, located in eight recognized hydrogeological areas together with local groundwater in shallow alluvial (fadama) aquifers adjacent to major rivers:

- The Sokoto Basin Zone comprises sedimentary rocks in northwest Nigeria. Yields range from below 1.0 to 5.0 l/s.
- The Chad Basin Zone comprises sedimentary rocks. There are three distinct aquifer zones: Upper, Middle, Lower. Borehole yields are about 1.2 to 1.6 l/s from the Upper unconfined aquifer and 1.5 to 2.1 l/s from the Middle aquifer.
- The Middle Niger Basin Zone comprises sandstone aquifers yielding between 0.7 and 5.0 l/s and the Alluvium in the Niger Valley yielding between 7.5 and 37.0 l/s.
- The Benue Basin Zone is the least exploited basin in Nigeria extending from the Cameroon border to the Niger-Benue confluence. The sandstone aquifers in the area yield between 1.0 and 8.0 l/s.

- The Southwestern Zone comprises sedimentary rocks bounded in the south by the coastal Alluvium and in the north by the Basement Complex.
- The South-Central Zone is made up of Cretaceous and Tertiary sediments centred on the Niger Delta. Yields are from 3.0 to 7.0 l/s.
- The Southeastern Zone comprises Cretaceous sediments in the Anambra and Cross River basins. Borehole numbers are low due to abundant surface water resources.
- The Basement Complex comprises over 60 percent of the country's area. It consists of low permeability rocks and groundwater occurs in the weathered mantle and fracture zones with yields of between 1.0 and 2.0 l/s.

Lake Chad is an important wetland lying in the semi-arid Sahel corridor. With a mean depth of 3.9 m, its surface area is highly variable, ranging from a minimum of 2 000 km² in 1907 to a maximum of 22 000 km² in 1961.

Low-lying areas flooded during the wet season, known as fadama areas, are scattered across the ecological zones of Guinea Savanna, Sudan Savanna, and the Sahel. These diverse wetlands are valuable for grazing, agriculture, and other domestic uses, and are deemed of international importance as breeding grounds for migratory birds, thereby having a global value for biodiversity.

Nigeria's total annual renewable water resources are estimated at 286.2 km³ (Table 3). Annual internally produced resources amount to 221 km³, made up of 214 km³ surface water and 87 km³ groundwater, while 80 km³ of the latter is assumed to be overlap between surface water and groundwater. External water resources are estimated at 65.2 km³/year, being surface water coming from Niger, Cameroon and Benin. Exploitable surface water resources are estimated to be 80 percent of the natural flow, which is about 96 km³/year. Annual extractable groundwater resources are about 59.51 km³, distributed as follows: 10.27 km³ in northern Nigeria; 25.48 km³ in the Middle Belt; 23.76 km³ in the south. Dam capacity is estimated to be 44.2 km³.

Water use

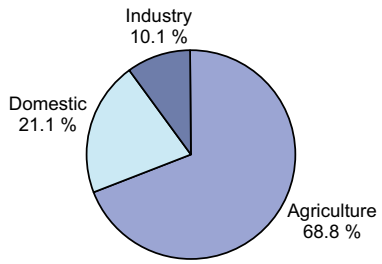
Total annual water withdrawal was estimated at 8 km³ for the year 2000. Agriculture was the biggest water user with 5.5 km³, or 69 percent of the total water withdrawal,

TABLE 3
Water: sources and use

Renewable water resources			
Average precipitation		1 150	mm/yr
		1 062	10^9 m³/yr
Internal renewable water resources		221	10^9 m³/yr
Total actual renewable water resources		286.2	10^9 m³/yr
Dependency ratio		22.8	%
Total actual renewable water resources per inhabitant	2004	2 251	m³/yr
Total dam capacity	2000	44 166	10^6 m³
Water withdrawal			
Total water withdrawal	2000	8 004	10^6 m³/yr
- irrigation + livestock	2000	5 507	10^6 m³/yr
- domestic	2000	1 687	10^6 m³/yr
- industry	2000	810	10^6 m³/yr
• per inhabitant	2000	70	m³/yr
• as % of total actual renewable water resources	2000	2.8	%
Non-conventional sources of water			
Produced wastewater		-	10^6 m³/yr
Treated wastewater		-	10^6 m³/yr
Reused treated wastewater		-	10^6 m³/yr
Desalinated water produced		-	10^6 m³/yr
Reused agricultural drainage water		-	10^6 m³/yr

followed by the domestic sector with about 1.7 km³ (21 percent) and industry with 0.8 km³ (10 percent) (Table 3 and Figure 1).

FIGURE 1
Water withdrawal
Total: 8.004 km³ in 2000



International water issues

Nigeria is a member of two regional authorities dealing with the management of shared water resources:

- The Niger Basin Authority (NBA) was formed in 1964 and is made up of the nine countries that share the Niger Basin (Guinea, Côte d'Ivoire, Mali, Burkina Faso, Algeria, Benin, Niger, Chad, Cameroon). The principal aim of the authority is to ensure the integrated development of the basin.
- The Lake Chad Basin Commission (LCBC) comprises representatives of Cameroon, Central African Republic, Chad, Niger and Nigeria. Its objective is to ensure a rational and equitable development of natural resources, including water, of the Lake Chad Region.

In addition, Niger and Nigeria by signing the Maiduguri Agreement in 1990 have established a joint commission to monitor and assess development options, in particular water resources development, in the four major sub-basins common to the two countries. However, the implementation of the Agreement has been ineffective so far.

IRRIGATION AND DRAINAGE DEVELOPMENT

Evolution of irrigation development

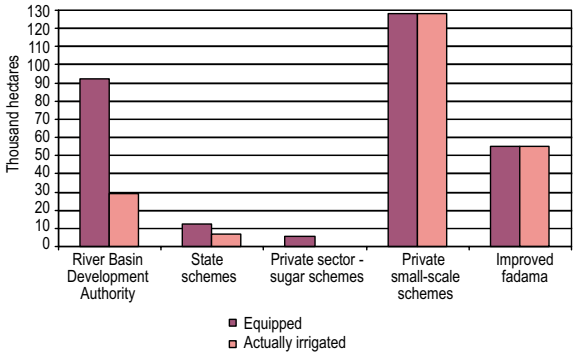
Irrigation potential estimates in Nigeria vary from 1.5 to 3.2 million ha. The latest estimate gives a total of about 2.1 million ha, of which about 1.6 million from surface water and 0.5 million ha from groundwater. However, as far as groundwater is concerned, it should be mentioned that while the extractable water resources are sufficient for up to 0.5 million ha in the north of Nigeria, areas suitable for irrigation with groundwater have, as yet, not been assessed. Areas with irrigation potential using surface water are given in Table 4.

During the oil boom of the 1970s, an investment programme in support of public irrigation was launched. Public irrigation in the Nigerian context means schemes run either by River Basin Development Authorities (RBDAs) or by the States (Figure 2). The programme included the construction of large dams and pumping stations, especially in the drier northern part of the country. By 1990, 162 dams had been constructed with a total storage capacity sufficient to irrigate 725 000 ha if developed. Many of these dams, however, were built with little or no infrastructure and the sites chosen do not always have sufficient irrigable areas close by. The schemes that were developed have not been brought into production fully or they have been implemented with inappropriate infrastructure. By 2004, only about 20 percent of the area planned

TABLE 4
Irrigation potential using surface water

Zone	Uplands (ha)	River valleys (ha)	Inland swamps (ha)	Delta swamps (ha)	Total (ha)	Total %
North	343 000	578 500	154 100	-	1 075 600	68
Middle Belt	82 000	28 000	28 000	-	138 000	9
South	180 000	11 000	93 400	78 000	362 400	23
Total (ha)	**605 000**	**617 500**	**275 500**	**78 000**	**1 576 000**	**100**
%	**38**	**39**	**18**	**5**	**100**	

FIGURE 2
Structure of the irrigation sub-sector in Nigeria in 2004
Total equipped: 293 117 ha; total actually irrigated: 218 840 ha



for public sector irrigation had been developed and only 32 percent of the developed area was being irrigated.

The poor utilization of the developed irrigation area in the public irrigation sector can be attributed to a number of factors including: i) the lack of a coherent irrigation subsector development policy and strategy; ii) insufficient attention to management systems; iii) inadequate funding (including poor cost recovery); iv) high capital and operating costs; v) inadequate farm support services; vi) poor operation, repair and maintenance; vii) a low level of project ownership acceptance by the direct beneficiaries; and viii) uncertain financial and economic viability. Because of these lapses, a number of schemes have already deteriorated badly and are in urgent need of major renovation and repair, less than 20 years after their construction.

Traditionally many farm families in Nigeria had cultivated small areas in fadamas during the dry season, using water manually drawn from shallow wells or streams. Major fadama areas are located along the flood plains of the Niger, Sokoto Rima, Benue and Yobe rivers. The promotion of pumps and tubewells, which allow for the extraction of greatly increased amounts of water, began in the late 1980s through Agricultural Development Projects (ADPs). By 1992, more than 80 000 pumps each irrigating between 0.5 and 1.0 ha had been distributed. From 1993 onwards, the National Fadama Development Project (NFDP) funded by the World Bank built on the ADPs' achievements and by the end of the project in 1999, over 55 000 pump sets had been distributed with an equipped area of about 1 ha per pump.

Private sector irrigation in Nigeria is small-scale with the exception of two sugar estates, which operate as private companies but receive government support (but they are almost non-existent at present; for example, of the 7 000 ha equipped for irrigation in Savannah sugar estate only 500 ha were cropped and irrigated in 2004). About two-thirds of the irrigated area of the private sector are small-scale areas of commercial vegetable, horticulture and flower producing schemes around larger cities. The remaining is classified as fadama irrigation, which resulted from the NFDP.

The Special Programme for Food Security (SPFS) of the FAO commenced in 1999 with a pilot phase including 280 ha in three villages in Kano State, where farmers were provided with motorized pumps and tubewells to enable them to engage in irrigated agriculture in the fadama lands. The project adopts a participatory community development approach, where farmers' groups themselves are primarily responsible for planning and have ownership of the project. After the success of the pilot phase, the project was extended in 2002 to 109 sites in all 36 States.

The area equipped for irrigation in 2004 was 293 117 ha, comprising 238 117 ha of full or partial control irrigation and 55 000 ha of equipped lowlands, i.e. improved fadamas. About 75 percent, or 218 840 ha, of the equipped area were actually irrigated in 2004 (Table 5, 6 and 7). Non-equipped flood recession cropping is being practised on 681 914 ha, bringing the total water-managed area to 975 031 ha. Surface irrigation in its various forms (basins, borders and furrows) is used predominantly for water application in both public and private irrigation schemes. Sprinkler irrigation was practised on only 3 570 ha in 1991 and was reduced to about 50 ha by the end of 2004.

TABLE 5
Irrigation and drainage

Irrigation potential			**2 330 510**	**ha**
Water management				
1. Full or partial control irrigation: equipped area		2004	238 117	ha
- surface irrigation		2004	238 067	ha
- sprinkler irrigation		2004	50	ha
- localized irrigation		2004	0	ha
• % of area irrigated from groundwater			-	%
• % of area irrigated from surface water			-	%
2. Equipped lowlands (wetland, ivb, flood plains, mangroves)		2004	55 000	ha
3. Spate irrigation			-	ha
Total area equipped for irrigation (1+2+3)		**2004**	**293 117**	**ha**
• as % of cultivated area		2004	0.9	%
• average increase per year over the last 13 years		1991-2004	1.8	%
• power irrigated area as % of total area equipped			-	%
• % of total area equipped actually irrigated		2004	75	%
4. Non-equipped cultivated wetlands and inland valley bottoms			-	
5. Non-equipped flood recession cropping area		2004	681 914	ha
Total water-managed area (1+2+3+4+5)		**2004**	**975 031**	**ha**
• as % of cultivated area		2004	3.0	%
Full or partial control irrigation schemes	**Criteria**			
Small-scale schemes	< ha		-	ha
Medium-scale schemes			-	
Large-scale schemes	> ha		-	ha
Total number of households in irrigation			-	
Irrigated crops in full or partial control irrigation schemes				
Total irrigated grain production		1999	135 000	tonnes
• as % of total grain production		1999	0.6	%
Total harvested irrigated cropped area			-	ha
• Annual crops: total			-	ha
- wheat		1999	19 000	ha
- rice		1999	7 000	ha
- maize		1999	19 000	ha
- potatoes		1999	4 000	ha
- tomatoes		1999	28 000	ha
- onion		1999	20 000	ha
- pepper		1999	16 000	ha
- sugar cane		1999	19 000	ha
- cotton		1999	8 000	ha
• Other crops (cowpeas, oil palm, citrus, cocoa, rubber, etc.)		1999	24 000	ha
Irrigated cropping intensity			-	%
Drainage - Environment				
Total drained area			-	ha
- part of the area equipped for irrigation drained			-	ha
- other drained area (non-irrigated)			-	ha
• drained area as % of cultivated area			-	%
Flood-protected areas			-	ha
Area salinized by irrigation		1999	100 000	ha
Population affected by water-related diseases			-	inhabitants

The existing water lifting options for small-scale basin irrigation in the northern States of Nigeria were found to be:

- Manual lifting from an open well using a calabash or similar container to irrigate 0.01-0.05 ha. Resource poor farmers with very small land holdings and limited water supplies use this option.
- Manual lifting with a mechanical advantage using a Shadouf or treadle pump to irrigate 0.05-0.1 ha. The use of Shadoufs is declining with the introduction

TABLE 6
Structure of the irrigation sub-sector in Nigeria in 2004

Scheme type	Equipped area (ha)	Actually irrigated area (ha)	Actually irrigated as % of equipped area (%)
River Basin Development Authority	92 317	29 140	32
State schemes	12 200	6 700[1]	55
Private sector - sugar schemes[2]	5 600	0	0
Private small-scale schemes[3]	128 000	128 000	100
Improved fadama (equipped lowland)	55 000	55 000	100
Total	**293 117**	**218 840**	**75**

[1] Estimated figure
[2] Savannah Sugar Scheme (7 000 ha equipped, 500 ha irrigated) is included in Upper Benue RBDA
[3] Estimate by FMWR, based on 80 000 ADP fadama pumps and other small schemes. Figure seems too high and there might be some double counting with the non-equipped flood recession cropping area.

TABLE 7
Equipped and actually irrigated areas in the River Basin Development Authorities for the year 2004

River Basin Development Authority	Equipped area (ha)	Actually irrigated area (ha)	Actually irrigated as % of equipped area (%)
Anambra-Imo	3 941	10	0.3
Benin-Owena	317	0	0
Chad Basin	26 180	1 000	3.8
Cross River	364	40	11.0
Hadejia Jama'are*	18 475	21 000	113.7
Lower Benue	1 310	70	5.3
Niger Delta	187	0	0
Lower Niger	1 344	115	8.6
Upper Niger	3 697	722	19.5
Ogun-Osun	512	110	21.5
Sokoto Rima	27 580	5 290	19.2
Upper Benue	8 410	783	9.3
Total	**92 317**	**29 140**	**31.6**

* The higher value of actually irrigated area compared to equipped area is due to the fact that areas outside the equipped area are irrigated using water from the main canal

of small-motorized pumps. Treadle pumps are little known and in general not liked by both men and women. Costs for a pump and well are estimated at US$5-20 for the Shadouf and US$70 for the treadle pump.

- Fully mechanized lifting using 3.5-5.5 HP petrol motors driving small centrifugal pumps. Irrigated areas are 0.5-1.5 ha, and costs are between US$500-700 for a motor, pump and well, depending on the water source. Extraction from a river is the cheapest and from a tubule the most expensive option. Before the 1980s, water sources were mostly rivers or open wells in fadamas. Today, washbores and tubewells are most common in fadamas.
- Single-cylinder water-cooled diesel motor driving a pump and extracting from a tubewell in a fadama or in alluvial plains. Irrigated areas are 0.5-2.0 ha, and costs for a motor, pump and well are about US$950. This technology is not widely found and usually installed by well-off farmers for multipurpose use. A problem is that diesel is difficult to buy in rural areas, while petrol is always available.

An analysis of developed and actually irrigated areas in RBDA schemes reveals a large difference in performance between gravity-fed and pumped schemes. While 59 percent of the area originally developed for gravity irrigation was irrigated in 2000, this portion dropped to 6 percent for schemes originally developed for using pumps and sprinklers.

Role of irrigation in agricultural production, the economy and society

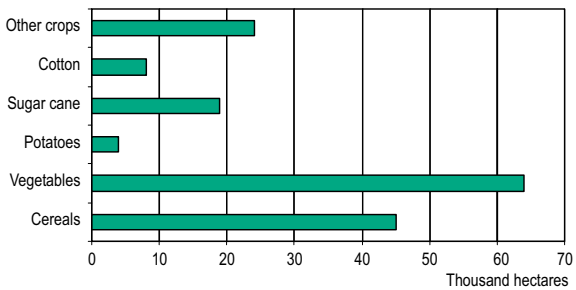
With irrigated land being less than 1 percent of the cultivated area, the contribution of irrigated agriculture to total crop production is small. The impact of irrigation is felt only with regard to specific crops such as wheat, sugar cane and to some extent rice and vegetables. In the 2003–2004 season irrigated grain production contributed to 0.9 percent of the total grain production and irrigated vegetable production contributed to 2.3 percent of the total vegetable production. The main irrigated crops in 1999 were vegetables, wheat, maize and sugar cane (Table 5 and Figure 3). Other irrigated crops were rice, potatoes, cotton, cowpeas, oil palm, citrus fruits, cocoa, rubber, taro and cashew nuts. Typical irrigated crop yields in Nigeria are given in Table 8. The crop with the highest increase in net return resulting from irrigation is sugar cane, due to a four-fold per hectare yield increase. Next are onions and tomatoes, the least profitable crops being rice and wheat. Cropping patterns and crop yields in the Kano River Development Project Phase I for the years 1997 and 1998 are given in Table 9.

TABLE 8
Selected crop yields in Nigeria in 1998/99

Crop	Yield	
	Rainfed (t/ha)	Irrigated (t/ha)
Wheat [1]	-	2.8
Rice [2]	2.2	3.5
Sugarcane	6.5	26.0
Tomatoes	6.4	10.0
Onion	6.1	6.6
Pepper	3.2	5.3

[1] Dry season crop in northern Nigeria.
[2] Weighted average yield for all irrigated lands.

FIGURE 3
Main irrigated crops in equipped schemes in 1999



Operation and maintenance (O&M) costs are estimated at US$61/ha for gravity-fed schemes and US$530/ha for schemes using pumps. Current policy is for RBDAs to charge on average US$10/ha per season for irrigation water supply (with some variations between schemes), but the fees have proven difficult to recover. Costs recovered vary from scheme to scheme but in any case cover only a fraction of the O&M costs. Nigeria has no culture of maintenance, certainly in the public sector, and it has been shown that small-scale individual farming schemes are successful and maintained when they are farmer-owned and individually operated. Of the larger schemes, few are operable and all are beset with O&M problems including the supply of and access to spare parts.

The capital cost of public sector irrigation schemes in Nigeria is high by any standard. Costs in some projects have been:

TABLE 9
Cropping patterns and crop yields in the Kano River Development Project Phase I

Crop	Wet season				Dry season			
	Crop area		Yield		Crop area		Yield	
	1997 (%)	1998 (%)	1997 (t/ha)	1998 (t/ha)	1997 (%)	1998 (%)	1997 (t/ha)	1998 (t/ha)
Rice	59	45	3.5	3.5	-	-	-	-
Maize	21	27	2.2	2.2	35	51	2.5	2.5
Vegetables *	12	19	5.0	5.0	32	25	6.0	6.0
Sorghum	8	9	3.0	3.0	-	-	-	-
Wheat	-	-	-	-	25	18	2.5	2.5
Other	-	-	-	-	8	6	-	-
Total	**100**	**100**	**-**	**-**	**100**	**100**	**-**	**-**

* Mainly tomatoes, but also onions, chillies, peppers and okra

- The Kano River Development Project: US$6 700/ha in 1978 (US$13 500/ha in year 2000 terms) with storage and gravity supply for 15 000 ha of surface irrigation;
- The Bakolori Project: US$13 500/ha in 1978 (US$27 000/ha in year 2000 terms) for storage and gravity distribution for 15 000 ha of surface irrigation;
- The Lower Anambra Irrigation Project: US$8 500/ha when completed in 1987 (US$11 200/ha in year 2000 terms) for a river lift (pump) scheme of 3 850 ha with a gravity distribution system.

In contrast, farmer-owned and -operated irrigation has low investment costs of about US$530 for a 3 HP pump able to irrigate about 1 ha, and annual operating costs of about US$280/ha. Returns are high as was demonstrated by NFDP. The predominance and availability of the small close-coupled centrifugal pump/motor units, in loan packages that do not reflect the full capital costs, has worked against the introduction of lower cost options such as the treadle pump. In addition, there was a negative experience with the treadle pump in some States due to bad publicity and poor performance of the first pumps. The truly resource-poor farmers still do not have easy access to lifting equipment.

Dry-season farming on fadama lands has two advantages for farmers:

- Fadama cultivation in the dry and wet season in addition to wet season upland farming allows crop diversification so that if one crop fails other crops will ensure food security;
- The income realized from dry-season cash crops improves household economics allowing investments for improving productivity and provides money to buy food in the event of crop failure.

Although the culture in some of the northern States prevents married women from direct participation in farming, it is the main productive activity and one of the most important occupations of women. Most women describe themselves as farmers first before they talk about other off-farm activities. Where cultural practices are enforced strictly, so that married women cannot engage directly in fadama farming, they cultivate land they may inherit or purchase by using the labour of their husbands, friends, other male relatives or hired workers. This presents a cost disadvantage to such women as all fadama cultivation involves relatively high labour inputs. Women who do not farm on their own land work on their husband's farms and women from poorer households work on farms as farm labourers. In some communities there is a belief that fadama farming is too complicated for women and women are excluded from the more productive aspects of farming.

Status and evolution of drainage systems

It is estimated that 4 000 ha are drained in Nigeria.

WATER MANAGEMENT, POLICIES AND LEGISLATION RELATED TO WATER USE IN AGRICULTURE

Institutions

The Federal Ministry of Water Resources (FMWR) is the main national coordinating body in the water sector. Its principal functions are to:

- Formulate and implement national irrigation policy;
- Develop and support irrigated agriculture;
- Coordinate the development and utilization of water resources for irrigation and other purposes;
- Update and implement the Water Resources Master Plan;
- Collect, store, analyze and disseminate hydro-meteorological, hydrological and other data;

- Support, monitor and evaluate programmes and performances of the RBDAs and the National Water Resources Institute (NWRI);
- Formulate appropriate water resources legislation;
- Undertake studies and investigations to allow the efficient use of Nigeria's water resources.

Four of FMWR's eight departments are directly concerned with irrigation subsector matters:

- The Department of Irrigation and Drainage (DID); among its major responsibilities are the supervision and monitoring of the River Basin Development Authorities (RBDAs);
- The Department of Planning, Research and Statistics;
- The Department of Hydrology and Hydrogeology;
- The Department of Dams and Reservoir Operations.

Other federal institutions involved in the irrigation subsector are:

- The National Council of Water Resources (NCWR) is the most important water resources policy formulating body.
- The National Technical Committee on Water Resources (NTCWR) is a sub-committee of the NCWR. The NTCWR has five specialist sub-committees that are important for information exchanges between federal and state level agencies: dams, water supply, irrigation and drainage, hydrology and hydrogeology, manpower.
- The Federal Ministry of Agriculture and Rural Development (FMARD) was involved in irrigation development in the past as it funded, with World Bank support, a series of state-run Agricultural Development Projects (ADPs), including the promotion of irrigation owned and managed by the farmer, particularly in fadama areas, and the provision of extension services to the public sector irrigation schemes of the RBDAs and the State Irrigation Departments.
- The River Basin Development Authorities (RBDAs) are the main bodies in charge of administering and developing Nigeria's water resources and are responsible for public sector irrigation at the federal level. They were established in the mid-1970s and the areas of operation are determined by the extent of the river basins they serve. The RBDAs were favorably financed until the end of the oil boom, when their scope and autonomy were limited.

State agencies involved in the irrigation subsector are:

- The State Ministries of Agriculture (SMAs). They were responsible for irrigation development before RBDAs were established. Irrigation responsibility within the Ministries is with the State Irrigation Departments (SIDs). In most States they are small and suffer from funding constraints and lack of staff capacity and capability to design, implement and monitor irrigation schemes. Their programmes consist more of plans than actual irrigation development, which amounts to 12 200 ha (2004), of which about 6 700 ha are actually irrigated. The informal division within a State is that schemes larger than 2 000 ha are handled by the RBDA concerned.
- State Ministries of Water Resources exist in some States, and where they exist the SID has been transferred to them.
- The Agricultural Development Projects (ADPs). They became involved in irrigation in the early 1980s, mainly in small-scale fadama development. In most States, they are responsible for extension services.
- Local Government Authorities are involved in irrigation in some limited instances by making small pumps available to farmers for fadama-type irrigation.

Water management

Semi-autonomous project management units manage federally owned and funded irrigation schemes. Those units usually consist of 3-4 departments such as Irrigation, Agriculture, Accounts, Stores and Workshops, etc. A Project Manager who reports directly to the Managing Director of the RBDA concerned heads the units.

Government policy is to subdivide schemes along the lines of one Water User Association (WUA) per distribution canal; thus, a WUA comprises 10-25 farmers. Responsibilities include O&M of the canal and its structure and adherence to water scheduling programmes. A scheme management committee (SMC), for which each WUA elects a representative, then acts as the interface between the WUAs and RBDA or other authorities. Currently WUAs are being established in two RBDA schemes and their activities include the desilting of distribution and tertiary canals and the collection of water charges.

The National Fadama Development Project (NFDP) resulted in the formation of more than 9 000 Fadama User Associations (FUAs). Most were formed with assistance from ADP staff and require further assistance and capacity building to face the challenges of operating and maintaining their schemes.

Finances

Under public sector irrigation (RBDA and SID schemes) the full costs of the schemes as well as a high portion of O&M cost are met by the Federal Government in the case of RBDA schemes and by State Governments in the case of SID projects. However, even in the case of SID schemes the Federal Government meets the cost indirectly as the States depend heavily on federal transfer.

One of the constraints to production under irrigation is the lack of agricultural credit.

Policies and legislation

Water legislation in Nigeria is use-oriented dealing with navigability, shipping and domestic use; navigability and confusion over the legal ownership of water as a resource can impede irrigation development. Decentralization is the defining feature of water administration in Nigeria, leading to different ministries and agencies at different levels administering laws without adequate coordination.

The functions of the RBDAs related to irrigation are defined in the River Basin Development Authorities Act No. 35 of 1986.

The Environmental Impact Assessment Decree No. 86 of 1992 lists drainage and irrigation as a Mandatory Study Activity, thus prescribing that environmental impact assessments are to be carried out for irrigation projects.

The Water Resources Decree No. 101 of 1993 gives the FMWR significant power to control and coordinate activities for proper watershed management and resources protection and for public administration of water resources. It confers to the FMWR the responsibility to make proper provision for adequate supplies of suitable water for, amongst others, agricultural purposes in general and irrigation in particular.

Nigeria's irrigation policy of 1995 is being updated by FAO. The second draft in 2000 makes provision for:

- Being responsive to macro-economic drivers, commodity prices and input costs;
- Sustainable operation, maintenance and management (including cost recovery);
- Better integration with agricultural production systems;
- Support services in irrigated agriculture including credit facilities, fertilizer, seeds, and machinery. However, it includes access to land and water in with 'support services' when this should be a separate category;

- Formation of WUAs – confirmation of legal status, training and transfer of O&M of some levels of the irrigation systems when WUAs are ready;
- Advice on on-farm water management;
- Research on irrigation including technology, environmental conservation, economics, sociology, health links and preservation techniques;
- Marketing strategies include a Government commitment to building rural roads, small-scale food processing, storage and price guarantees.

ENVIRONMENT AND HEALTH

In the past, no serious attention was paid to environmental considerations in the planning and implementation of water resources development projects, resulting in environmental damage. Hydrology downstream from dams and major diversions and pumping stations has been modified, especially in the north. Extensive areas of fadama, fisheries and wildlife habitats were wiped out. It is however encouraging that the functions of the DID were modified to include environmental impact assessments.

The Hadejia Nguru Wetlands in the northeast of the country receive their water from the Hadejia and Jama'are Rivers, which meet to form the Komadougou Yobe River, flowing northeast into Lake Chad. So far, more than half of the wetlands have been lost due to drought and upstream dams. It is feared that new development projects could divert still more water from the wetlands for irrigated agriculture in upstream areas. Apart from the ecology, such developments would also negatively affect irrigated agricultural production in the floodplain using water from the shallow groundwater aquifer, as recharging would decrease further.

Expansion of irrigated crop production in the fadama lands has led to a lowering of the water table in some areas. There is a need for detailed aquifer assessments prior to the installation of additional pumps.

In the Niger Delta, water resources are being polluted from oil exploration activities such as oil drilling and pipe leakages.

PERSPECTIVES FOR AGRICULTURAL WATER MANAGEMENT

The latest policy statement from the FMWR in 2000 proposed an updating of the National Water Resources Master Plan (NWRMP) and the strategies the Ministry intends to follow in the irrigation subsector are:

- Rehabilitation or completion of eight large dams (Goronyo, Zobe, Owena, Alau, Omi–Kampe, Kagara, Waya, Obudu).
- Rehabilitation of four existing irrigation schemes (Bakolori, Rivers State Rice project, Galma, Zauro) totaling 43 000 ha.
- Completion of five ongoing irrigation projects (Hadejia Valley, Kampe, Middle and Lower Ogun, Middle Rima) associated with dams and totaling 18 400 ha. Actions have also been initiated to assess needs for the completion of another ten schemes totalling over 100 000 ha.
- Institutional reform, greater farmer participation, training and capacity building, reintroduction of extension services by the RBDAs and assistance to farmer groups to improve input supply.
- A review study of the public irrigation subsector with FAO to develop an action plan for utilizing public irrigation schemes and improving crop output as well as an assessment of their financial and economic viability. The results of the study were to be used to prepare a National Irrigation and Drainage Policy in early 2005.

The FMWR has proposed a programme of community irrigation schemes in which the benefiting communities would play the central role by providing the land, 5 percent of investment cost, active participation in the implementation and taking over full responsibility for O&M. Components of the programme would be:

- Weirs, suction wells or small earth dams as necessary;
- Irrigated area of up to 1 000 ha per scheme;
- Domestic and livestock water supply;
- Aquaculture and vegetable gardens.

A Second National Fadama Development Project, taking place over six years from 2004 to 2009, is planned, including the following components:

- Capacity building of the Fadama Community Associations (FCAs);
- Investment in infrastructure, both water resources/irrigation infrastructure and general rural infrastructure;
- Pilot asset acquisition support, to enhance the fadama users' productivity and income by facilitating their acquisition of productive assets;
- Demand-responsive advisory services, to enable Fadama User Groups (FUGs) participating in the project to adopt productivity enhancing techniques and appropriate marketing practices.

The results of the FAO-initiated Special Programme for Food Security are encouraging and the impact of the project on food security is felt in each of the 109 project sites. In this regard, there is great potential for extending some of the technologies introduced and improvements made.

Farmer-owned and -operated small pump schemes, mostly of the fadama type, continue to expand. With the simplicity of their technology, easily manageable infrastructure and relatively low costs of development and operation, these schemes will increasingly play a catalytic role in rural development.

Land tenure has a bearing on the scope for increasing the number of farmers using irrigation. Many who do not have rights to land and only rent or lease, will not invest in any infrastructure. While land tenure and ownership is a difficult, complex and sensitive issue, it is clear that farmer-owned land in irrigation schemes is better looked after, more sustainable, and has greatly reduced opportunities for abuse by the farmer or the allocating agency when compared with leased or allocated lands.

MAIN SOURCES OF INFORMATION

Enplan Group. 2004. *Review of the Public Irrigation Sector in Nigeria*. Draft Final Report of Project UTF/046/NIR/UTF.

FAO. 1992. *Irrigation Subsector review*. Investment Centre Report No. 89/91 CJP-NIR 45 SR.

FAO. 1997. *Irrigation potential in Africa. A basin approach*. FAO Land and Water Bulletin 4. Rome.

FAO. 2000. *Nigeria. Irrigation Sub-Sector Study*. Main Text and Annexes. Investment Centre Report No. 00/076 CP-NIR.

Geheb, K., and **Sarah, M.T. (eds.).** 2002. *Africa's inland fisheries: the management challenge*. Fountain Publishers. Kampala.

International Fund for Agricultural Development (IFAD). 2001. *Federal Republic Of Nigeria. Country Strategic Opportunities Paper (COSOP)*. Rome.

Japan International Cooperation Agency (JICA). 1993. *The Study on the National Water Resources Master Plan*. Federal Ministry of Agriculture, Water Resources and Rural Development.

McAllister Anderson, I. 2001. *Appropriate water-lifting technologies. West Africa. Data and information gathering: Nigeria*. Preliminary Study. Ashford, Kent, U.K.

World Bank. 2003. *Nigeria. Poverty-Environment Linkages in the Natural Resource Sector. Empirical Evidence from Nigerian Case Studies with Policy Implications and Recommendations*. Africa Environment and Social Development Unit, World Bank Institute. Report No. 25972-UNI.

République centrafricaine

GÉOGRAPHIE, CLIMAT ET POPULATION

Située au cœur du continent africain, la République centrafricaine est un pays enclavé n'ayant aucun accès à la mer et d'une superficie totale de 622 980 km². Elle partage ses frontières avec le Tchad au nord, le Soudan à l'est, la République démocratique du Congo et le Congo au sud, et le Cameroun à l'ouest. Sur le plan administratif, elle est divisée en 16 préfectures réparties en sept régions depuis 1996. Environ 2 millions d'hectares sont mis en culture annuellement sur les 15 millions d'hectares de terres cultivables (tableau 1). Les 16 millions d'ha de pâturages et de parcours sont également sous-exploités. Le potentiel forestier est de 3.8 millions d'ha localisés à l'ouest et au sud-ouest dont 3.2 millions sont déjà attribués pour exploitation. Le relief est formé d'une dorsale oubanguienne, une sorte de pénéplaine d'une altitude variant de 400 à 800 m. environ Elle délimite distinctement deux bassins: celui de la cuvette tchadienne

TABLEAU 1
Caractéristiques du pays et population

Superficies physiques			
Superficie du pays	2002	62 298 000	ha
Superficie cultivée (terres arables et cultures permanentes)	2002	2 024 000	ha
• en % de la superficie totale du pays	2002	3	%
• terres arables (cultures temporaires + prairies et jachères temp.)	2002	1 930 000	ha
• cultures permanentes	2002	94 000	ha
Population			
Population totale	2004	3 912 000	habitants
• dont rurale	2004	57	%
Densité de population	2004	6	habitants/km²
Population active	2004	1 827 000	habitants
• en % de la population totale	2004	47	%
• féminine	2004	46	%
• masculine	2004	54	%
Population active dans le secteur agricole	2004	1 264 000	habitants
• en % de la population active	2004	69	%
• féminine	2004	51	%
• masculine	2004	49	%
Économie et développement			
Produit intérieur brut (PIB)	2003	1 200	millions de $EU/an
• valeur ajoutée du secteur agricole (% du PIB)	2003	60.8	%
• PIB par habitant	2003	310	$EU/an
Indice de développement humain (plus élevé = 1)	2002	0.361	
Accès aux sources améliorées d'eau potable			
Population totale	2002	75	%
Population urbaine	2002	93	%
Population rurale	2002	61	%

au nord et celui de la cuvette congolaise au sud. Les massifs du Fertit à l'est et du Yadé à l'ouest limitent cette pénéplaine (altitude supérieure à 1000 m). Les sols sont essentiellement ferralitiques sur du grès pour la plupart du territoire et deviennent ferrugineux tropicaux vers le nord avec l'insolation. Les vertisols sont spécifiques du bassin tchadien. La végétation se caractérise par une grande diversité allant de la forêt dense humide au sud aux savanes arborées et herbeuses au nord.

Le climat est de type tropical humide au sud et sec au nord, avec une saison sèche (de novembre à avril) et une saison des pluies (de mai à octobre). On observe quatre zones agro-écologiques:

- La zone forestière ou équatoriale dans le sud-ouest est le prolongement de la zone équatoriale de la cuvette congolaise des deux Congo. La pluviométrie y est abondante (de 1 500 à 1 800 mm/an) et la végétation luxuriante. C'est la zone des cultures pérennes: café, cacao, palmier à huile, banane plantain, etc.
- Vers le nord, la zone soudano-guinéenne, ou tropicale humide au centre, avec une pluviométrie annuelle entre 1 100 et 1 500 mm. Dans cette zone sont produites les cultures vivrières (manioc, igname, etc.).
- La zone soudano-sahélienne vers le nord, avec des précipitations allant de 800 à 1 100 mm.
- La zone sahélienne, caractérisée par l'instabilité de la pluie et les sécheresses fréquentes.

La température moyenne se situe entre 25°C et 26°C et l'humidité relative est de 80 pour cent à Bangui et de 57 pour cent à Birao.

La population centrafricaine a une diversité ethnique marquée. L'effectif de la population, d'après le recensement de 1988, était d'environ 2.7 millions d'habitants dont 63.5 pour cent de ruraux. La croissance démographique était de 1.5 pour cent par an sur la période 1997-2003. En 2004, la population était estimée à environ 3.9 millions (tableau 1). Elle reste majoritairement rurale (57 pour cent). La densité est de 6 habitants/km^2 et se caractérise par une inégale répartition, avec deux grandes zones qui ont de fortes concentrations au sud et au centre ouest. La pauvreté touche plus de 67 pour cent de la population et les victimes sont généralement les femmes et les enfants. L'eau potable était accessible à seuls 75 pour cent de la population en 2000 (93 pour cent en milieu urbain et 56.1 pour cent en milieu rural). La prévalence du VIH/SIDA était de 13 pour cent fin 2001 parmi les adultes de 15-49 ans et l'espérance de vie à la naissance atteignait 40 ans en 2002.

ÉCONOMIE, AGRICULTURE ET SÉCURITÉ ALIMENTAIRE

L'agriculture occupe 69 pour cent de la population active et participe pour 61 pour cent au PIB. La part du secteur primaire (agrosylvopastoral) dans le PIB a connu un taux de croissance réel de 51 pour cent en 1997. Bien qu'une partie de la production agricole soit destinée à l'exportation, notamment le coton, le café et le tabac, ce secteur reste consacré à l'autosubsistance. En effet, environ 60 pour cent des productions vivrières sont destinées à l'autoconsommation, ce qui traduit la faible monétarisation du secteur. Les échanges dans les campagnes se font le plus souvent par troc. La principale culture vivrière est le manioc, qui est inclus dans la plupart des assolements, suivi de l'arachide, des céréales (maïs, mil, sorgho, riz), du sésame, des courges, des légumes secs et des bananes. L'impact négatif de la réforme agraire de 1970 sur les cultures vivrières, la fluctuation des prix des cultures d'exportation et la grave crise économique et financière des années 1990 à 1993 avaient anéanti une agriculture déjà essoufflée et peu productive. Sous l'impulsion en 1993 du redressement des cours mondiaux du café et du coton et de la dévaluation du franc CFA, la reprise est effective depuis 1994. Le secteur agricole est indirectement affecté par les mutineries qui ont interrompu l'assistance traditionnelle de l'État en matière d'intrants et de crédits d'accompagnement et par l'effet de la baisse des activités de commercialisation et de transport des produits vivriers et d'exportation.

La production de manioc et de légumineuses assure une couverture à peine satisfaisante des besoins et les disparités régionales sont aggravées par les déficits en céréales, sucre et matières grasses. Les besoins énergétiques globaux ne sont couverts qu'à 89 pour cent. L'insécurité alimentaire touche aujourd'hui plus de 2.2 millions d'habitants.

Le système agraire dominant est la polyculture semi-itinérante avec des exploitations moyennes de 1.5 à 2 ha, des méthodes culturales traditionnelles très peu productives et des types d'assolement associant le coton, le manioc et les céréales en zone de savane, le café et le manioc en zone forestière et les céréales seulement en zone sahélienne. Sans tenir compte des activités ménagères, la femme contribue pour 60 pour cent à l'ensemble des activités agricoles et extra-agricoles de l'exploitation, et pour 72 pour cent environ aux activités liées à la production agricole. Malgré son rôle primordial dans la production, elle a difficilement accès aux intrants, au crédit, aux innovations techniques et à la formation.

RESSOURCES EN EAU ET UTILISATION DE L'EAU

Ressources en eau

Le riche réseau hydrographique est principalement constitué de deux bassins. Au niveau du bassin du Chari, les eaux sont drainées vers le nord en direction du lac Tchad qui devient le réservoir de captage. Les eaux du bassin oubanguien sont drainées vers le sud en direction de la mer, ce qui explique la séparation nette du pays par la dorsale oubanguienne.

La situation du potentiel en eau est cependant préoccupante. Ces deux bassins constituent de véritables châteaux d'eau pour les pays d'Afrique centrale. Malheureusement ils connaissent deux problèmes majeurs: i) leur volume baisse régulièrement d'année en année; ii) la qualité des eaux de surface se dégrade elle aussi , particulièrement l'eau des rivières, des sources, des marigots et des puits traditionnels qui fournissent l'eau de consommation à plus de 60 pour cent de la population. L'eau de forage et l'eau courante restent des denrées rares pour la majorité des centrafricains.

Les ressources renouvelables internes des eaux de surface sont estimées à 141 km^3/an, tandis que les ressources en eau renouvelables internes souterraines sont évaluées à 56 km^3/an. En calculant que ces 56 km^3/an constituent la partie commune entre eaux de surface et eaux souterraines, les ressources en eau renouvelables internes totales s'élèvent à 141 km^3/an (tableau 2).

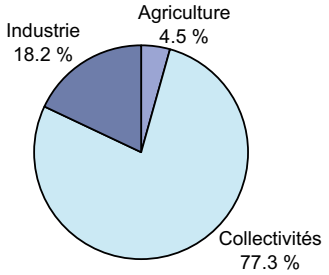
Utilisation de l'eau

En 2000, les prélèvements d'eau étaient estimés à 22 millions de m^3, dont un million pour l'agriculture (77 pour cent), 17 millions pour les usages domestiques (18 pour cent) et 4 millions pour l'industrie (5 pour cent) (tableau 2 et figure 1).

Eaux internationales: enjeux

La République centrafricaine est comprise dans les bassins du fleuve Congo (Zaïre) et du lac Tchad. Elle est membre de la Commission du bassin du lac Tchad depuis 1994.

FIGURE 1
Prélèvements en eau
Total: 0.022 km^3 en 2000



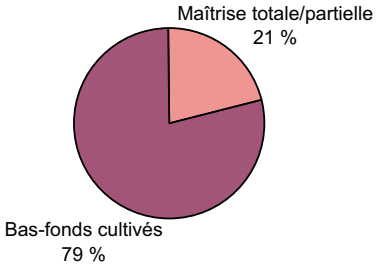
DÉVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION ET DU DRAINAGE

Le potentiel irrigable n'a pas encore été inventorié mais l'importance des plaines alluviales hydromorphes permet de l'estimer à quelque 1.9 million d'ha. Toutefois, l'irrigation contribue très faiblement à la production agricole et à la sécurité alimentaire nationale,

TABLEAU 2
L'eau: ressources et prélèvement

Les ressources en eau renouvelables			
Précipitations moyennes		1 343	mm/an
		837	10^9 m³/an
Ressources en eau renouvelables internes		141.0	10^9 m³/an
Ressources en eau renouvelables réelles totales		144.4	10^9 m³/an
Indice de dépendance		2.4	%
Ressources en eau renouvelables réelles totales par habitant	2004	36 912	m³/an
Capacité totale des barrages		-	10^6 m³
Prélèvements en eau			
Prélèvement total en eau	2000	22	10^6 m³/an
- irrigation + élevage	2000	1	10^6 m³/an
- collectivités	2000	17	10^6 m³/an
- industrie	2000	4	10^6 m³/an
• par habitant	2000	6	m³/an
• en % des ressources en eau renouvelables réelles totales	2000	0.02	%
Ressources en eau non conventionnelles			
Volume d'eaux usées produit		-	10^6 m³/an
Volume d'eaux usées traité		-	10^6 m³/an
Réutilisation des eaux usées traitées		-	10^6 m³/an
L'eau dessalée produite		-	10^6 m³/an
Réutilisation des eaux de drainage		-	10^6 m³/an

FIGURE 2
Superficies en contrôle de l'eau
Total: 635 ha en 1987



la superficie équipée en maîtrise totale/partielle n'étant que de 135 ha et 69 ha étant effectivement cultivés principalement autour de Bangui en 1987. Les surfaces des bas-fonds et des marais cultivés non-équipés sont estimées à 500 ha, soit une superficie totale avec contrôle de l'eau d'environ 635 ha (tableau 3 et figure 2).

Des méthodes nouvelles en matière d'irrigation sont en démonstration sur une échelle limitée à la sous-Préfecture de Bouar. À la demande du gouvernement, l'assistance de la FAO s'est concrétisée en 1997 par le projet intitulé «Introduction de techniques de maîtrise de l'eau à faible coût». Le projet avait pour objectif d'aider le MAE à réaliser un programme pilote de promotion de la maîtrise de l'eau devant permettre l'intensification de la production agricole, et ce, grâce à l'introduction de techniques à faible coût.

GESTION DE L'EAU, POLITIQUES ET DISPOSITIONS LÉGISLATIVES RÉGISSANT L'UTILISATION D'EAU EN AGRICULTURE

Institutions

Les Ministères actifs en matière de gestion de l'eau sont:

- le Ministère de l'agriculture et de l'élevage (MAE);
- le Ministère des travaux publics, notamment la Direction générale de l'habitat et de l'aménagement du territoire (DGHAT);
- le Ministère de l'environnement, des eaux, forêts, chasses et pêches (MEFCP) et son Département des eaux et forêts;
- le Ministère des mines, de l'énergie et de l'hydraulique et sa Direction générale de l'hydraulique. La décentralisation des services de l'hydraulique (trois Directions régionales) ne constituait pas une priorité dans le contexte économique de 2000;

TABLEAU 3
Irrigation et drainage

Potentiel d'irrigation		**1 900 000**	**ha**
Contrôle de l'eau			
1. Irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée	1987	135	ha
- irrigation de surface		-	ha
- irrigation par aspersion		-	ha
- irrigation localisée		-	ha
• partie irriguée à partir des eaux souterraines	1987	0	%
• partie irriguée à partir des eaux de surface	1987	100	%
2. Zones basses équipées (marais, bas-fonds, plaines, mangroves)		-	ha
3. Irrigation par épandage de crues		-	ha
Superficie totale équipée pour l'irrigation (1+2+3)	**1987**	**135**	**ha**
• en % de la superficie cultivée	1987	0.007	%
• augmentation moyenne par an sur les .... dernières années		-	%
• superficie irriguée par pompage en % de la superficie équipée		-	%
• partie de la superficie équipée réellement irriguée	1987	51	%
4. Marais et bas-fonds cultivés non équipés	1987	500	ha
5. Superficie en cultures de décrue non équipée		-	ha
Superficie totale avec contrôle de l'eau (1+2+3+4+5)	**1987**	**635**	**ha**
• en % de la superficie cultivée	1987	0.03	%
Périmètres en maîtrise totale/partielle	**Critère**		
Périmètres d'irrigation de petite taille	< ha	-	ha
Périmètres d'irrigation de taille moyenne	> ha et < ha	-	ha
Périmètres d'irrigation de grande taille	> ha	-	ha
Nombre total de ménages en irrigation		-	
Cultures irriguées dans les périmètres en maîtrise totale/partielle			
Production totale de céréales irriguées		-	tonnes
• en % de la production totale de céréales		-	%
Superficie totale en cultures irriguées récoltées		-	ha
• Cultures annuelles/temporaires: superficie totale		-	ha
- riz		-	ha
- maraîchage		-	ha
• Cultures permanentes: superficie totale		-	ha
Intensité culturale des cultures irriguées		-	%
Drainage - Environnement			
Superficie totale drainée		-	ha
- partie de la superficie équipée pour l'irrigation drainée		-	ha
- autres surfaces drainées (non irriguées)		-	ha
• superficie drainée en % de la superficie cultivée		-	%
Superficie protégée contre les inondations		-	ha
Superficie salinisée par l'irrigation		-	ha
Population touchée par les maladies hydriques liées à l'eau		-	habitants

- le Ministère de la promotion rurale dont le rôle est désormais focalisé sur les activités de conception, supervision, coordination et planification de la politique agricole.

La Société de distribution d'eau centrafricaine (SODECA) assure l'approvisionnement en eau potable. En outre, deux projets abordent la gestion des ressources hydriques: le Projet d'aménagement des ressources naturelles (PARN) et le Projet d'exploitation des eaux souterraines dans la région occidentale (PEESRO). Enfin, le Comité national de l'eau et de l'assainissement est chargé de la définition de la politique et de la stratégie de gestion des ressources hydriques.

L'Agence centrafricaine de développement agricole (ACDA) est responsable de la coordination des activités de vulgarisation, de formation et d'animation des producteurs dans les zones de savane cotonnière et vivrière du centre est, du nord-ouest et du centre ouest. Elle a amorcé une nouvelle approche systémique et participative orientée vers une stratégie de développement régional et d'amélioration des conditions de vie en

milieu rural. L'Institut centrafricain de recherche agronomique (ICRA) est responsable de la coordination, de la programmation et de l'exécution de la recherche à travers tout le pays.

Politiques et dispositions législatives

À l'exception des plantations industrielles privées (café et palmier à huile) enregistrées auprès des services cadastraux, la majorité des exploitations agricoles relèvent du régime foncier coutumier dont le principe de base est celui du «droit à la hache» selon lequel la terre appartient à celui qui la défriche et la cultive. Du reste, l'importance des terres non exploitées explique pourquoi le foncier n'est pas une réelle contrainte.

Dans le domaine de l'eau, un document de «politique et stratégies nationales en matière d'eau et d'assainissement» a été produit avec l'appui du projet soutenu par le Comité national de l'eau et de l'assainissement en mars 1995. Il analyse la situation du secteur, définit des objectifs généraux (d'ordre socioéconomique, institutionnel et juridique), des objectifs spécifiques (dans les domaines de l'hydraulique villageoise, de l'hydraulique urbaine, des autres usages de l'eau, de l'assainissement, et de la connaissance des ressources en eau), et fixe «les grandes lignes directrices du développement du secteur» avant de définir «les stratégies en matière d'eau et d'assainissement». Au nombre des mesures d'accompagnement formulées dans ce projet de document, et qui portent sur 1) le développement scientifique, technique et technologique; 2) la diffusion des connaissances et informations sur l'eau et l'assainissement; 3) la planification; 4) la mobilisation sociale et communautaire; 5) le développement des ressources humaines; 6) les aspects financiers et économiques, figure la «formulation et la mise en œuvre d'un plan directeur en vue de la valorisation et de la gestion rationnelle des ressources en eau». Ce document était soumis au Conseil des ministres et n'était pas encore adopté en avril 2000. Il ne pouvait donc être mis en application.

Le schéma directeur pour la mise en valeur des ressources en eau en était, à la même époque, au stade de la collecte des données: un document exprimant l'état des connaissances sur les ressources en eau a été publié en février 2000. Enfin, le Système d'information sur l'eau (SISE) (outil informatique de gestion et d'exploitation des ressources en eau) n'était que partiellement approprié par la cellule «expert», et ses applications sont, de ce fait, limitées. Un renforcement des capacités s'impose pour rendre ce système pleinement fonctionnel.

ENVIRONNEMENT ET SANTÉ

Une étude d'impact des aménagements hydro-agricoles sur la santé de la population de la Nana-Mambéré a été réalisée. Cette étude a démontré que les aménagements mis en oeuvre n'avaient pas d'impact négatif sur la santé des exploitants; les problèmes de santé rencontrés sont surtout dus à l'absence de structure de santé pour les soins maternels et infantiles dans la zone (FAO, 2002).

PERSPECTIVES POUR LA GESTION DE L'EAU EN AGRICULTURE

La population, du fait de sa pauvreté, vit pour l'essentiel de l'exploitation des ressources naturelles. Avec la poussée démographique et la rareté des ressources, le mécanisme de gestion des conflits relatifs à l'exploitation des ressources deviendra l'une des priorités à gérer dans l'avenir, notamment si la pression s'accroît.

De nombreuses contraintes institutionnelles, techniques, économiques et sociales entravent le développement du pays, notamment celui du secteur agricole et des cultures irriguées. Parmi les plus déterminantes on compte le manque de promotion des cultures irriguées et des aménagements agropastoraux et la difficulté d'accès à l'eau potable. Pour lever ces contraintes, le gouvernement entendait dès le Sommet mondial de l'alimentation (1996) mettre en œuvre des stratégies axées sur le développement de la culture irriguée. Les objectifs à l'horizon 2010 étaient alors: i) l'aménagement de 3 000 ha de bas-fonds et de

1000 ha de petits périmètres maraîchers et la réhabilitation de 100 ha; ii) la réalisation d'un schéma directeur du secteur eau et l'identification de projets intégrés; iii) la promotion des cultures maraîchères et de celles à haute valeur ajoutée dans les zones périurbaines et à forte densité; et iv) la formation des cadres et des producteurs et l'organisation de la commercialisation.

En 2003, les stratégies ont légèrement évolué et passent désormais par la maîtrise et la gestion de l'eau, la concrétisation du programme d'infrastructure, et la gestion et la préservation des ressources naturelles. Les perspectives pour 2015 sont donc: i) le développement de l'irrigation privée en visant des objectifs concrets; ii) la réponse aux urgences et les efforts de remise en état du développement agricole à moyen terme avec une bonne harmonisation des interventions; et iii) la mise en place d'un système d'encadrement privé. Les actions suivantes s'imposent: a) élaborer un plan global d'aménagement du territoire pour éviter la dispersion des efforts et procéder à la réhabilitation de certains périmètres; b) promouvoir des cultures à haute valeur ajoutée; c) réviser la politique nationale en matière d'irrigation; et d) préparer des outils législatifs, pédagogiques et techniques devant servir de support à l'irrigation privée et mettre en place le cadre d'intervention. Au niveau politique, les modifications nécessaires sont: l'incitation à l'investissement privé; la simplification des procédures d'accès à la terre; la mise en place des structures de gestion de la terre; l'élaboration d'une charte ou loi d'orientation foncière; l'adoption de l'approche contractuelle; et le renforcement de l'observatoire du foncier.

De plus, dans le cadre de l'intensification des productions agricoles, les productions maraîchères apparaissent de plus en plus prometteuses en raison de leurs caractéristiques spécifiques qui contribuent à l'intensification de l'agriculture et de l'occupation des sols et de la valorisation optimale de l'eau.

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

Banque mondiale, DGHAT. 1995. *Projet de réhabilitation de l'environnement urbain – Analyse environnementale des composantes du projet dans le cadre du programme de développement municipal.*

Bureau du recensement national, UNICEF. 2001. *Enquêtes à indicateurs multiples – MICS 2000. Rapport final.*

Équipe du système des Nations Unies en République centrafricaine. 2001. *Bilan commun de pays (CCA) – La République centrafricaine face aux défis de la pauvreté, de la bonne gouvernance et de la démocratie.*

FAO. 1991. *Programme de développement de la zone de savanes à vocation vivrière et pastorale.* Centre d'investissement. Rapport 67/91 IF-CAF 9. Rome.

FAO. 1996. *République centrafricaine – Suivi du Sommet mondial de l'alimentation – Projet de stratégie pour le développement agricole national – Horizon 2010.*

FAO. 2000. *République centrafricaine – Résumé de la stratégie actualisée de développement du secteur agricole: horizon 2010.*

FAO. 2001. *Étude prospective nationale FOSA – République centrafricaine*.

FAO. 2002. *Programme de coopération technique – Introduction de techniques de maîtrise de l'eau à faible coût en République centrafricaine. TCP/CAF/8821.*

FAO. 2003. *Éléments de stratégie pour la sécurité alimentaire et le développement agricole – Horizon 2015 – République centrafricaine.*

PNUD. 1990. *Les eaux souterraines de la RCA et leur exploitation.* Rapport préparé par V. Plesinger pour le projet PNUD/DCTD/CAF/86/004.

PNUD. 2000. *Formulation d'une politique et de stratégies de production maraîchère. CAF/99/005/A/08/12.*

PNUD, FENU, ONU-DAES, DGH. 2000. *République centrafricaine – Rapport de mission d'évaluation du 12/03 au 02/04/00 du projet PNUD/FENU/DAES CAF/97/011-CAF/91/C03 (rapport provisoire).*

République démocratique du Congo

GÉOGRAPHIE, CLIMAT ET POPULATION

La République démocratique du Congo (ex-Zaïre), située en Afrique centrale à cheval sur l'équateur, possède un territoire de 2 344 860 km² et, après le Soudan et l'Algérie, est le troisième pays le plus grand d'Afrique. Elle est semi-enclavée, avec un littoral de moins de 100 km sur l'océan Atlantique. Onze provinces la composent et elle partage ses frontières avec neuf pays: au nord la République centrafricaine et le Soudan, à l'est, l'Ouganda, le Rwanda, le Burundi et la République-Unie de Tanzanie, au sud, l'Angola et la Zambie et, à l'ouest, la République du Congo et l'enclave du Cabinda (Angola). Elle possède 80 millions d'hectares de terres cultivables ayant un bon potentiel de fertilité. La végétation est dense et diversifiée. La moitié équatoriale du pays est couverte de forêts (125 millions d'hectares). Proche des tropiques, l'autre moitié est dominée par la savane. Les superficies cultivées en 2002 s'étendaient sur 7.8 millions d'hectares, dont 1.1 million en cultures permanentes (tableau 1).

TABLEAU 1
Caractéristiques du pays et population

Superficies physiques			
Superficie du pays	2002	234 486 000	ha
Superficie cultivée (terres arables et cultures permanentes)	2002	7 800 000	ha
• en % de la superficie totale du pays	2002	3	%
• terres arables (cultures temporaires + prairies et jachères temp.)	2002	6 700 000	ha
• cultures permanentes	2002	1 100 000	ha
Population			
Population totale	2004	54 417 000	habitants
• dont rurale	2004	68	%
Densité de population	2004	23	habitants/km²
Population active	2004	22 644 000	habitants
• en % de la population totale	2004	42	%
• féminine	2004	43	%
• masculine	2004	57	%
Population active dans le secteur agricole	2004	13 880 000	habitants
• en % de la population active	2004	61	%
• féminine	2004	53	%
• masculine	2004	47	%
Économie et développement			
Produit intérieur brut (PIB)	2003	5 600	millions de $EU/an
• valeur ajoutée du secteur agricole (% du PIB)	2002	57.9	%
• PIB par habitant	2003	106	$EU/an
Indice de développement humain (plus élevé = 1)	2002	0.365	
Accès aux sources améliorées d'eau potable			
Population totale	2002	46	%
Population urbaine	2002	83	%
Population rurale	2002	29	%

Le pays se divise en trois zones agro-écologiques:

- une vaste cuvette alluviale au centre, dont l'altitude s'étage entre 300 et 500 m, couvre le tiers du territoire. Sa végétation se compose de forêts équatoriales et de marais. Elle est assez peu peuplée;
- des plateaux étagés de savane bordent cette cuvette au nord et au sud (700 – 1 200 m d'altitude), et sont plus densément peuplés;
- les massifs montagneux volcaniques de haute altitude à l'est et au nord-est (1 500 – 5 000 m) (dans la région de Kivu) ont une densité de population très importante. Cette chaîne sépare le bassin du fleuve du Congo de celui du Nil.

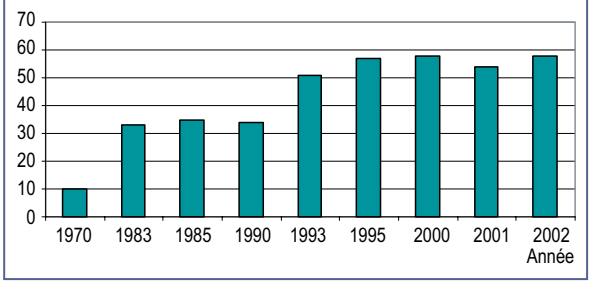
Le climat est équatorial, chaud, humide au centre, et progressivement plus tropical vers le sud et le nord. La pluviométrie y est régulière et abondante (1 545 mm/an en moyenne), mais variable dans le temps et dans l'espace (de 800 à 1 800 mm). Elle permet deux cycles agricoles. La saison des pluies proprement dite, qui dure en moyenne huit mois sur 12, alterne avec une saison sèche.

La population était estimée en 2004 à environ 54.4 millions d'habitants dont 68 pour cent de ruraux (tableau 1). La densité moyenne est de 23 habitants/km^2 mais avec de grandes disparités selon les régions. La croissance démographique annuelle s'élève à 3.3 pour cent. En 2001, 80 pour cent de la population vivaient en dessous du seuil de pauvreté et seulement 4 pour cent de la population active avaient un emploi. En 2000, seuls 29 pour cent des habitants en milieu rural avaient accès à l'eau potable et 83 pour cent en milieu urbain (46 pour cent à l'échelle nationale). L'espérance de vie à la naissance était de 46 ans en 2001 et le taux de prévalence VIH/SIDA de 4.9 pour cent dans la tranche d'âge de 15 à 49 ans. Enfin le taux net de scolarisation en primaire est de 33 pour cent pour les garçons et de 32 pour cent pour les filles.

ÉCONOMIE, AGRICULTURE ET SÉCURITÉ ALIMENTAIRE

L'agriculture occupe une place prépondérante dans l'économie. Elle contribuait pour 58 pour cent au PIB en 2002, contre 35 pour cent en 1985 et moins de 10 pour cent dans les années 1970 (figure 1). Cette part importante du secteur agricole dans le PIB tient à une forte contraction du secteur minier et des autres branches de l'activité économique. Elle procurait près de 17 pour cent de la valeur des exportations en 1995 mais les exportations de produits de rente ont connu une diminution continue entre 1959 et 1996. Enfin, en 2002 le secteur agricole employait 61 pour cent de la population et faisait vivre 70 pour cent (39 millions d'individus) contre 63 pour cent en 2000. Avec une croissance annuelle de 2 pour cent (inférieure à la croissance démographique), l'agriculture du pays ne couvre pas les besoins alimentaires nationaux pour tous les produits. De ce fait, 11 pour cent des céréales sont importés. Le pays a recours aux importations et parfois à l'aide humanitaire pour nourrir sa population; car en milieu rural 73 pour cent de la population souffrent de malnutrition et 30 pour cent des enfants de moins de 5 ans de malnutrition chronique contre 22.4 pour cent en milieu urbain.

FIGURE 1
Évolution de la part de l'agriculture dans le PIB



On distingue deux types d'agriculture: un secteur moderne constitué de grandes exploitations agricoles ou d'élevage et un secteur traditionnel de type familial, où sont cultivées des surfaces réduites suivant des techniques relativement rudimentaires. Les petites exploitations sont au nombre de 3 ou 4 millions, réparties sur 4.5 à 6 millions d'hectares, chaque ménage cultivant en moyenne 1.5 ha. Le système d'exploitation est peu productif et les rendements sont en fonction de la superficie plutôt que de la productivité de l'unité de surface. Les systèmes

de production des cultures vivrières sont essentiellement pluviaux et les cultures dominantes sont les plantes à tubercules, la banane plantain, le maïs, le riz, l'arachide, le haricot, et le palmier à huile. L'exploitation agricole moderne se fonde essentiellement sur les cultures de rente (café, thé, palmier à huile, hévéa, cacao, quinquina, canne à sucre). Récemment, les zones périphériques des centres urbains ont vu se développer la production maraichère irriguée.

RESSOURCES EN EAU ET UTILISATION DE L'EAU

Ressources en eau

Le réseau hydrographique est dense. Il comprend notamment une trentaine de grandes rivières totalisant plus de 20 000 km de berges. Ces eaux débouchent dans le Congo, fleuve de 4 670 km de long avec, à l'embouchure, le deuxième débit le plus important du globe (30 000 m³ d'eau par seconde).

La République démocratique du Congo est le pays le plus arrosé du continent, avec une moyenne de ressources hydriques renouvelables internes de 900 km³/an, ce qui représente presque le quart des ressources en eau douce du continent africain (tableau 2). Ce potentiel est immense et presque entièrement inexploité.

Avec une capacité finale de 44 000 mégawatts, le barrage hydroélectrique d'Inga sur le fleuve Congo est à même de couvrir les besoins en énergie de toute l'Afrique, mais seul 650-750 mW sont produits en raison du non-fonctionnement des deux tiers des turbines.

Utilisation de l'eau

En 2000, les prélèvements d'eau étaient estimés à 356 millions de m³, dont 112 millions pour l'agriculture (32 pour cent), 186 millions pour les usages domestiques (52 pour cent) et 58 millions pour l'industrie (16 pour cent) (tableau 2 et figure 2).

FIGURE 2
Prélèvements en eau
Total: 0.356 km³ en 2000

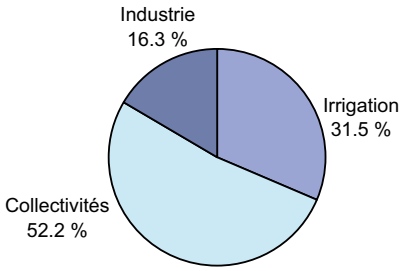


TABLEAU 2
L'eau: ressources et prélèvement

Les ressources en eau renouvelables			
Précipitations moyennes		1 534	mm/an
		3 618	10^9 m³/an
Ressources en eau renouvelables internes		900	10^9 m³/an
Ressources en eau renouvelables réelles totales		1 283	10^9 m³/an
Indice de dépendance		29.9	%
Ressources en eau renouvelables réelles totales par habitant	2004	23 577	m³/an
Capacité totale des barrages		-	10^6 m³
Prélèvements en eau			
Prélèvement total en eau	2000	356	10^6 m³/an
- irrigation + élevage	2000	112	10^6 m³/an
- collectivités	2000	186	10^6 m³/an
- industrie	2000	58	10^6 m³/an
• par habitant	2000	7	m³/an
• en % des ressources en eau renouvelables réelles totales	2000	0.03	%
Ressources en eau non conventionnelles			
Volume d'eaux usées produit		-	10^6 m³/an
Volume d'eaux usées traité		-	10^6 m³/an
Réutilisation des eaux usées traitées		-	10^6 m³/an
L'eau dessalée produite		-	10^6 m³/an
Réutilisation des eaux de drainage		-	10^6 m³/an

FIGURE 3
Superficies avec contrôle de l'eau
Total: 13 500 ha en 1995

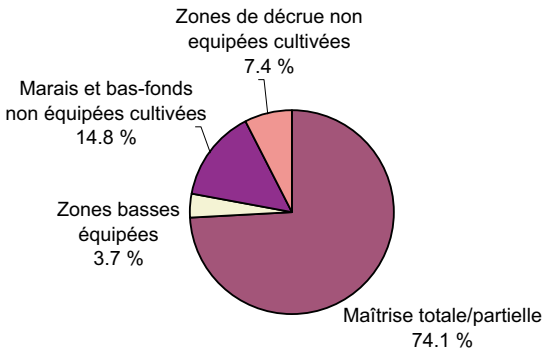
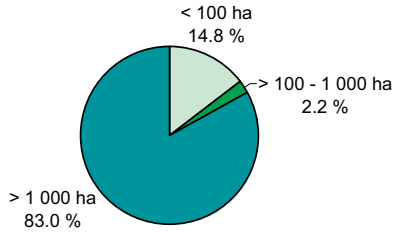


FIGURE 4
Typologie des périmètres irrigués en maîtrise totale/partielle
Total: 10 000 ha en 1995



Eaux internationales: enjeux

La République démocratique du Congo est incluse dans les bassins du fleuve Congo (ou Zaïre) avec huit autres pays: Angola, Burundi, Cameroun, République centrafricaine, Congo, Rwanda, Tanzanie et Zambie, et du Nil avec neuf autres pays: Burundi, Égypte, Érythrée, Éthiopie, Kenya, Rwanda, Soudan, Tanzanie et Ouganda. Elle est membre de l'Initiative du bassin du Nil lancée en 1999.

DÉVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION ET DU DRAINAGE

Le potentiel d'irrigation estimé varie de 4 à 7 millions d'hectares, incluant les petits périmètres de bas-fonds. Malgré ce potentiel très important, les périmètres aménagés ne dépassaient pas 13 500 ha en 1995. Les périmètres en maîtrise totale couvraient 10 000 ha et les zones basses équipées 500 ha. Les superficies de bas-fonds et marais non équipés représentaient alors 2 000 ha et les cultures de décrue 1 000 ha (tableau 3 et figure 3). Il ressort de la répartition par taille des périmètres en maîtrise totale/partielle qu'environ 15 pour cent sont des périmètres ayant moins de 100 ha, 2 pour cent des périmètres de 100 à 1 000 ha et 83 pour cent des périmètres ayant plus de 1 000 ha (tableau 3 et figure 4). En 2000, il était estimé que seuls 6 800 ha des superficies équipées étaient réellement irriguées.

Les systèmes d'irrigation à petite échelle avec une participation majeure des producteurs sont réputés très performants. Par ailleurs, l'horticulture et la riziculture irriguées ont un potentiel productif et rémunérateur élevé sur les sites de Pool Malebo (vaste zone inondable par les crues saisonnières et située entre Kinshasa et le fleuve Zaïre avec une potentialité de 6 000 ha) et Loma (potentialité de 400 ha), grâce à la proximité des villes de Kinshasa et de Mbanza-Ngungu. De plus, l'irrigation et le drainage sont souvent mal maîtrisés: les champs des horticulteurs (zones urbaines et périurbaines) souffrent, suivant les saisons, aussi bien d'un excès d'eau (mauvais drainage) que de manque d'eau (eau insuffisante ou équipement d'exhaure et d'irrigation indisponible ou mal utilisé).

Le Programme national riz (PNR) a réaménagé 150 ha, y compris la réfection des canaux d'irrigation et de drainage et la dotation de matériel de pompage. Il a également réalisé l'aménagement total de 300 ha de bas-fonds dans la région de Kikwit. Sa cellule de génie rural y a effectué des études et des plans relatifs aux petits aménagements et a assisté les paysans dans la construction des périmètres. Enfin un projet d'aménagement portant sur 2 800 ha dans les marais du Pool Malebo était en voie de finalisation en 1996. De loin la culture principale irriguée est la canne à sucre.

GESTION DE L'EAU, POLITIQUES ET DISPOSITIONS LÉGISLATIVES RÉGISSANT L'UTILISATION D'EAU EN AGRICULTURE

Institutions

Parmi les institutions les plus actives en matière de gestion de l'eau et des terres figurent:

TABLEAU 3
Irrigation et drainage

Potentiel d'irrigation		**7 000 000**	**ha**
Contrôle de l'eau			
1. Irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée	1995	10 000	ha
- irrigation de surface	1995	10 000	ha
- irrigation par aspersion		-	ha
- irrigation localisée		-	ha
• partie irriguée à partir des eaux souterraines	1995	0	%
• partie irriguée à partir des eaux de surface	1995	100	%
2. Zones basses équipées (marais, bas-fonds, plaines, mangroves)	1995	500	ha
3. Irrigation par épandage de crues		-	ha
Superficie totale équipée pour l'irrigation (1+2+3)	**1995**	**10 500**	**ha**
• en % de la superficie cultivée	1995	0.13	%
• augmentation moyenne par an sur les …. dernières années		-	%
• superficie irriguée par pompage en % de la superficie équipée		-	%
• partie de la superficie équipée réellement irriguée	2000	70	%
4. Marais et bas-fonds cultivés non équipés	1995	2 000	ha
5. Superficie en cultures de décrue non équipée	1995	1 000	ha
Superficie totale avec contrôle de l'eau (1+2+3+4+5)	**1995**	**13 500**	**ha**
• en % de la superficie cultivée	1995	0.17	%
Périmètres en maîtrise totale/partielle **Critère**			
Périmètres d'irrigation de petite taille < 100 ha	1995	1 480	ha
Périmètres d'irrigation de taille moyenne > 100 ha et < 1000 ha	1995	220	ha
Périmètres d'irrigation de grande taille > 1000 ha	1995	8 300	ha
Nombre total de ménages en irrigation		-	
Cultures irriguées dans les périmètres en maîtrise totale/partielle			
Production totale de céréales irriguées		-	tonnes
• en % de la production totale de céréales		-	%
Superficie totale en cultures irriguées récoltées		-	ha
• Cultures annuelles/temporaires: superficie totale		-	ha
- canne à sucre		-	ha
- riz		-	ha
• Cultures permanentes: superficie totale		-	ha
Intensité culturale des cultures irriguées		-	%
Drainage - Environnement			
Superficie totale drainée	1995	3 900	ha
- partie de la superficie équipée pour l'irrigation drainée		-	ha
- autres surfaces drainées (non irriguées)		-	ha
• superficie drainée en % de la superficie cultivée	1995	0.1	%
Superficie protégée contre les inondations		-	ha
Superficie salinisée par l'irrigation		-	ha
Population touchée par les maladies hydriques liées à l'eau		-	habitants

- le Ministère de l'agriculture et de l'élevage avec sa Direction du génie rural et son Service national d'hydraulique rurale (SNHR);
- le Ministère de l'environnement, des eaux et des forêts et sa Direction des ressources en eaux (DRE) qui gère les eaux en tant qu'écosystème;
- le Ministère du développement rural.

L'exploitation et la distribution d'eau relèvent d'une société d'État, la Régie des eaux (REGIDESO), pour le milieu urbain et du SNHR pour le milieu rural.

La recherche incombe à l'Institut national pour l'étude et la recherche agronomique (INERA), au Centre de recherche agro-alimentaire (CRAA) et au Centre de l'information environnementale (CNIE) qui cherche à apaiser les préoccupations inhérentes aux lacunes constatées dans la production, le traitement, l'analyse, la valorisation et la circulation de l'information environnementale.

Politiques et dispositions législatives

En République démocratique du Congo, le régime foncier est régi par la loi n°73-021 du 20 juillet 1973, modifiée et complétée par la loi n° 80-008 du 18 juillet 1980 qui fait de l'État le seul propriétaire du sol et du sous-sol. Cette loi prévoit l'accord préalable du chef du clan propriétaire avant l'entérinement par l'autorité administrative de l'attribution des terres. L'accès aux terres est très inégal, malgré leur abondance, en raison de ce droit foncier encore très fortement marqué par les coutumes qui prévoient la détention en propriété par les chefs de vastes domaines.

ENVIRONNEMENT ET SANTÉ

Les eaux sont sujettes à différentes formes de pollution:

- la pollution liée à l'état d'insalubrité généralisé des villes;
- la pollution complexe liée à l'activité industrielle et au transport (notamment pour les lacs, le fleuve Congo et les rivières sur des biefs navigables);
- la pollution liée à l'activité pétrolière, notamment le long du littoral atlantique où deux entreprises exploitent le pétrole brut, et une raffinerie le pétrole brut importé.

PERSPECTIVES POUR LA GESTION DE L'EAU EN AGRICULTURE

Il ressort des études réalisées dans le cadre de la formulation du document national du Programme spécial pour la sécurité alimentaire (PSSA) que la maîtrise de l'eau, grâce aux aménagements hydro-agricoles des bas-fonds dans les zones situées autour de Kinshasa et dans le Bas-Congo, pourrait contribuer à combler rapidement le déficit alimentaire. Cependant, la capacité nationale d'aménagement et de mise en valeur des bas-fonds a été sérieusement affectée par les multiples crises sociopolitiques. Un nombre important de techniciens a quitté le pays, les services d'encadrement nationaux ne sont plus opérationnels et les producteurs ruraux ne bénéficient presque plus d'une assistance technique et matérielle, ce qui a provoqué l'abandon de certains périmètres aménagés. Pour la relance du sous-secteur des aménagements hydro-agricoles, il est nécessaire d'investir dans la construction de nouveaux périmètres et dans la remise en état des anciens, de renforcer la capacité locale par le biais d'une formation technique adaptée aux besoins des producteurs et des encadreurs nationaux et de mettre à disposition les intrants nécessaires à la production agricole.

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

Association nationale pour l'évaluation environnementale (ANEE). 2004. *République démocratique du Congo – Actes des séminaires de formation et atelier de haut niveau en évaluation environnementale.*

Banque mondiale. 1988. *Mémorandum sur le secteur agricole. Zaïre: vers un développement agricole soutenu.* Rapport 7356-ZR.

Fonds africain de développement (FAD). 2004. *République démocratique du Congo – Projet d'appui à la réhabilitation du secteur agricole et rural dans les provinces de Bandundu et Bas-Congo (PASAR). Rapport d'évaluation.*

FAO. 1990. *Orientations pour un schéma régional d'aménagement de l'Équateur et pré-identification de projets d'investissement.* FAO/CI Rapport 98/90 TA -ZAI 39.

FAO. 2000a. *République démocratique du Congo – Stratégie actualisée de développement du secteur agricole: horizon 2010.*

FAO. 2000b. *République démocratique du Congo – Suivi du Sommet mondial de l'alimentation – Projet de stratégie pour le développement agricole national – Horizon 2010.*

FAO. 2001. *Étude prospective nationale (FOSA) – République démocratique du Congo.*

FAO. 2003a. *Appui à la maîtrise et à la gestion de l'eau dans le cadre du PSSA, bas-fonds de Tshuenge et de Loma.* TCP/DRC/2906.

FAO. 2003b. *Profil des politiques et stratégies de sécurité alimentaire et de développement agricole – République démocratique du Congo.*

FAO. 2004. *Suivi du Sommet mondial de l'alimentation: cinq ans après – Eléments de stratégie nationale pour la sécurité alimentaire et le développement agricole – Horizon 2015 – République démocratique du Congo.*

FIDA. 2003. *Democratic Republic of Congo – Country strategic opportunities paper.*

Ministère de l'agriculture et de l'élevage, FAO. 1999. *Projet d'appui au développement de l'horticulture urbaine et périurbaine – Document de projet. Projet GCP/DRC/028/BEL.*

PNUD. 2000. *Projet de la République démocratique du Congo – Appui aux producteurs du secteur agricole.*

PNUD, FAO. 1996. *Zaïre – Renforcement du Programme national riz (PNR) – Conclusions et recommandations du projet. AG: DP/ZAI/92/001 rapport terminal.*

Système commun des Nations Unies. 1999. *République démocratique du Congo – Bilan commun de pays.*

Rwanda

DONNÉES PHYSIQUES, CLIMAT ET POPULATION

La République du Rwanda se situe dans la région des grands lacs d'Afrique centrale. Son territoire enclavé s'étend sur une superficie de 26 340 km². Le pays partage ses frontières avec l'Ouganda au nord, la République-Unie de Tanzanie à l'est, le Burundi au sud et la République démocratique du Congo à l'ouest. D'une altitude moyenne de 1 250 m, et avec une inclinaison générale orientée d'ouest en est, le relief s'élève progressivement des plateaux du sud-est vers le nord et l'ouest où il culmine en une chaîne de montagnes appelée «Crête Congo-Nil», variant de 2 200 m à 3 000 m, et en une chaîne de volcans (4 507 m). Ce relief est fait d'une multitude de collines et de hautes montagnes abruptes sujettes à une forte érosion. Tandis que la superficie cultivable est estimée à environ 1.5 million d'hectares, en 2002 les terres cultivées couvraient déjà 1 385 000 ha, ce qui représente plus de la moitié de la superficie totale du pays et 92 pour cent de la superficie cultivable. La couverture forestière nationale était estimée à 527 653 ha en 2004, soit 20 pour cent de la superficie totale. Selon des estimations récentes, la moitié du pays souffre d'érosion modérée à sévère. De plus, deux tiers des terres cultivées se caractérisent par leur acidité et leur épuisement, tout en étant exploitées car le manque de terres ne permet pas la jachère.

En dépit de la proximité de l'équateur, grâce à l'altitude, le climat est tropical tempéré. Le Rwanda a un rythme thermique pratiquement constant au cours de l'année et une pluviométrie moyenne annuelle de 1 200 mm, variant de 800 à 2 000 mm selon les régions. Le pays peut se diviser en trois zones agroclimatiques: i) région de haute altitude, ii) plateau central, et iii) plateau de l'est et basses terres de l'ouest (tableau 1).

Le pays connaît quatre saisons:

- Petite saison des pluies: mi-septembre – fin décembre (avec 30 pour cent de la pluie annuelle);
- Petite saison sèche: janvier – février (avec 22 pour cent de la pluie annuelle);
- Grande saison des pluies: mars – mai (avec 48 pour cent de la pluie annuelle);
- Grande saison sèche: juin – mi-septembre.

La population était estimée en 2004 à presque 8.5 millions d'habitants dont 80 pour cent de ruraux (tableau 2). Sa croissance annuelle était de 2.5 pour cent sur la période

TABLEAU 1
Les trois zones agro-climatiques

Paramètre	Région de haute altitude	Plateau central	Plateau de l'est et basses terres de l'ouest
Pluie (mm/an)	1 300 – 2 000	1 200 – 1 400	700 – 1 400
Température (°C)	16 – 17	18 – 21	20 – 24
Evapotranspiration (mm/an)	1 000 – 1 300	1 300 – 1 400	00 – 1 750
Humidité relative (%)	80 – 95	70 – 80	50 – 70
Coefficient d'écoulement (%)	18	22	10

TABLEAU 2
Caractéristiques du pays et population

Superficies physiques			
Superficie du pays	2002	2 634 000	ha
Superficie cultivée (terres arables et cultures permanentes)	2002	1 385 000	ha
• en % de la superficie totale du pays	2002	53	%
• terres arables (cultures temporaires + prairies et jachères temp.)	2002	1 116 000	ha
• cultures permanentes	2002	269 000	ha
Population			
Population totale	2004	8 481 000	habitants
• dont rurale	2004	80	%
Densité de population	2004	322	habitants/km^2
Population active	2004	4 512 000	habitants
• en % de la population totale	2004	53	%
• féminine	2004	51	%
• masculine	2004	49	%
Population active dans le secteur agricole	2004	4 067 000	habitants
• en % de la population active	2004	90	%
• féminine	2004	55	%
• masculine	2004	45	%
Économie et développement			
Produit intérieur brut (PIB)	2003	1 600	millions de $EU/an
• valeur ajoutée du secteur agricole (% du PIB)	2003	42	%
• PIB par personne	2003	189	$EU/an
Indice de développement humain (plus élevé = 1)	2002	0.431	
Accès aux sources améliorées d'eau potable			
Population totale	2002	73	%
Population urbaine	2002	92	%
Population rurale	2002	69	%

1997-2003. La densité, 322 habitants/km^2, est l'une des plus importantes d'Afrique et plus de 60 pour cent de la population vivaient en dessous du seuil de pauvreté en 2002. L'eau potable était accessible pour 73 pour cent de la population en 2002 (92 pour cent en milieu urbain et 69 pour cent en milieu rural). La prévalence du VIH/SIDA parmi la population âgée de 15 à 49 ans était de 5.1 pour cent à la fin de 2003.

ÉCONOMIE, AGRICULTURE ET SÉCURITÉ ALIMENTAIRE

Le secteur agricole occupe une place prépondérante dans l'économie rwandaise, qui a bien récupéré depuis les évènements de 1994 (assassinat du Président de la République et massacres interethniques qui s'ensuivirent). Il est la principale source de devises du pays et des moyens de subsistance de la population et emploie 90 pour cent de la population active totale. Il contribuait en 2004 pour 44 pour cent au PIB et apporte plus de 80 pour cent des recettes totales d'exploitation. Les exportations sont constituées surtout par le thé et le café, respectivement 38 pour cent et 26 pour cent en 2002. Les évènements de 1994 ont gravement accentué le déficit alimentaire déjà observé depuis le milieu des années 1980, rendant obligatoire le recours aux importations commerciales et à une aide alimentaire directe importante. La production agricole vivrière est principalement destinée à l'autoconsommation et, malgré son accroissement, elle ne couvre pas les besoins alimentaires et nutritionnels. Alors que la production alimentaire est revenue à la normale dans la majeure partie des provinces, la production des cultures d'exportation est encore faible, particulièrement celle du café (la moitié de celle du début des années 1980).

Les systèmes de production sont centrés sur les cultures vivrières d'autoconsommation. Ce sont de petites exploitations familiales d'une superficie moyenne cultivée de l'ordre de 0.9 ha avec cinq ou six membres. L'agriculture est presque exclusivement pluviale et se pratique surtout sur colline. Les cultures principales sont: i) en basse et moyenne

altitude, la banane, le haricot, le sorgho, le manioc et la patate douce et ii) en haute altitude, le haricot, le maïs, la patate douce et la pomme de terre. Les systèmes de culture sont complexes avec des plantes cultivées en association et réparties en deux cycles par année (septembre - janvier et janvier - juin). L'élevage fait partie de tous les systèmes où il joue un rôle économique et dans la gestion de la fertilité des sols. L'emploi des engrais minéraux, de la chaux et des autres ingrédients fertilisants est très limité. En revanche, l'utilisation du fumier est désormais une pratique courante, contrairement à la jachère rendue impossible par la faible disponibilité des terres.

Les principales contraintes au développement de l'agriculture sont la forte pression humaine conjuguée au manque de terre, d'où un déboisement marqué et une augmentation des terres marginales en culture très susceptibles à l'érosion, ainsi qu'une dégradation des ressources hydriques.

RESSOURCES EN EAU ET UTILISATION DE L'EAU

Ressources en eau

Le réseau hydrographique est abondant et dense. On distingue deux grands bassins hydrographiques, la ligne de partage des eaux étant la «Crête Congo-Nil»:

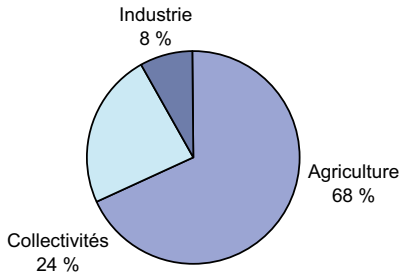
- le bassin du haut Nil qui occupe 76 pour cent du pays, draine 90 pour cent des eaux nationales à travers la Nyabarongo et l'Akagera, principal affluent du lac Victoria, qui est la source du Nil Blanc. Le bassin d'Akagera contribue pour 10 pour cent aux eaux du Nil;
- le bassin du Congo-Nil qui occupe 24 pour cent du pays et draine 10 pour cent des eaux du pays depuis le bassin du lac Kivu jusqu'au lac Tanganyika.

Les eaux occupent environ 8 pour cent du territoire, soit 211 000 ha. Les lacs couvrent 128 190 ha, dont plus de 80 pour cent pour la partie rwandaise du lac Kivu, alors que les rivières intéressent 7 260 ha et les marais et les bas-fonds inondés 77 000 ha. La plupart des lacs et des rivières sont alimentés par les marais. Il faut noter que les eaux superficielles des lacs et des cours d'eau du Rwanda sont en général chargées d'alluvions et de sédiments suite à l'érosion.

La superficie totale des marais dans le pays est estimée à environ 165 000 ha, dont 53 000 ha pour le réseau primaire, constitué par les grands marais qui longent les principaux cours d'eau (Mwogo, Nyabarongo, Akanyaru, Akagera) et 112 000 ha pour les réseaux hydrographiques inférieurs, constitués par les petits et moyens marais et bas-fonds. Mis à part le Parc de l'Akagera, aucun des marais n'est protégé, néanmoins cinq marais ont été décrits comme étant d'une importance cruciale pour la protection de la biodiversité dans le cadre de la Convention de Ramsar visant la protection des zones humides.

Les eaux souterraines restent, quant à elles, un domaine encore inexploré, hormis quelques forages réalisés par certains projets et un nombre limité d'environ 22 000 sources inventoriées dans le pays jusqu'à présent. Mais l'érosion très importante des bassins versants ne favorise pas une recharge normale de la nappe phréatique.

FIGURE 1
Prélèvements en eau
Total: 0.150 km³ en 2000



Utilisation de l'eau

En 2000, les prélèvements en eau étaient estimés à 150 millions m³/an. L'agriculture, principal secteur consommateur, en utilise 68 pour cent, le secteur domestique 24 pour cent et l'industrie 8 pour cent seulement (tableau 3 et figure 1).

TABLEAU 3
L'eau: ressources et prélèvement

Les ressources en eau renouvelables			
Précipitations moyennes		1 212	mm/an
		31.92	10^9 m³/an
Ressources en eau renouvelables internes		9.5	10^9 m³/an
Ressources en eau renouvelables réelles totales		9.5	10^9 m³/an
Indice de dépendance		0	%
Ressources en eau renouvelables réelles totales par habitant	2004	1 120	m³/an
Capacité totale des barrages		-	10^6 m³
Prélèvements en eau			
Prélèvement total en eau	2000	150	10^6 m³/an
- irrigation + élevage	2000	102	10^6 m³/an
- collectivités	2000	36	10^6 m³/an
- industrie	2000	12	10^6 m³/an
• par habitant	2000	19	m³/an
• en % des ressources en eau renouvelables réelles totales	2000	1.6	%
Ressources en eau non conventionnelles			
Volume d'eaux usées produit		-	10^6 m³/an
Volume d'eaux usées traité		-	10^6 m³/an
Réutilisation des eaux usées traitées		-	10^6 m³/an
L'eau dessalée produite		-	10^6 m³/an
Réutilisation des eaux de drainage		-	10^6 m³/an

Eaux internationales: enjeux

Le Rwanda participe aux initiatives visant le développement régional des cours d'eaux internationaux qui le traversent:

- l'Initiative du bassin du Nil (Nile Basin Initiative, NBI), avec les autres pays arrosés par le Nil;
- l'Organisation pour l'aménagement et le développement du fleuve Kagera (OBK) depuis les années 1970. Elle a pour objectif d'assurer un meilleur usage des ressources communes au Rwanda, au Burundi, en République-Unie de Tanzanie, au Kenya et en Ouganda. Le fleuve Kagera forme la frontière entre le Rwanda et la République-Unie de Tanzanie, puis poursuit son chemin jusqu'au lac Victoria;
- sur la rivière Ruzizi, deux barrages ont déjà été aménagés pour fournir de l'énergie au Rwanda, au Burundi et à la République démocratique du Congo sous forme de réseau interconnecté. L'aménagement d'un troisième barrage Ruzizi III, qui intéresse les pays de la Communauté économique des pays des grands lacs (CEPGL), est à l'étude.

Le pays est aussi inclus dans le bassin du fleuve Congo (Zaïre) pour lequel il n'existe pas d'organisme de bassin.

DÉVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION ET DU DRAINAGE

Évolution du développement de l'irrigation

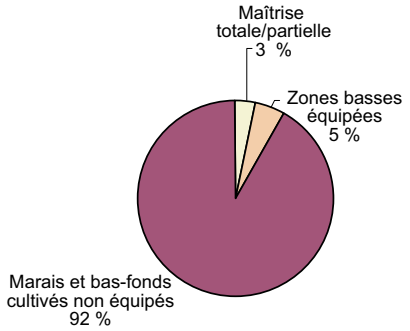
Le Rwanda possède 165 000 ha de marais: 94 000 ha sont exploités par des méthodes traditionnelles alors que 5 000 ha sont aménagés moyennant des infrastructures de maîtrise de l'eau. Le chiffre de 94 000 ha paraît inférieur au chiffre réel étant donné que la plupart des marais ne sont pas gérés officiellement et n'apparaissent donc pas dans les statistiques officielles; en outre, le retour des anciens réfugiés, notamment dans la région de l'Akagera à l'est du pays, a probablement augmenté de façon considérable les superficies cultivées. De fait, l'existence de marais encore à l'état naturel (ou presque) indique la difficulté des paysans à les aménager ou à maîtriser l'eau, d'une part, parce qu'ils sont totalement inondés et, de l'autre, parce que le coût d'installation des systèmes de drainage (motopompes, etc.) serait excessif. Le drainage est l'opération clé qui permet de cultiver le marais en saison des pluies, alors que l'irrigation n'est qu'un

TABLEAU 4
Irrigation et drainage

Potentiel d'irrigation		**165 000**	**ha**
Contrôle de l'eau			
1. Irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée	1996	3 500	ha
- irrigation de surface	1996	3 500	ha
- irrigation par aspersion		-	ha
- irrigation localisée		-	ha
• partie irriguée à partir des eaux souterraines		-	%
• partie irriguée à partir des eaux de surface		-	%
2. Zones basses équipées (marais, bas-fonds, plaines, mangroves)	2000	5 000	ha
3. Irrigation par épandage de crues		-	ha
Superficie totale équipée pour l'irrigation (1+2+3)	**2000**	**8 500**	**ha**
• en % de la superficie cultivée	2000	0.7	%
• augmentation moyenne par an sur les … dernières années		-	%
• superficie irriguée par pompage en % de la superficie équipée		-	%
• partie de la superficie équipée réellement irriguée		-	%
4. Marais et bas-fonds cultivés non équipés	2000	94 000	ha
5. Superficie en cultures de décrue non équipée		-	ha
Superficie totale avec contrôle de l'eau (1+2+3+4+5)	**2000**	**102 500**	**ha**
• en % de la superficie cultivée	2000	8.9	%
Périmètres en maîtrise totale/partielle	**Critère**		
Périmètres d'irrigation de petite taille	< ha	-	ha
Périmètres d'irrigation de taille moyenne	> ha et < ha	-	ha
Périmètres d'irrigation de grande taille	> ha	-	ha
Nombre total de ménages en irrigation		-	
Cultures irriguées dans les périmètres en maîtrise totale/partielle			
Production totale de céréales irriguées		-	tonnes
• en % de la production totale de céréales		-	%
Superficie totale en cultures irriguées récoltées		-	ha
• Cultures annuelles/temporaires: superficie totale		-	ha
• Cultures permanentes: superficie totale		-	ha
Intensité culturale des cultures irriguées		-	%
Drainage - Environnement			
Superficie totale drainée		-	ha
- partie de la superficie équipée pour l'irrigation drainée		-	ha
- autres surfaces drainées (non irriguées)		-	ha
• superficie drainée en % de la superficie cultivée		-	%
Superficie protégée contre les inondations		-	ha
Superficie salinisée par l'irrigation		-	ha
Population touchée par les maladies hydriques liées à l'eau		-	habitants

supplément qui n'est nécessaire que durant les trois mois de la saison sèche, sauf en cas de déficit pluviométrique. Parmi ces 94 000 ha, 15 000 ha appartiennent au réseau primaire et 79 000 ha aux réseaux secondaires. Sur les 5 000 ha aménagés, 4 000 ha devraient être réhabilités. La superficie aménagée en maîtrise totale pour la riziculture s'élève à 3 500 ha (tableau 4 et figure 2).

FIGURE 2
Répartition des superficies avec contrôle de l'eau
Total: 102 500 ha en 2000



Rôle de l'irrigation dans la production agricole, l'économie et la société

Les coûts d'aménagement concernent:

- la maîtrise totale de l'eau pour de petits marais et bas-fonds: 3 500 dollars EU/ha;

- la maîtrise totale de l'eau pour de grands marais: 8 000 dollars EU/ ha.

L'irrigation par gravité sans retenue d'eau permet une récolte de riz par an en alternance avec des cultures vivrières et maraîchères. Dans ces conditions, l'intensité culturale, très élevée, est proche de trois. La quantité d'eau disponible est en général insuffisante pour entreprendre une deuxième culture de riz entre-temps. Grâce à l'irrigation par gravité avec retenue d'eau, on peut faire deux récoltes de riz par an, séparées par une saison sèche durant laquelle polyculture et maraîchage peuvent être pratiqués avec des plantes à cycle court. Ce modèle à haute intensité culturale exige que les agriculteurs soient mieux organisés afin d'éviter les retards dans le semis ou le repiquage du riz. L'investissement est plus coûteux puisqu'il prévoit la construction d'une digue et les manœuvres d'irrigation sont aussi plus délicates.

GESTION DE L'EAU, POLITIQUE ET DISPOSITIONS LÉGISLATIVES RÉGISSANT L'UTILISATION D'EAU EN AGRICULTURE

Institutions

Les institutions actives en matière de gestion des ressources en eau et en terres sont:

- le Ministère de l'agriculture et des ressources animales (MINAGRI), par le biais de l'Unité du génie rural et de la conservation des sols, qui s'occupe de l'aménagement et de la conservation des sols moyennant le terrassement, le drainage et l'irrigation. Le MINAGRI est responsable de l'utilisation rationnelle des potentialités hydriques à des fins agricoles;
- le Ministère des terres, de l'environnement, des forêts, de l'eau et des ressources naturelles (MINITERE), par l'entremise de sa Direction de l'eau et de l'assainissement chargée de l'hydraulique rurale, de la gestion des ressources en eau et de l'assainissement. Elle a pour attributions principales: i) la définition, l'actualisation permanente et la mise en application de la politique nationale en matière d'eau et d'assainissement; ii) l'élaboration des stratégies d'approvisionnement en eau potable; iii) le contrôle de la qualité de l'eau; iv) la sensibilisation de la population aux problèmes de transport, de traitement et de conservation de l'eau à domicile;
- l'Electrogaz, entreprise auparavant publique, créée en 1976 (Décret-loi nº 118/ 76), est responsable de la production et distribution d'électricité et d'eau en milieu urbain, mais elle fonctionne à perte et n'arrive pas à satisfaire les besoins de la population, notamment du fait de déficits techniques élevés (40 pour cent sur le réseau de distribution de Kigali). Le monopole de cet établissement a été levé par la loi Nº 18 / 99 du 30/ août / 1999;
- les districts, qui sont propriétaires des adductions rurales sur le plan juridique et institutionnel (Arrêté Présidentiel n°291/11 du 15 mai 1987). Cette responsabilité est renforcée par la nouvelle politique de décentralisation qui donne aux communautés locales le droit d'en déléguer la gestion aux régies associatives ou aux opérateurs privés.

Gestion de l'eau

Dans les projets d'aménagement de marais, la redistribution des parcelles se fait de façon égalitaire, sans tenir compte de la situation antérieure. Avant l'aménagement, les parcelles individuelles étaient planifiées en fonction de la nature du terrain ou de la qualité du sol et de l'accès à l'eau. Ce partage complexe, décidé en accord avec les différents membres de l'association, était fait dans un souci d'équité et reposait sur la bonne connaissance du terrain. Avec l'aménagement, les exploitants redoutent les nouvelles assignations de parcelles décidées à leur insu et sans connaissance des réalités locales. L'aménagement et l'attribution des terres des marais relèvent normalement des districts, alors que l'entretien des marais aménagés comportant des travaux collectifs, tels que la réhabilitation des réseaux d'irrigation et de drainage, est sous la responsabilité

des associations. Un entretien individuel (curage des irrigateurs, réfection des diguettes, nivellement) devrait être effectué après chaque campagne agricole. Cependant, cet entretien est très insuffisant en raison de l'absence d'encadrement technique adéquat et de l'insuffisance de motivation des agriculteurs. Du côté des techniciens, le manque de spécialistes d'irrigation rend le problème encore plus aigu, faute de personnel pouvant expliquer aux usagers le fonctionnement de l'irrigation.

À la différence du marais traditionnel où l'exploitation est individuelle et où chaque exploitant pratique les cultures de son choix, dans les marais aménagés les associations prédominent et deux modes de mise en valeur sont pratiqués dans les lots attribués à chaque groupe: individuelle et collective. La mise en valeur individuelle est la plus répandue tandis que, dans la mise en valeur collective, les membres du groupe partagent les dépenses et les bénéfices. Les marais aménagés par les services de l'État et par les projets sont généralement plus importants. Ils peuvent être exploités en monoculture (riz) pendant une campagne et partiellement pendant la seconde ou en polyculture. Dans un marais où se pratiquent plusieurs cultures, c'est l'agronome qui, au moment de chaque campagne, choisit le type de spéculation.

Politique et dispositions législatives

La présence de deux droits caractérise le régime foncier: le droit écrit et le droit coutumier. Le premier reconnaît les terres faisant l'objet d'une procédure d'appropriation privative (immatriculation, cadastrage, titre de propriété). Il permet à une très faible minorité de la population qui en a les moyens d'acquérir la propriété et de disposer de droits absolus sur la terre. Le droit coutumier est appliqué sur d'importantes superficies sur lesquelles les paysans ont le droit d'usus mais le véritable propriétaire des terres reste l'État.

L'accès aux terres de collines est garanti par l'héritage, tant par la coutume que par la loi (les femmes peuvent aussi en bénéficier depuis 1999). Elles peuvent être données aussi en location, en exploitation temporaire ou vendues par les propriétaires. En ce qui concerne les marais, le décret du 11 juillet 1960 sur le régime foncier stipule que toutes les terres de marais sont la propriété exclusive de l'État et peuvent être mises à la disposition de la population pour leur utilisation et profit. Cependant le gouvernement a le droit inconditionnel de reprendre ces terres pour les redistribuer ou pour d'autres utilisations publiques. Dans ce cas, l'occupant de la terre est indemnisé. La sécurité foncière n'est donc pas garantie, ce qui ne stimule pas l'investissement dans l'agriculture des marais et la gestion durable.

En 2004, une nouvelle loi foncière a été préparée par le MINITERE et votée par le Parlement (avant-projet de loi portant régime foncier du Rwanda), qui définit la propriété de la terre, les droits et les obligations des propriétaires de la terre et les transactions de terre. La loi reconnaît le domaine privé des particuliers, le domaine foncier de l'État et le domaine foncier des communes.

L'eau est considérée comme un bien commun: elle appartient à tous mais n'est propriété de personne, même pas de l'État. La gestion de l'eau est placée sous la tutelle du gouvernement, dans l'intérêt public. Bien que personne ne puisse posséder l'eau, les gens peuvent avoir le droit de l'utiliser. La politique du secteur de l'eau visant à satisfaire les besoins hydriques dans le pays, en préparation par le MINITERE, contient les points suivants: i) gestion de la ressource en eau; ii) augmentation de l'accès à l'eau potable; iii) accroissement de l'accès à l'eau à usage agricole; iv) développement de l'assainissement et de l'hygiène; v) utilisation de l'eau comme source d'énergie; vi) maîtrise de l'eau pour protéger l'environnement. La politique vise à garantir l'accès à l'eau à tout le monde de façon équitable et d'une manière durable. Elle insiste sur l'importance de protéger les principales sources d'eau: lacs, rivières, eau souterraines et marais notamment. Elle reconnaît le rôle à la fois économique et social de l'eau, et l'importance d'une coopération pour la gestion de bassins versants internationaux. Une

ébauche de loi sur l'eau est en préparation. Elle sera adoptée et promulguée en 2005 et aidera à renforcer le cadre réglementaire pour la gestion intégrée durable des ressources en eau.

Le document de politique nationale de conservation des eaux et des sols propose de garantir la conservation des ressources en sols associée à une intensification de la production agricole dans un environnement de production durable.

ENVIRONNEMENT ET SANTÉ

La pollution physico-chimique des eaux n'est pas fréquente en raison du faible niveau d'activités industrielles et d'emploi des intrants agricoles. En revanche, la pollution microbiologique due aux grandes concentrations humaines est souvent observée. Les jacinthes d'eau étouffent certains lacs et cours d'eau, dont les lacs Victoria, Cyohoha et Rwero, et les rivières Nyabarongo et Akagera.

La déforestation, en particulier dans les bassins versants en amont, et l'occupation non planifiée des terres ont pour résultat de sérieux problèmes d'érosion entraînant la dégradation de millions d'hectares. Cette dernière a un impact significatif sur les débits d'eau en aval et la détérioration de la qualité de l'eau des rivières, lacs et marais, due à la sédimentation et la pollution ponctuelle ou diffuse.

Principal risque environnemental est le drainage qui, s'il est trop profond, tend à provoquer un assèchement durable, voire irréversible, du marais.

PERSPECTIVES POUR LA GESTION DE L'EAU EN AGRICULTURE

Beaucoup d'infrastructures hydrauliques en milieu rural ont été endommagées lors des événements de 1994. Pour sa réhabilitation et son développement, le secteur de l'eau prévoit un certain nombre d'actions telles que:

- l'inventaire des dégâts afin de relancer les investissements de remise en état;
- la sensibilisation de la population rurale pour obtenir sa participation active à la gestion des infrastructures hydrauliques mises à sa disposition;
- l'aménagement et l'irrigation de 2 000 ha dans la région naturelle du Mutara, au nord-est du pays, pour la production de riz et de soja;
- la préparation et la mise en oeuvre du plan directeur d'irrigation concernant 1 000 ha dans la région naturelle du Bugesera au sud-est du pays;
- l'achèvement des études de drainage et d'aménagement des marais des rivières Nyabarongo et Akanyaru;
- le drainage et l'irrigation de tous les petits marais du pays;
- la formation des cadres en techniques de planification et de gestion des activités du secteur de l'eau;
- l'actualisation de l'inventaire des ressources en eau;
- l'achèvement du plan directeur de gestion des ressources en eau;
- la mise en place d'instruments juridiques pour une meilleure gestion des ressources en eau.

En particulier, à l'horizon 2010, les objectifs suivants ont été définis à la suite du Sommet mondial de l'alimentation de 1996:

- aménagement de 12 000 ha de petits marais, bas-fonds et de 60 000 ha sur les collines des bassins versants attenants pour une maîtrise totale de l'eau et la conservation des sols;
- aménagement de 5 000 ha de grands marais pour une maîtrise totale de l'eau.

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

Anonymous. 2003. *Proceedings of the water utilities partnership workshop, Nairobi. Présentation du secteur de l'eau au Rwanda.*

Banque mondiale. 1996. *Proceedings of the World Bank sub-saharan Africa water resources technical workshop.* Nairobi, Kenya, 12-15/02/1996.

Banque mondiale. 2000. *Rwanda - Rural sector support project. Environmental assessment.*

Banque mondiale. 2004. *Republic of Rwanda - Integrated management of critical ecosystems.*

Equipe interdisciplinaire intégrée de terrain/AID-WMSII. 1987. R*apport sur la stratégie nationale pour le développement et la gestion des petits marais.*

FAO. 1993. *Appui au projet Inventaire des marais du Rwanda: Compte rendu final du projet* TCP/RWA/2254.

FAO. 1993. *Inventaire des marais du Rwanda: Conclusions et recommandations.* Compte rendu final du projet PNUD/FAO/RWA/89/006.

FAO. 1996. *Rwanda - Suivi du Sommet mondial de l'alimentation. Projet de stratégie pour le développement agricole national. Horizon 2010.*

FAO. 2000. *Rwanda - Stratégie actualisée de développement du secteur agricole: horizon 2010.*

FAO. 2001. *Rwanda - Document FOSA: Étude prospective du secteur forestier en Afrique.*

FAO. 2002. *Rwanda - Programme spécial pour la sécurité alimentaire (PSSA).* Document de programme national.

FAO. 2003. *Éléments de stratégie pour la sécurité alimentaire et le développement agricole horizon 2015: Rwanda.*

FIDA. 2002. *Rwandese Republic - Country strategic opportunities paper.*

Ministère des finances et de la planification économique. 2003. *Rwanda - Indicateurs de développement du Rwanda*.

Ministère des finances et de la planification économique. 2004. *Rwanda – Poverty Reduction Strategy*. Annual Progress Report.

Ministère des terres, de l'environnement, des forêts, de l'eau et des mines. 2003. *Rwanda – Politique nationale de l'environnement du Rwanda*.

PNUD. 1999. *Common country assessment 1999/2000 - Rwanda. Paper 5 - Environment.*

OMS. 2000. *Water supply & sanitation sector assessment 2000 - Rwanda.*

Sao Tomé-et-Principe

GÉOGRAPHIE, CLIMAT ET POPULATION

La République de Sao Tomé-et-Principe, constituée de deux îles principales et de plusieurs autres plus petites, est située à 300 km environ des côtes du Gabon en Afrique de l'Ouest. La superficie totale de l'archipel est 960 km² et sa zone maritime d'exclusivité économique couvre 1 600 km². Les superficies cultivées occupaient 54 000 ha en 2002 dont 47 000 ha en cultures permanentes, alors que les forêts et bois représentaient 50 000 ha. Le point le plus haut de Sao Tomé culmine à 2 024 m d'altitude. L'île de Sao Tomé est la plus accidentée, son relief est en effet irrégulier dans toute la moitié ouest de l'île où se trouvent des chaînes montagneuses. L'île de Principe peut être divisée en deux régions: une plate-forme d'altitude de 120-180 m avec un relief peu prononcé au nord, et une chaîne montagneuse (948 m) au sud. Les îles sont d'origine volcanique, constituées de basalte. Les différents types de sols proviennent de roches basaltiques et présentent une fertilité acceptable, ainsi qu'une bonne capacité d'absorption d'eau. L'île de Principe, n'est pas, en termes de sols, aussi riche que Sao Tomé.

Le climat est tropical humide avec deux saisons sèches et deux saisons des pluies. La nature montagneuse des îles est à l'origine d'une grande diversité climatique. La pluviosité moyenne annuelle varie entre 2 000 et 3 000 mm, mais elle dépasse les 6 000 mm dans le sud-ouest de Sao Tomé et n'atteint pas 900 mm dans le nord-est; elle varie de 4 500 à 2 500 mm à Principe. On distingue pour l'ensemble de l'archipel une quinzaine de zones agro-écologiques qui assurent un potentiel agricole élevé. La température moyenne annuelle, elle-même très influencée par le relief, est d'environ 26°C dans les régions montagneuses, et l'humidité relative atteint 75 pour cent.

La population en 2004 était estimée à 165 000 habitants dont 62 pour cent de ruraux (tableau 1). La densité de population atteint 172 habitants/km². La croissance démographique sur la période 1990-2002 était de 2.5 pour cent et l'espérance de vie à la naissance en 2002 s'élevait à 70 ans. Environ 79 pour cent de la population du pays a accès à l'eau potable. La restructuration d'une partie des grandes plantations commerciales de cacao, café et palmiers à partir des années 1980 a créé du chômage en milieu rural. Il touchait 27 pour cent de la population active en 1992 et 35 pour cent en 1998. De plus, il est estimé que 33 pour cent environ des habitants vivent en conditions d'extrême pauvreté, et un grand nombre franchit à peine le seuil de pauvreté. En général, la pauvreté est très répandue en milieu rural et périurbain. Les groupes les plus vulnérables sont les ouvriers touchés par les réductions de personnel suite à l'application des mesures économiques, les petits exploitants vivant sur des terres dégradées à forte pente et ne bénéficiant pas de programmes d'intensification, et les femmes rurales. Le taux de prévalence du VIH/SIDA était de 5.7 pour cent en 1994 et de 5.5 pour cent en 1996.

TABLEAU 1
Caractéristiques du pays et population

Superficies physiques			
Superficie du pays	2002	96 000	ha
Superficie cultivée (terres arables et cultures permanentes)	2002	54 000	ha
• en % de la superficie totale du pays	2002	56	%
• terres arables (cultures temporaires + prairies et jachères temp.)	2002	7 000	ha
• cultures permanentes	2002	47 000	ha
Population			
Population totale	2004	165 000	habitants
• dont rurale	2004	62	%
Densité de population	2004	172	habitants/km^2
Population active	2004	76 000	habitants
• en % de la population totale	2004	46	%
• féminine	2004	43	%
• masculine	2004	57	%
Population active dans le secteur agricole	2004	47 000	habitants
• en % de la population active	2004	62	%
• féminine	2004	51	%
• masculine	2004	49	%
Économie et développement			
Produit intérieur brut (PIB)	2003	54	millions de $EU/an
• valeur ajoutée du secteur agricole (% du PIB)	2003	19	%
• PIB par habitant	2003	327	$EU/an
Indice de développement humain (plus élevé = 1)	2002	0.645	
Accès aux sources améliorées d'eau potable			
Population totale	2002	79	%
Population urbaine	2002	89	%
Population rurale	2002	73	%

ÉCONOMIE, AGRICULTURE ET SÉCURITÉ ALIMENTAIRE

Le secteur primaire employait 62 pour cent de la population active en 2004, bien qu'il ne contribuait que pour 19 pour cent au PIB (2003). Il représentait 90 pour cent des exportations en 2000, constituées presque entièrement de cacao (95pour cent) qui est la culture dominante depuis 1890. Le café reste la seconde culture de rente. La découverte d'un gisement pétrolier à la limite des eaux territoriales nigérianes et son exploitation prochaine auront certainement un énorme impact sur l'économie de l'archipel.

Le pays dépend fortement de l'extérieur pour satisfaire ses besoins alimentaires. L'aide alimentaire venait surtout de l'Union européenne (4 020 tonnes de céréales en 1996 et 3 133 tonnes en 1997), du Japon (3 417 tonnes de céréales en 1998) et du PAM (6 360 tonnes de céréales dont 5 100 tonnes de riz de 1996 à 1999).

Les cultures vivrières les plus cultivées ont été successivement les plantains, le taro, le manioc, le maïs et la tomate. La quasi-totalité des productions vivrières provient de petites et moyennes exploitations privées. Les systèmes de production en agriculture familiale apparus avant la réforme foncière sont: i) l'association cacao-banane et ii) les parcelles de maraîchage de plaine et d'altitude. Sur les parcelles distribuées lors de la réforme foncière, les petits paysans ont appliqué essentiellement une logique de réhabilitation et de reproduction des systèmes de production mis en place par les entreprises: i) association cacao-banane, la plus répandue; ii) association cocotier-bananier, essentiellement sur la côte sud-est de Sao Tomé. L'état défectueux du réseau d'irrigation, les difficultés d'accès au crédit, l'absence d'un système d'approvisionnement en intrants et la dégradation des cours internationaux des produits agricoles ont tous contribué à réduire la compétitivité du secteur.

RESSOURCES EN EAU ET UTILISATION DE L'EAU

Ressources en eau

Dans l'ensemble, le pays ne manque pas d'eau. Les ressources renouvelables annuelles sont estimées à 2 km³ à Sao Tomé et 0.18 km³ à Principe. Les cours d'eau à Sao Tomé et Principe naissent dans l'ensemble au centre des îles pour se diriger vers le littoral. Le réseau compte plus de 50 cours d'eau, de 5 à 27 km de longueur et de 1 000 à 1 500 m d'altitude de dénivelé. Les principaux fleuves sont:

- Ió Grande: c'est le plus grand fleuve de Sao Tomé; ses principaux affluents sont le Rio Ana Chaves, le Rio João et le Rio Umbugo;
- Do Ouro: une partie de son cours est déviée pour l'irrigation et l'approvisionnement en eau des communautés; son volume diminue de manière significative en saison sèche;
- Manuel Jorge et Abade: le premier possède quelques affluents en rive droite sur son cours supérieur et moyen, mais un seul en rive gauche sur son cours inférieur;
- Quija et Xufexufe: les deux fleuves, qui se croisent à 400 m de l'embouchure, forment des terrains inondables;
- Lembá;
- Contador et Cantador;
- Papagaio: c'est le plus grand fleuve de l'île de Principe; il possède plusieurs affluents en rive gauche dont le Rio Buanga.

Utilisation de l'eau

Les prélèvements d'eau à l'échelle nationale en 1993 n'étaient que de 7 millions de m³ (tableau 2).

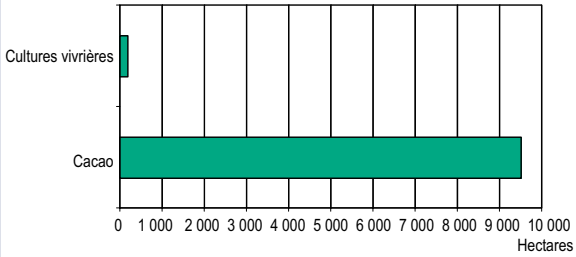
DÉVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION ET DU DRAINAGE

La région où les cultures peuvent souffrir d'un déficit hydrique est la zone nord de l'île de Sao Tomé où la durée minimale de la saison sèche est de trois mois. La superficie irriguée avec maîtrise totale ou partielle de l'eau était estimée en 1991 à 9 700 ha dont

TABLEAU 2
L'eau: ressources et prélèvement

Les ressources en eau renouvelables			
Précipitations moyennes		3 200	mm/an
		3.072	10^9 m³/an
Ressources en eau renouvelables internes		2.18	10^9 m³/an
Ressources en eau renouvelables réelles totales		2.18	10^9 m³/an
Indice de dépendance		0	%
Ressources en eau renouvelables réelles totales par habitant	2004	13 212	m³/an
Capacité totale des barrages	1980	39	10^6 m³
Prélèvements en eau			
Prélèvement total en eau	1993	7	10^6 m³/an
- irrigation + élevage		-	10^6 m³/an
- collectivités		-	10^6 m³/an
- industrie		-	10^6 m³/an
• par habitant	1993	56	m³/an
• en % des ressources en eau renouvelables réelles totales	1993	0.3	%
Ressources en eau non conventionnelles			
Volume d'eaux usées produit		-	10^6 m³/an
Volume d'eaux usées traité		-	10^6 m³/an
Réutilisation des eaux usées traitées		-	10^6 m³/an
L'eau dessalée produite		-	10^6 m³/an
Réutilisation des eaux de drainage		-	10^6 m³/an

FIGURE 1
Cultures irriguées
Total: 9 700 ha en 1991 (intensité culturale 100%)



9 500 ha de cacaoyers et 200 ha de cultures vivrières (tableau 3 et figure 1).

L'irrigation est assurée à partir des eaux de surface. Des prises de fil de l'eau alimentent des canaux qui irriguent les plantations par débordement et par infiltration à travers la paroi et le fond des canaux qui sont en terre non revêtue.

GESTION DE L'EAU, POLITIQUES ET DISPOSITIONS LÉGISLATIVES RÉGISSANT L'UTILISATION D'EAU EN AGRICULTURE

Institutions

Les institutions les plus actives en matière de gestion de l'eau et des terres sont:

- le Ministère de l'agriculture, du développement rural et des pêches composé de la Direction de la planification agricole, la Direction de l'élevage, la Direction des forêts, et la Direction des pêches;
- le Ministère des travaux publics, des infrastructures, et de l'aménagement du territoire;
- le Ministère de la justice, de la réforme de l'État et de l'administration publique;
- le Ministère des ressources naturelles et de l'environnement.

Au sein de chaque communauté, le Comité de l'eau et de l'assainissement (CEA) est l'organisation communautaire chargée de la maintenance et de la gestion des ouvrages hydrauliques et d'assainissement et de l'achat des pièces détachées et des produits chimiques servant au contrôle de la qualité de l'eau de consommation. Ce comité est également responsable de l'établissement du règlement d'exploitation des ouvrages. L'entreprise d'eau et d'électricité (EMAE) privatisée est chargée de l'eau potable en milieu urbain.

Politiques et dispositions législatives

À partir de 1975, la plupart des exploitations coloniales ont été transformées en entreprises d'État agricoles et consistaient en des plantations industrielles de cacaoyer, caféier, cocotier et palmier à huile. La crise des plantations de cacao a amené le gouvernement à mettre en place une réforme agraire. Un ensemble de lois et de décrets stipulés à partir de 1988, dont la loi foncière de 1991(loi n°3/91), définissent le nouveau statut des terres et les modalités de leur distribution et ont permis, dès mai 1993, la mise en route du processus de distribution des terres des entreprises d'État. Ces lois font la distinction entre quatre régimes fonciers spécifiques: le domaine public de l'État, le domaine privé de l'État, les réserves et les propriétés privées. La loi n°5/80 sur la division territoriale et administrative divise le territoire en sept districts. Le décret n°4/98 du 29 mai 1998 ratifie la Convention de la lutte contre la désertification par la résolution n° 7/98 de 30 avril 1998.

ENVIRONNEMENT ET SANTÉ

Selon le Plan directeur d'eau et d'assainissement, les analyses de l'eau des diverses sources révèlent que la majeure partie de l'eau consommée est contaminée par des résidus humains, des résidus dangereux, et des pesticides utilisés dans la lutte contre les moustiques. Une des causes de contamination est le manque de délimitation et de mesures de protection des secteurs de captation des eaux, d'où leur vulnérabilité. De même, les fleuves et rivières sont pollués par des produits chimiques incluant les résidus hospitaliers et certains produits agrochimiques.

TABLEAU 3
Irrigation et drainage

Potentiel d'irrigation		**10 700**	**ha**
Contrôle de l'eau			
1. Irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée	1991	9 700	ha
- irrigation de surface		-	ha
- irrigation par aspersion		-	ha
- irrigation localisée		-	ha
• partie irriguée à partir des eaux souterraines	1981	0	%
• partie irriguée à partir des eaux de surface	1981	100	%
2. Zones basses équipées (marais, bas-fonds, plaines, mangroves)		-	ha
3. Irrigation par épandage de crues			ha
Superficie totale équipée pour l'irrigation (1+2+3)	**1991**	**9 700**	**ha**
• en % de la superficie cultivée	1991	24	%
• augmentation moyenne par an sur les .... dernières années		-	%
• superficie irriguée par pompage en % de la superficie équipée		-	%
• partie de la superficie équipée réellement irriguée		-	%
4. Marais et bas-fonds cultivés non équipés		-	ha
5. Superficie en cultures de décrue non équipée		-	ha
Superficie totale avec contrôle de l'eau (1+2+3+4+5)	**1991**	**9 700**	**ha**
-• en % de la superficie cultivée	1991	24	%
Périmètres en maîtrise totale/partielle	**Critère**		
Périmètres d'irrigation de petite taille	< ha	-	ha
Périmètres d'irrigation de taille moyenne	> ha et < ha	-	ha
Périmètres d'irrigation de grande taille	> ha	-	ha
Nombre total de ménages en irrigation		-	
Cultures irriguées dans les périmètres en maîtrise totale/partielle			
Production totale de céréales irriguées		-	tonnes
• en % de la production totale de céréales		-	%
Superficie totale en cultures irriguées récoltées	1991	9 700	ha
• Cultures annuelles/temporaires: superficie totale	1991	200	ha
- cultures vivrières	1991	200	ha
• Cultures permanentes: superficie totale	1991	9 500	ha
- cacao	1991	9 500	ha
Intensité culturale des cultures irriguées	1991	100	%
Drainage - Environnement			
Superficie totale drainée		-	ha
- partie de la superficie équipée pour l'irrigation drainée		-	ha
- autres surfaces drainées (non irriguées)		-	ha
• superficie drainée en % de la superficie cultivée		-	%
Superficie protégée contre les inondations		-	ha
Superficie salinisée par l'irrigation		-	ha
Population touchée par les maladies hydriques liées à l'eau		-	habitants

PERSPECTIVES POUR LA GESTION DE L'EAU EN AGRICULTURE

La politique de développement agricole du gouvernement vise à valoriser les cultures d'exportation, notamment le cacao et le café, pour maximiser les recettes en devises nécessaires à l'intensification et à la diversification des cultures vivrières. Une des mesures envisagées pour atteindre cet objectif est la réhabilitation des périmètres d'irrigation: 9 500 ha de cultures industrielles et 200 ha de productions vivrières.

Dans la cadre du suivi du Sommet mondial de l'alimentation de 1996, les objectifs déclarés pour le secteur irrigué à l'horizon 2010, puis 2015 sont: l'aménagement des terres et la réhabilitation du réseau d'irrigation défectueux.

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

Banque mondiale. 1993. *Democratic Republic of Sao Tomé and Principe. Country economic mémorandum and key elements of an environmental strategy.* Report 10383 - STP. Washington DC.

Banque mondiale. 2000. *Interim poverty strategy paper for 2000-02.*

FAO. 1992. *Mission d'identification pour le développement des cultures vivrières.* Mission d'identification. FAO/DDC. Rapport 175/92 ADB-STP 8. Rome.

FAO. 1996. *Sao Tomé-et-Principe – Suivi du Sommet mondial de l'alimentation. Projet de stratégie pour le développement agricole national. Horizon 2010.*

FAO. 2004a. *République de Sao Tomé-et-Principe – Suivi du Sommet mondial de l'alimentation: cinq ans après. Note sur la stratégie pour le développement agricole national – Horizon 2015.*

FAO. 2004b. *Note d'information – Sao Tomé-et-Principe.*

ONU. 2002. *Deuxième cadre de coopération avec Sao Tomé-et-Principe (2002-2006).*

PNADD. 1999. *Plano nacional do ambiente para o desenvolvimento durável.*

PNUD. 2001. *Sao Tomé-et-Principe – Programme de lutte contre la pauvreté par le développement rural.* STP/92/004 & STP/92/CO1.

UNCCD. 2002. *Sao Tomé-et-Principe - National reports.*

OMS. 2000. *Water supply and sanitation sector assessment 2000 – Sao Tomé & Principe.*

Sénégal

GÉOGRAPHIE, CLIMAT ET POPULATION

Le Sénégal, situé à l'extrémité ouest du continent africain, a une superficie totale de 196 720 km². Il partage ses frontières au nord avec la Mauritanie, à l'est avec le Mali, au sud-est avec la Guinée et au sud avec la Guinée-Bissau. À l'ouest du pays se trouve l'océan Atlantique et la Gambie, qui est entourée par le Sénégal au nord à l'est et au sud. La superficie cultivable est estimée à 3.8 millions d'ha, soit 19 pour cent de la superficie totale. La superficie cultivée s'élève à 2.5 millions d'ha, soit 66 pour cent de la superficie cultivable et 13 pour cent de la superficie totale (tableau 1). Les forets classées, recouvrant une superficie d'environ 6.2 millions d'ha, et les forêts naturelles, qui en 1980 représentaient 8.1 millions d'ha sur un total de 11 millions d'hectares de ressources forestières, ne constituaient plus que 7.5 millions en 1990.

Le climat est de type sahélien, caractérisé par une saison des pluies dont la durée diminue progressivement vers le nord (juin-octobre au sud, juillet-septembre au nord)

TABLEAU 1
Caractéristiques du pays et population

Superficies physiques			
Superficie du pays	2002	19 672 000	ha
Superficie cultivée (terres arables et cultures permanentes)	2002	2 506 000	ha
• en % de la superficie totale du pays	2002	13	%
• terres arables (cultures temporaires + prairies et jachères temp.)	2002	2 460 000	ha
• cultures permanentes	2002	46 000	ha
Population			
Population totale	2004	10 339 000	habitants
• dont rurale	2004	50	%
Densité de population	2004	53	habitants/km²
Population active	2004	4 652 000	habitants
• en % de la population totale	2004	45	%
• féminine	2004	43	%
• masculine	2004	57	%
Population active dans le secteur agricole	2004	3 369 000	habitants
• en % de la population active	2004	72	%
• féminine	2004	48	%
• masculine	2004	52	%
Économie et développement			
Produit intérieur brut (PIB)	2003	6 500	millions de $EU/an
• valeur ajoutée du secteur agricole (% du PIB)	2003	16.9	%
• PIB par habitant	2003	644	$EU/an
Indice de développement humain (plus élevé = 1)	2002	0.437	
Accès aux sources améliorées d'eau potable			
Population totale	2002	72	%
Population urbaine	2002	90	%
Population rurale	2002	54	%

et une saison sèche (novembre-juin). La température descend un peu en dessous de 16°C en hivernage mais est souvent supérieure à 40°C en été. Le pays est soumis à l'influence des alizés maritimes et de l'harmattan en saison sèche. La pluviométrie moyenne sur le territoire est de 687 mm/an. Cette moyenne est sujette à de fortes variations interannuelles, elle cache aussi des disparités géographiques importantes puisque les précipitations s'échelonnent entre 1 500 mm/an au sud et 200 mm/an au nord. Le climat est marqué par une forte évapotranspiration, proche de 2 000 mm/an. Entre 1960 et 1980, les isohyètes de la pluviométrie annuelle moyenne se sont déplacées de 120 km vers le sud, la moyenne annuelle à Dakar est ainsi passée de 600 mm à 400 mm. Depuis 1986, à l'exception de l'année 1991-92, les précipitations enregistrées semblent être revenues au niveau des années 1960 sur l'ensemble du pays. Cependant l'hivernage de 2002 a été particulièrement déficitaire, la pluviométrie moyenne annuelle sur le pays n'ayant été que de 488 mm.

La population s'élève à environ 10.3 millions d'habitants (2004), soit une densité moyenne de 50 habitants/km^2 qui connaît de grandes disparités entre l'est et l'ouest. En effet, la population est concentrée à plus de 80 pour cent le long d'une bande côtière de moins de 200 km de large. La moitié de la population habite le bassin arachidier polarisé par Dakar qui, elle-même, compte plus d'un Sénégalais sur quatre. L'est du pays est pratiquement vide surtout dans sa partie sud qui a cependant le meilleur potentiel agricole. Le taux de croissance démographique était estimé à 2.2 pour cent en 2003. La population rurale représente 51 pour cent de la population totale (tableau 1). Le nombre de mal nourris s'est accru sur la décennie 1990-2000 atteignant plus de 2.5 millions de personnes, soit près de 25 pour cent de la population. En 2002, environ 72 pour cent des habitants avaient accès à une source d'eau potable (90 pour cent en milieu urbain contre 54 pour cent en milieu rural). L'espérance de vie à la naissance était de 53 ans en 2002 et la prévalence du VIH/SIDA de 0.5 pour cent chez les adultes de 15-49 ans à la fin de 2001. Les femmes continuent à constituer un groupe vulnérable critique avec un taux d'alphabétisation faible (28 pour cent contre 47 pour cent pour les hommes, soit 37 pour cent pour l'ensemble des adultes en 2000). Le taux net d'inscription en primaire était de 63 pour cent entre 1996 et 2002.

ÉCONOMIE, AGRICULTURE ET SÉCURITÉ ALIMENTAIRE

Le secteur primaire représentait 16.9 pour cent du PIB en 2003 et employait 72 pour cent des actifs. La croissance annuelle du secteur primaire a décliné progressivement depuis 1985, étant de 3.8 pour cent sur la période 1985-1989 contre seulement 0.7 pour cent sur la période 1995-1998. L'agriculture étant essentiellement de type pluvial, sa production est sujette à de fortes variations. La production nationale moyenne de paddy est équivalente à 100 000 tonnes de riz décortiqué, et couvre 20 pour cent des besoins de consommation.

L'agriculture sénégalaise est largement dominée par des exploitations de très petite taille de type familial qui constituent la quasi-totalité des activités agricoles villageoises. Elles occupent environ 95 pour cent des terres agricoles du pays. On peut distinguer les systèmes pastoraux et les systèmes de polyculture en zone de culture pluviale et en zone de culture irriguée. À côté d'une agriculture familiale polyvalente émerge une agriculture de type commercial basée sur une logique d'investissement et de recherche de rentabilité des capitaux mis en oeuvre. Ces exploitations sont présentes dans la zone périurbaine de Dakar et la zone des Niayes où elles se consacrent à l'horticulture et à l'élevage intensif. Elles commencent aussi à faire leur apparition dans la zone du delta du fleuve Sénégal en zone irriguée, bien que leur part dans la production agricole et les exportations soit encore faible à l'exception de la filière horticole et de la filière avicole. Elles emploient 1 pour cent de la population active et contrôlent 5 pour cent des terres agricoles.

RESSOURCES EN EAU ET UTILISATION DE L'EAU

Ressources en eau

Le réseau hydrographique compte les fleuves principaux suivants:

- Le fleuve Sénégal, couvrant environ 37 pour cent de la superficie totale du pays, est le plus important: ses apports sont de l'ordre de 20 km^3 en année moyenne avec une forte irrégularité interannuelle (41 km^3 en 1924 et 6.15 km^3 en 1987). Suite à la détérioration climatique qui a touché le Sahel, les apports moyens du fleuve Sénégal sont descendus à 13 km^3 par an.
- Le fleuve Gambie, occupant 30 pour cent de la superficie totale du pays, dont les apports moyens de l'ordre de 2.7 km^3/an sont irréguliers: 3.3 km^3 en 1974 et seulement 1.1 km^3 en 1984.
- Le fleuve Casamance, couvrant 11pour cent de la superficie totale du pays, est influencé en grande partie par l'intrusion des eaux marines. À Kolda les apports moyens sont estimés à 60 millions de m^3/an.
- La Kayanga a un écoulement moyen annuel estimé à 60 millions de m^3. Le bassin de la Kayanga a été équipé de deux barrages: Anambé (en Guinée-Bissau) et Ndiandouba.
- Le Sine et le Saloum sont des bras de mer. La partie continentale de leurs versants connaît de petits écoulements intermittents pendant les fortes pluies.

Ces fleuves sont caractérisés par un régime tropical: une période de hautes eaux, après le maximum pluviométrique d'août-septembre, et une période de basses eaux, qui se termine en juillet. Existent aussi des cours d'eau et des mares non pérennes en saison des pluies. Les petits bassins versants sont le siège d'écoulements épisodiques, qui alimentent les grands cours d'eau ou se déversent dans la mer. Dans les grandes dépressions, il se forme également des mares pouvant durer jusqu'à 2 ou 3 mois après l'hivernage.

Les eaux souterraines sont constituées d'aquifères dits continus associés aux formations du bassin sédimentaire qui peuvent être subdivisés en trois systèmes:

- Le système aquifère superficiel dit «complexe terminal»: intéressantes dans le sud du pays, les nappes diminuent notablement dans le Ferlo. Les réserves sont estimées à 50–75 km^2.
- Le système intermédiaire regroupant les formations essentiellement calcaires, marno-calcaires et marneuses, de l'éocène et du paléocène, karstiques par endroits. La nappe la plus importante est celle des calcaires paléocènes qui communique plus ou moins directement avec la nappe maastrichtienne. Elle est activement exploitée notamment pour l'alimentation en eau de Dakar dans la région de Sébikotane où elle est située à faible profondeur. Les réserves sont estimées à 100 km^3.
- Le système aquifère profond, qui concerne uniquement l'aquifère sablo-argileux à gréseux du maastrichtien, s'étend sur la quasi-totalité du bassin sénégalais et constitue un immense réservoir. Les réserves sont estimées entre 300 et 500 km^3.

Les aquifères de type discontinu à semi-continu, localisés dans les fissures et les altérations des formations granitiques et métamorphiques du socle, au Sénégal oriental (sud-est), couvrent la totalité du territoire mais leur qualité et leur volume ne sont pas toujours satisfaisants.

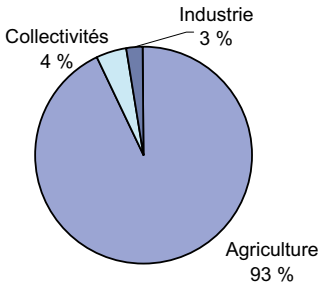
Le réseau hydrographique est complété par le chapelet de lacs de la région des Niayes. Ce sont des zones d'affleurement de la nappe phréatique et leur étendue dépend du niveau piézométrique de la nappe. Le lac de Guiers est une importante réserve d'eau douce de près de 0.5 km^3.

Les ressources en eaux de surface renouvelables internes sont estimées à 23.8 km^3/an et les ressources en eaux souterraines renouvelables sont de l'ordre de 3.5 km^3/an. La partie commune entre eaux de surface et eaux souterraines étant estimée à 1.5 km^3/an,

TABLEAU 2
L'eau: ressources et prélèvement

Les ressources en eau renouvelables			
Précipitations moyennes		686	mm/an
		135	10^9 m³/an
Ressources en eau renouvelables internes		25.8	10^9 m³/an
Ressources en eau renouvelables réelles totales		38.8	10^9 m³/an
Indice de dépendance		33.5	%
Ressources en eau renouvelables réelles totales par habitant	2004	3 753	m³/an
Capacité totale des barrages	1994	1 600	10^6 m³
Prélèvements en eau			
Prélèvement total en eau	2002	2 221	10^6 m³/an
- irrigation + élevage	2002	2 065	10^6 m³/an
- collectivités	2002	98	10^6 m³/an
- industrie	2002	58	10^6 m³/an
• par habitant	2002	225	m³/an
• en % des ressources en eau renouvelables réelles totales	2002	5.7	%
Ressources en eau non conventionnelles			
Volume d'eaux usées produit		-	10^6 m³/an
Volume d'eaux usées traité		-	10^6 m³/an
Réutilisation des eaux usées traitées		-	10^6 m³/an
L'eau dessalée produite		-	10^6 m³/an
Réutilisation des eaux de drainage		-	10^6 m³/an

FIGURE 1
Prélèvements en eau
Total: 2.221 km³ in 2002



les ressources en eaux renouvelables internes sont évaluées à 25.8 km³/an (tableau 2).

Utilisation de l'eau

En 2000, les prélèvements sur les ressources en eau s'élevaient à 1 591 millions de m³, dont 1 435 millions pour l'agriculture (93 pour cent), 98 millions pour les collectivités (4 pour cent) et 58 millions pour l'industrie (3 pour cent) (tableau 2 et figure 1).

Eaux internationales: enjeux

Les ressources des fleuves Sénégal et Gambie sont gérées dans le cadre de programmes communs:

- L'Organisation pour la mise en valeur du fleuve Sénégal (OMVS), qui regroupe le Mali, la Mauritanie et le Sénégal, a été créée en 1972 et fait suite au Comité inter-États pour le développement du bassin du fleuve Sénégal de 1963 à 1968, puis à l'Organisation des États riverains du fleuve Sénégal (OERS) de 1968 à 1972. Elle a pour mandat de contribuer au développement économique des États membres en vue de l'exploitation rationnelle des ressources du bassin du fleuve Sénégal.
- L'Organisation pour la mise en valeur du fleuve Gambie (OMVG) regroupe la Guinée, la Guinée- Bissau, la Gambie et le Sénégal.

DÉVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION ET DU DRAINAGE

Évolution du développement de l'irrigation

De nombreuses évaluations du potentiel d'irrigation ont été réalisées et les chiffres varient de 160 000 ha à plus de 640 000 ha. Cependant, l'estimation la plus vraisemblable, en tenant compte des contraintes socioéconomiques et environnementales, serait d'environ 400 000 ha, dont 240 000 ha pour les superficies en maîtrise totale et partielle,

100 000 ha pour les cultures de décrue et 60 000 ha pour les superficies en bas-fonds et mangroves.

La superficie avec contrôle de l'eau était estimée à 149 680 ha en 2002, dont la superficie équipée pour une maîtrise totale/partielle couvre 102 180 ha (tableau 3 et figure 2). Les superficies effectivement cultivées sous irrigation ne dépassaient pas 69 000 ha en 1996. Elles ont connu une diminution notable du fait de l'obsolescence des infrastructures découlant de déficiences dans le système de gestion des aménagements, en particulier dans l'organisation et le financement de l'entretien, et des difficultés de commercialisation du paddy dues notamment au fait que le marché national est parfois inondé de riz importé à très faible coût. L'eau d'irrigation provient à 90 pour cent des eaux de surface, soit à partir de retenues soit par des pompages dans le fleuve (figure 3). Cependant, dans la zone des Niayes les eaux souterraines sont utilisées pour l'irrigation à très petite échelle, à vocation principalement maraîchère. La technique d'irrigation utilisée est l'irrigation de surface.

Un certain nombre de critères permettent de distinguer les différents types d'aménagements dans la vallée du fleuve Sénégal:

- Le mode de financement à l'origine: fonds publics ou fonds privés. Dans le premier cas, l'aménagement et la gestion étaient confiés à la Société d'aménagement et d'exploitation des terres du delta du fleuve Sénégal et des vallées du fleuve Sénégal et de la Falémé (SAED), alors que les fonds privées offraient généralement la gestion aux usagers au sein de groupements ou d'associations.
- La taille de l'aménagement: on distingue ainsi les grands aménagements (> 400 ha) et les aménagements intermédiaires (50–400 ha), qui ensemble représentent 38 pour cent des superficies en maîtrise totale, et les petits périmètres (< 50 ha) 62 pour cent (tableau 3 et figure 4).
- Le mode de gestion présent et passé: on distinguait en effet en 1994 plusieurs structures de gestion des périmètres: la SAED, les groupements d'intérêt économique (GIE) et les opérateurs privés. Les périmètres agro-industriels gérés par des compagnies spécialisées dans la production d'une spéculation particulière, comme la Compagnie sucrière sénégalaise (CSS) pour la canne à sucre sur environ 7 500 ha à Richard Toll et la Société des conserves alimentaires du Sénégal (SOCAS) pour la tomate sur 260 ha, appartiennent à la dernière catégorie

FIGURE 2
Superficie en contrôle de l'eau
Total: 149 680 ha en 2002

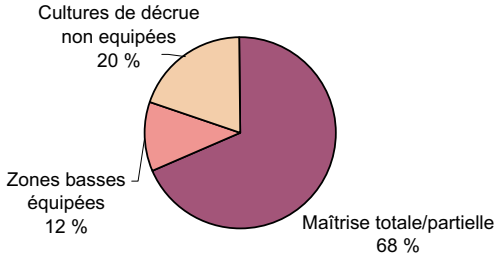


FIGURE 3
Origine de l'eau d'irrigation en maîtrise totale/partielle
Totale: 102 180 ha en 2002

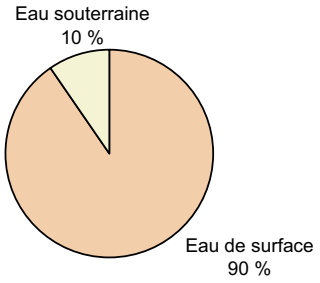


FIGURE 4
Typologie des périmètres irrigués en maîtrise totale/partielle
Total: 102 180 ha en 2002

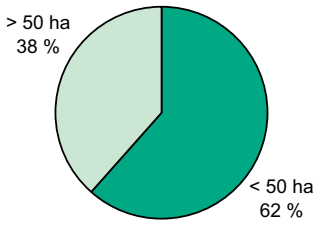


TABLEAU 3
Irrigation et drainage

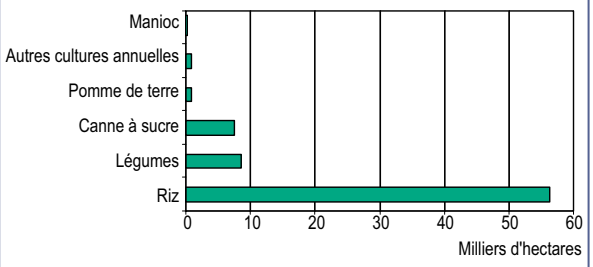
Potentiel d'irrigation		**409 000**	**ha**
Contrôle de l'eau			
1. Irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée	2002	102 180	ha
- irrigation de surface	2002	102 180	ha
- irrigation par aspersion		-	ha
- irrigation localisée		-	ha
• partie irriguée à partir des eaux souterraines	2002	10	%
• partie irriguée à partir des eaux de surface	2002	90	%
2. Zones basses équipées (marais, bas-fonds, plaines, mangroves)	2002	17 500	ha
3. Irrigation par épandage de crues		-	ha
Superficie totale équipée pour l'irrigation (1+2+3)	**2002**	**119 680**	**ha**
• en % de la superficie cultivée	2002	4.8	%
• augmentation moyenne par an sur les 8 dernières années	1994-2002	6.7	%
• superficie irriguée par pompage en % de la superficie équipée	2002	85	%
• partie de la superficie équipée réellement irriguée		-	%
4. Marais et bas-fonds cultivés non équipés		-	ha
5. Superficie en cultures de décrue non équipée	2002	30 000	ha
Superficie totale avec contrôle de l'eau (1+2+3+4+5)	**2002**	**149 680**	**ha**
• en % de la superficie cultivée	2002	6.0	%
Périmètres en maîtrise totale/partielle **Critère**			
Périmètres d'irrigation de petite taille < 50 ha	2002	63 000	ha
Périmètres d'irrigation de taille moyenne	2002	0	ha
Périmètres d'irrigation de grande taille > 50 ha	2002	39 180	ha
Nombre total de ménages en irrigation		-	
Cultures irriguées dans les périmètres en maîtrise totale/partielle			
Production totale de céréales irriguées		143 000	tonnes
• en % de la production totale de céréales		18	%
Superficie totale en cultures irriguées récoltées	1997	74 239	ha
• Cultures annuelles/temporaires: superficie totale	1997	74 239	ha
- riz	1997	56 412	ha
- pomme de terre	1997	805	ha
- canne à sucre	1997	7 500	ha
- légumes	1997	8 514	ha
- autres cultures annuelles	1997	948	ha
• Cultures permanentes: superficie totale	1997	60	ha
- manioc	1997	60	ha
Intensité culturale des cultures irriguées	1997	108	%
Drainage - Environnement			
Superficie totale drainée		-	ha
- partie de la superficie équipée pour l'irrigation drainée		-	ha
- autres surfaces drainées (non irriguées)		-	ha
• superficie drainée en % de la superficie cultivée		-	%
Superficie protégée contre les inondations		-	ha
Superficie salinisée par l'irrigation		-	ha
Population touchée par les maladies hydriques liées à l'eau		-	habitants

Les aménagements anti-sel de la Casamance permettent la culture des bas-fonds sur 15 000 ha irrigués à partir des eaux de ruissellement. En outre, 2 500 ha de bas-fonds bénéficient d'une submersion contrôlée et sont également irrigués à partir des eaux de ruissellement. Les superficies cultivées en décrue (sorgho principalement) étaient d'environ 30 000 ha en 1998.

Le rendement des rizières submergées par l'eau douce dans les bas-fonds et les estuaires varie entre 1.2 et 1.6 tonnes/ha, mais en conditions intensives d'exploitation il peut atteindre 4.5 tonnes/ha. Dans certaines zones de mangrove, qui étaient cultivées sur 15 000 ha en 1969 avec un rendement moyen d'environ 1.5 tonnes/ha, la sécheresse

a provoqué la thioxydation de ces sols sulfatés acides. Si bien que la superficie cultivée en 1985 n'était plus que de 2 000 ha, avec des rendements ne dépassant pas quelques quintaux par hectare.

FIGURE 5
Cultures irriguées
Total: 74 239 ha en 1997 (Intensité culturale 108%)



Rôle de l'irrigation dans la production agricole, l'économie et la société

Sur les 69 000 ha effectivement irrigués en 1997, le riz est la principale culture (56 412 ha) et l'intensité culturale y atteint 108 pour cent (tableau 3 et figure 5). Des légumes étaiest produites sur des superficies bien plus réduites (8 514 ha en 1996/97). En vingt ans, l'agriculture irriguée a attiré plus de 60 pour cent des investissements publics alloués au secteur. Le delta du fleuve Sénégal en a récolté la plus grande part alors que ces investissements concernent moins de 10 pour cent des agriculteurs. De plus, en l'état actuel, l'agriculture irriguée ne peut contribuer significativement à l'autosuffisance alimentaire nationale ou à l'amélioration des conditions de vie rurales, car elle souffre d'un déséquilibre structurel lié à son utilisation pour la maximisation de la production céréalière. Du point de vue environnemental et technique, les conditions de production ne sont pas adaptées à ce choix, ce qui se traduit par une rentabilité économique négative ou très légèrement positive.

Les femmes ne participent que très rarement à l'agriculture irriguée car: i) la répartition traditionnelle des activités en milieu rural les oriente vers des tâches domestiques; ii) elles éprouvent des difficultés à accéder à la ressource «terre», principalement pour des considérations socioculturelles: les terres aménagées, même celles traditionnellement cultivées par les femmes (cas des bas-fonds), sont systématiquement attribuées aux hommes; iii) l'accès au crédit de campagne et d'équipement est limité, la femme étant en général privée de biens immobiliers pouvant servir de garantie bancaire; et enfin iv) l'appui technique et la formation fournis par la plupart des projets bénéficient essentiellement aux hommes.

GESTION DE L'EAU, POLITIQUES ET DISPOSITIONS LÉGISLATIVES RÉGISSANT L'UTILISATION D'EAU EN AGRICULTURE

Institutions

Les principales institutions intervenant dans le domaine de l'eau et de l'irrigation sont les suivants:

1. Ministère de l'agriculture, de l'élevage et de l'hydraulique avec:
   - la Direction du génie rural, des bassins de rétention et lacs artificiels, créée en 1994;
   - la Direction de l'agriculture relayée dans les régions par des Inspections régionales;
   - la Direction de l'hydraulique;
   - la Direction de l'horticulture;
   - les programmes et sociétés de développement sous tutelle du ministère:
     - SAED créée en 1965 pour assumer toutes les fonctions de développement dans le delta et la vallée du fleuve Sénégal; elle a depuis 1981 amorcé son désengagement des activités productives, conformément à son nouveau mandat qui est défini tous les trois ans par des lettres de mission du gouvernement. La Direction générale est basée à Saint-Louis, avec quatre délégations régionales (Dagana, Podor, Matam et Bakel).

- Société de développement des fibres textiles (SODEFITEX) qui intervient dans les régions de Tambacounda, Kaolack et Kolda pour le développement de la culture du coton.
- Société de développement agricole et industriel (SODAGRI) chargée de la mise en valeur du bassin de l'Anambé.
- Société nationale des eaux du Sénégal (SONES).
- Sénégalaise des eaux (SDE).
- Office national de l'assainissement du Sénégal (ONAS).
- Programme d'appui à l'entreprenariat paysan (PAEP) qui a pour objet d'appuyer le maraîchage dans les Niayes.

2. Ministère de l'environnement et de la protection de la nature avec:
   - la Direction de l'environnement et des établissements classés (DEEC);
   - la Direction des eaux et forêts, des chasses et de la conservation des sols (DEFCCS);
   - le Centre de suivi écologique (CSE).

Dans le cadre de la mise en œuvre d'une gestion opérationnelle des ressources en eau, le gouvernement a mis en place les structures suivantes:

- Le Conseil supérieur de l'eau, institué dans le cadre du projet sectoriel eau. Il est présidé par le Premier Ministre et regroupe les différents ministères et hautes autorités concernés par la gestion de l'eau. Il décide des grandes options d'aménagement et de gestion des ressources en eau et joue également le rôle d'arbitre en cas de conflits.
- Le Comité technique de l'eau qui est un organe consultatif regroupant les directions techniques, les chercheurs et universitaires, les associations et personnes ressources intéressés à la gestion de l'eau.
- La Cellule de gestion du lac de Guiers et son comité de pilotage. Elle regroupe l'ensemble des acteurs intéressés à la gestion du lac: autorités administratives, collectivités locales riveraines et usagers du lac.

Gestion de l'eau

La dégradation tendancielle des conditions climatiques à partir des années 1970 a amené le gouvernement à considérer l'irrigation comme un axe privilégié d'intensification et de sécurisation de la production agricole, parallèlement au développement de l'agriculture pluviale. L'État a ainsi multiplié ses interventions dans la vallée du fleuve Sénégal (périmètres irrigués villageois, PIV, et grands et moyens périmètres, GMP), en Casamance (aménagements anti-sel), dans le bassin de l'Anambé (ouvrages collinaires et aménagements de plaine) et dans la vallée du fleuve Gambie (PIV). La SAED gérait ces périmètres aménagés sur fonds publics. Aux efforts de l'État, se sont ajoutées des initiatives privées stimulées par la réforme foncière de 1985 (transfert aux conseils ruraux de la gestion du domaine national): entre 1987 et 1994, 33 818 ha de PIV (gérés par des groupements d'intérêt économique, GIE) ou de PIP (périmètres irrigués privés, gérés par une personne ou une famille) ont été créés à partir de fonds privés, principalement dans la zone du delta, dans la délégation de Dagana. Leur gestion était confiée à des groupements de producteurs avec l'assistance de la SAED. Engagés depuis 1972 dans le processus de décentralisation, l'État et la SAED ont souhaité à la fin des années 1980 se désengager progressivement des activités productives et promouvoir l'initiative privée dans l'aménagement et la gestion de périmètres irrigués. Plusieurs mesures ont été prises en ce sens:

- la SAED a commencé en 1990 à transférer ses aménagements à des opérateurs privés: 13 573 ha de GMP ont ainsi été confiés à des opérateurs privés entre 1990 et 1994 et la superficie gérée par la SAED ne s'élevait plus qu'à 3 616 ha en 1994.

TABLEAU 4
Redevances décidées par l'OMVS

Année	Cultures vivrières (F CFA/ha)			Cultures Industrielles (F CFA/ m³)	Alimentation en eau potable des villes (F CFA/ m³)
	Hivernage	Contre-saison froide	Contre-saison chaude		
1987-1994	-	-	1 300	0.76	0.76
depuis 1994	500	200	1 400	1.00	0.80

- La SAED a cessé d'assister les GIE. Ainsi, 16 781 ha de PIV créés à partir de fonds publics ne bénéficiaient plus en 1994 de l'assistance de la SAED.

Financement

Pour améliorer la capacité d'autofinancement des structures d'exploitation des barrages par l'application d'une tarification plus adaptée à l'ampleur et à la réalité des services rendus aux usagers, le Conseil des ministres de l'OMVS a, en janvier 1994, décidé d'élargir la redevance des cultures irriguées vivrières à toutes les campagnes agricoles (hivernage, contre-saison froide et contre-saison chaude) et de réajuster les tarifs de redevance (tableau 4). Ainsi, les principaux usagers agricoles, tels que la SAED ou urbains, participent par le biais de redevances de prélèvement d'eau au financement des dépenses d'exploitation. Cependant cette contribution ne couvre que 25-30 pour cent des charges totales d'exploitation.

Une des particularités du service rendu par l'OMVS consiste dans le fait que les usagers prélèvent l'eau rendue disponible dans le fleuve Sénégal et ses dépendances sans avoir besoin de s'adresser à la Société chargée la gestion des eaux du fleuve. L'impossibilité d'établir des liens directs avec les petits usagers agricoles trop nombreux et trop dispersés impose le recours à des «structures-relais». Cela constitue une difficulté supplémentaire qui se traduit par le modeste taux de recouvrement des redevances.

Politiques et dispositions législatives

La loi 81-13 du 4 mars 1981 portant Code de l'eau fixe les dispositions pour une bonne gestion des eaux, notamment dans le domaine sanitaire et la lutte contre la pollution. Le principe essentiel est celui de la domanialité publique des eaux, qui fait de cette ressource un bien commun à tous. C'est sur cette base que repose une bonne planification des ressources, leur bonne gestion et leur répartition équitable entre les différents usages, et leur attribution à chacun selon ses besoins dans le cadre du strict respect de l'intérêt général.

Il faudra attendre 17 ans pour en connaître les applications relatives aux autorisations de construction et d'utilisation d'ouvrages de captage et de rejet, avec le décret 98-555 du 25 juin 1998. Le décret 98-556 du 25 juin 1998, quant à lui, porte application des dispositions du Code de l'eau relatives à la police de l'eau. Enfin, le décret 98-557 du 25 juin 1998 porte création d'un Conseil supérieur de l'eau.

ENVIRONNEMENT ET SANTÉ

La qualité des eaux est bonne pour l'irrigation sauf celles du fleuve Sénégal qui sont légèrement alcalines, ce qui entraîne, en l'absence de systèmes de drainage pour la plupart des périmètres irrigués, le risque à long terme de sodisation et d'alcalinisation des sols irrigués. Heureusement, les teneurs en ions calcium des sols de la vallée exercent un effet tampon qui durera très longtemps. Une dégradation de la qualité des eaux de surface a été observée par endroit. Ces détériorations sont principalement causées par l'eutrophisation due à une réduction de la vitesse d'écoulement et de l'oxygénation de l'eau du fait des nouveaux barrages et digues, de la prolifération de la végétation aquatique dans le delta du fleuve Sénégal, et de la pollution chimique et biologique liée

à la décharge de déchets et de pesticides, particulièrement dans le delta et la vallée du fleuve Sénégal, dans les Niayes et à Dakar.

Dans le bassin du Sine Saloum (bassin arachidier) environ 230 000 ha sont détruits par la salinisation et l'acidification, dues à un déficit pluviométrique, qui déterminent la baisse continue de la nappe phréatique. En outre, l'exploitation forestière anarchique et l'extension des zones de cultures et des feux de brousse sont une autre source de dégradation. Cet état de choses est accentué par l'érosion éolienne, hydrique et chimique (saline). Mais on fait état de sols salinisés dans chacune des zones agro-écologiques, hormis le Sénégal oriental.

Le delta du fleuve Sénégal semble particulièrement touché par les maladies hydriques (bilharziose et diarrhées).

PERSPECTIVES POUR LA GESTION DE L'EAU EN AGRICULTURE

Depuis 1988, s'est terminée la réalisation des principaux ouvrages de régularisation du fleuve Sénégal: le barrage Manantali qui contrôle 50 pour cent des débits du fleuve et le barrage anti-sel de Djama, situé à proximité de l'embouchure.

Le Plan directeur de développement intégré de la rive gauche du fleuve Sénégal, achevé en 1990, a défini des objectifs à l'horizon 2015:

- 33 000 ha de cultures de décrue
- 10 500 ha de cultures industrielles irriguées
- 88 000 ha de cultures vivrières irriguées

Avec le développement très rapide des superficies aménagées par les opérateurs privés, suite à la politique de désengagement progressif de l'État et de la SAED des activités directement productives, ces objectifs devraient être atteints bien avant 2015, à condition toutefois que les contraintes que constituent l'accès au crédit et la fixation des prix, du riz en particulier, soient levées. Cependant, la phase d'étude des schémas directeurs a permis de formuler quelques recommandations:

- la réhabilitation des périmètres existants et leur mise en valeur constituent une priorité si leur localisation se justifie socialement et techniquement;
- la localisation des aménagements nouveaux doit tenir compte des conditions économiques de réalisation et de gestion;
- la rentabilité des unités de production est étroitement liée à l'économie de la filière rizicole qu'il faut soutenir;
- le maintien d'une inondation minimale par le biais de la crue artificielle (barrage de Manantali) est un impératif pour sauvegarder l'environnement et le patrimoine forestier en particulier.

En Basse-Casamance, la technique des digues anti-sel pour la pratique de la riziculture rencontre d'importants problèmes suite à la diminution de la pluviométrie qui assure de moins en moins le lessivage des sols. Un des impacts majeurs de cette détérioration climatique est la dégradation des sols. Dans la région de Kolda, le potentiel des bassins de l'Anambé et de la Kayanga devrait être mieux exploité avec la réalisation des barrages de la Confluence et de Ndiandouba. L'aménagement de retenues collinaires et la réutilisation des eaux usées traitées par la station de Cambérène devraient aider à renforcer l'approvisionnement en eau des maraîchers.

Enfin, l'État a récemment donné la priorité à la petite irrigation qui devrait être développée et étendue sur la base de critères de rentabilité économique, alors que les grands et moyens aménagements irrigués devront être réhabilités et consolidés.

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

Banque mondiale. 1993. *Sénégal - Rapport d'actualisation macro-économique*.

Caisse française de développement. 1994. *Les systèmes rizicoles privés du delta du fleuve Sénégal - Situation actuelle, bilan et perspectives*.

CILSS. 1989. *Étude sur l'amélioration des cultures irriguées au Sénégal.*

Direction de l'horticulture. 1999. *Comité de suivi du plan d'action pour l'approvisionnement en eau des maraîchers. Rapport provisoire de la Commission. 3. Système et équipement d'irrigation.*

FAO. 1993. *Mission d'identification d'un projet de développement de la filière rizicole dans la vallée du fleuve Sénégal, Rapport de synthèse*.

FAO. 1994. *Projet de développement de l'agriculture dans la vallée du fleuve Sénégal.*

FAO. 1994. *Étude de l'impact de la dévaluation du FCFA sur la compétitivité des productions rizicoles dans les pays de l'Union économique et monétaire de l'Ouest africain*.

FAO. 1999. *Sénégal – Stratégie de développement de la petite irrigation et plan d'action.* 99/025 CP-SEN.

FAO. 2000. *Sénégal – Document de stratégie opérationnelle et Plan-cadre d'action du secteur agriculture / élevage / agroforesterie/ pêche continentale. 3e version.*

Gadel F. 2001. *Maîtrise de l'eau pour le développement rural au Sénégal – Éléments pour une stratégie opérationnelle*. Ministère de l'agriculture et de l'hydraulique, FAO.

Lakh M. 1998. *Organisation pour la mise en valeur du fleuve Sénégal.*

Ministère de l'économie, des finances et du plan. 1990. *Plan directeur de développement de la rive gauche du Sénégal.*

Ministère de l'énergie et de l'hydraulique. 2000. *Rapport journées de réflexion sur le secteur de l'hydraulique*.

Ministère de l'agriculture et de l'hydraulique, FAO. 2003. *Stratégie opérationnelle de développement agricole – Note d'orientation stratégique.*

PNUD. 1993. *Projet de planification des ressources en eau du Sénégal.*

SAED. 1994. *Évolution des superficies cultivées et des productions pour la rive gauche du Sénégal sur la période 1981-94*.

SAED. 1997. *Recueil des statistiques de la vallée du fleuve Sénégal - Annuaire 1995/1996*.

SGPRE. 1999/2000. *Étude hydrogéologique de la nappe profonde du Maestrichtien.*

SGPRE. 1999. *Étude bathymétrique et limnologique du lac de Guiers.*

SGPRE/ PNUD. 1993. *Bilan diagnostic des ressources en eau du Sénégal*.

Unité de politique agricole, Ministère de l'agriculture. 1993. *L'agriculture au Sénégal*.

Seychelles

GEOGRAPHY, CLIMATE AND POPULATION

The Seychelles Archipelago lies in the Indian Ocean, 4° south of the Equator and about 1 500 km from the east coast of Africa. It comprises more than 115 islands, formed on pinnacles of ancient volcano islands, with a total area of 450 km². The archipelago is made up of two main groups of islands: the Mahe-Praslin granitic group, of which Mahe Island covers 158 km², Praslin Island 42 km² and La Digue Island 10 km², and the other island groups, consisting of coral atolls and sandbanks. Two types of soils prevail in the Seychelles: i) ferralitic soil, commonly known as "la Terre Rouge" or red soil and originating from the weathering of granitic rock, is widely extended over the slopes, hills and mountains of the granitic islands: ii) calcareous sandy (Shoiya series) soil exists on the small plateaus on the coast of the granitic islands and on the coralline islands. Cultivated area is 7 000 ha, or 15 percent of the total area of the Seychelles, of which arable land covers 1 000 ha and permanent crops 6 000 ha (Table 1). As much as

TABLE 1
Basic statistics and population

Physical area			
Area of the country	2002	45 000	ha
Cultivated area (arable land and area under permanent crops)	2002	7 000	ha
• as % of the total area of the country	2002	15	%
• arable land (annual crops + temp. fallow + temp. meadows)	2002	1 000	ha
• area under permanent crops	2002	6 000	ha
Population			
Total population	2004	82 000	inhabitants
• of which rural	2004	50	%
Population density	2004	182	inhabitants/km²
Economically active population	2004	39 000	inhabitants
• as % of total population	2004	48	%
• female	2004	46	%
• male	2004	54	%
Population economically active in agriculture	2004	30 000	inhabitants
• as % of total economically active population	2004	77	%
• female	2004	50	%
• male	2004	50	%
Economy and development			
Gross Domestic Product (GDP) (current US$)	2003	720.1	million US$/yr
• value added in agriculture (% of GDP)	2003	3.3	%
• GDP per capita	2003	8 890	US$/yr
Human Development Index (highest = 1)	2002	0.853	
Access to improved drinking water sources			
Total population	2002	87	%
Urban population	2002	100	%
Rural population	2002	75	%

60 percent of the total land area consists of zones that are protected for environmental reasons.

The climate is wet tropical (equatorial) with little variation in temperature (27 °C) and relative humidity (80 percent) during the year. The climate is dominated by patterns of monsoons. The southeast monsoon, from May to October, brings in cool winds but little rainfall. This is the main vegetable growing season. The northwest monsoon, from November to April, brings variably gentle winds with low clouds and heavy rainfalls. It is a difficult season for vegetable production, due to high temperatures and rainfall and torrential rainstorms. Average annual precipitation is 2 330 mm, varying from 2 370 mm on Mahe Island, to 1 990 mm on Praslin Island, 1 620 mm on La Digue Island and 1 290 mm on average on the other islands. The heaviest rains occur on Mahe Island where the central plateau with an altitude of 900 m above sea level receives up to 3 500 mm/year, while the south of the island receives less than 1 800 mm/year.

Total population of the country is 82 000 inhabitants (2004), of which 50 percent are rural. Annual population growth rate is 1 percent (1990-2002). The population density is 182 inhabitants/km^2, but varies from 1 inhabitant/km^2 on the coralline islands to more than 159 inhabitants/km^2 on La Digue Island and Praslin Island and 446 inhabitants/km^2 on Mahe Island. The unemployment rate is 7 percent.

ECONOMY AGRICULTURE AND FOOD SECURITY

In 2003 the Gross Domestic Product (GDP) was US$720 million (current US$), of which agriculture accounted for 3.3 percent. About 30 000 people, or 77 percent of the economically active population, are active in agriculture (Table 1). Agricultural production output statistics in 2002 showed that 100 percent of the eggs, 80 percent of the poultry, 60–65 percent of the fruits and vegetable as well as the pork consumed were produced locally. Domestic export consists mainly of canned tuna, which contributed to 86 percent of the total export. There is a continuous decline in the exportation of raw products, especially copra and cinnamon, which in the 1970s occupied 95 percent of the total export and employed up to 70 percent of the population. The agricultural sector is characterized by small family farms practising mixed farming.

WATER RESOURCES AND USE

Water resources

The granitic islands have many small, steep watercourses, but most of them have only ephemeral flows. Groundwater resources are limited as not much water is stored at the feet of the hills and the water available is often hard and contains traces of salt. The wetlands have recently become an attraction for eco-tourism given their rich biodiversity. The total dam capacity is 0.970 million m^3. The Rochon Dam, which collects its waters from the Rochon River, has a storage capacity of 0.050 million m^3. Surplus water is forwarded to the La Gogue Dam, which has a storage capacity of 0.920 million m^3.

In 2003, 8.8 million m^3 of wastewater were produced. Wastewater is treated at the central sewerage treatment plant in Victoria and Beau Vallon with an annual production of 0.9 million m^3/year (Table 2). The remainder is being disposed of via septic tanks. Industry reuses about 0.006 million m^3/year of the treated wastewater. About 1.0 million m^3/year of desalinated water is produced for potable use to compensate for the shortage that occurs during the dry period. There are four desalination plants, two on Mahe Island, one on Praslin Island and one on La Digue Island.

Water use

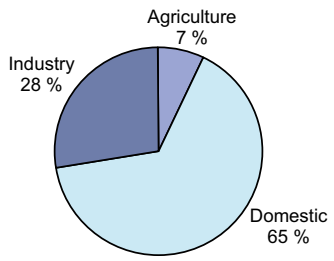
In 2003 total water withdrawal was 12.3 million m^3, of which agriculture accounted for only 7 percent (Table 2 and Figure 1). Most of the agricultural, domestic and industrial waters come from small streams or rivers from the hillsides, depending on monsoons

TABLE 2
Water: sources and use

Renewable water resources			
Average precipitation		2 330	mm/yr
		1.049	10^9 m³/yr
Internal renewable water resources		-	10^9 m³/yr
Total actual renewable water resources		-	10^9 m³/yr
Dependency ratio		0	%
Total actual renewable water resources per inhabitant		-	m³/yr
Total dam capacity	1989	0.97	10^6 m³
Water withdrawal			
Total water withdrawal	2003	12.3	10^6 m³/yr
- irrigation + livestock	2003	0.9	10^6 m³/yr
- domestic	2003	8.0	10^6 m³/yr
- industry	2003	3.4	10^6 m³/yr
• per inhabitant	2003	152	m³/yr
• as % of total actual renewable water resources		-	%
Non-conventional sources of water			
Produced wastewater	2003	8.8	10^6 m³/yr
Treated wastewater	2003	0.9	10^6 m³/yr
Reused treated wastewater	2003	0.006	10^6 m³/yr
Desalinated water produced	2003	1.0	10^6 m³/yr
Reused agricultural drainage water		-	10^6 m³/yr

and the rainfall pattern. The abstraction of surface water amounts to around 11.2 million m³/year (2003) and of groundwater to 0.3 million m³/year (2003.) The principal groundwater abstraction is on la Digue Island for domestic and agricultural consumption.

FIGURE 1
Water withdrawal
Total: 12.3 million m³ in 2003

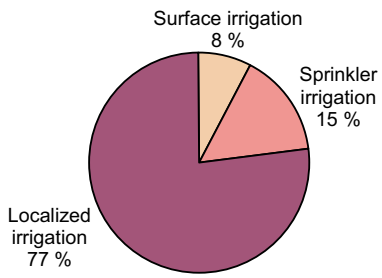


IRRIGATION AND DRAINAGE DEVELOPMENT

Evolution of irrigation development

The irrigation potential in Seychelles is estimated at 1 000 ha. Both irrigation and drainage have taken a tremendous step forward in the last 30 years, from small-scale gardening watered by watering cans to localized and sprinkler irrigation. Two state farms introduced drip irrigation on an experimental basis, which failed due to lack of know-how and exigencies of the operation and maintenance of the overall set-up. Later research focused basically on localized irrigation and results were disseminated to farmers and gradually there was a re-introduction of micro-sprinkler and drip irrigation.

FIGURE 2
Irrigation techniques
Total: 260 ha in 2003



The total area equipped for full/partial control irrigation is 260 ha (2003), of which surface irrigation is 20 ha, sprinkler irrigation 40 ha and localized (drip) irrigation 200 ha (Table 3 and Figure 2). 77 percent of the area equipped for irrigation is actually irrigated. Surface water is used for irrigation. Only during very dry conditions, when surface water starts to dry out, will farmers living at sea level pump groundwater and

TABLE 3
Irrigation and drainage

Irrigation potential		**1 000**	**ha**
Water management			
1. Full or partial control irrigation: equipped area	2003	260	ha
- surface irrigation	2003	20	ha
- sprinkler irrigation	2003	40	ha
- localized irrigation	2003	200	ha
• % of area irrigated from groundwater	2003	0	%
• % of area irrigated from surface water	2003	100	%
2. Equipped lowlands (wetland, ivb, flood plains, mangroves)	2003	0	ha
3. Spate irrigation	2003	0	ha
Total area equipped for irrigation (1+2+3)	**2003**	**260**	**ha**
• as % of cultivated area	2003	4	%
• average increase per year over the last .... years		-	%
• power irrigated area as % of total area equipped		-	%
• % of total area equipped actually irrigated	2003	77	%
4. Non-equipped cultivated wetlands and inland valley bottoms	2003	0	ha
5. Non-equipped flood recession cropping area	2003	0	ha
Total water-managed area (1+2+3+4+5)	**2003**	**260**	**ha**
• as % of cultivated area	2003	4	%
Full or partial control irrigation schemes **Criteria**			
Small-scale schemes	2003	0	ha
Medium-scale schemes 2–70 ha	2003	260	ha
Large-scale schemes	2003	0	ha
Total number of households in irrigation		-	
Irrigated crops in full or partial control irrigation schemes			
Total irrigated grain production	2003	0	tonnes
• as % of total grain production	2003	0	%
Total harvested irrigated cropped area	2003	224	ha
• Annual crops: total	2003	224	ha
- pulses	2003	3	ha
- vegetables	2003	208	ha
- flowers	2003	13	ha
• Permanent crops: total	2003	0	ha
Irrigated cropping intensity		-	%
Drainage - Environment			
Total drained area	2003	15	ha
- part of the area equipped for irrigation drained	2003	15	ha
- other drained area (non-irrigated)	2003	0	ha
• drained area as % of cultivated area	2003	0.2	%
Flood-protected areas		-	ha
Area salinized by irrigation	2003	0	ha
Population affected by water-related diseases		-	inhabitants

mix it with surface water to be able to meet the crop water requirements. All irrigation schemes are medium-scale schemes (2–70 ha) and state-owned.

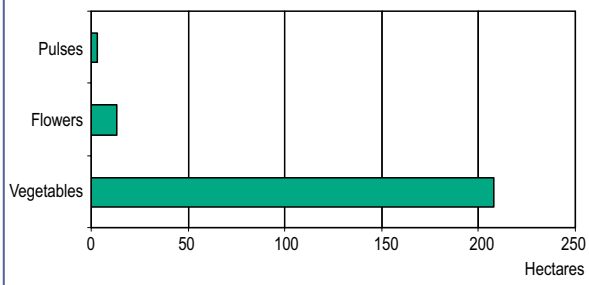
Role of irrigation in agricultural production ,the economy and society

The harvested, irrigated and cropped total consists of vegetables (208 ha), pulses (3 ha) and flowers (13 ha) (Table 3 and Figure 3). The main irrigated vegetables and pulses are cabbage, pumpkin, beans, tomatoes, eggplant, cucumber, lettuce, spring onion, cocoyam, capsicum, okra and spices. Crops such as sweet potatoes, cassava, plantains, sugar cane, bananas and citrus fruits are rainfed but irrigated at the planting stage.

The development cost of public surface irrigation schemes is on average US$2 437/ha, and operation and maintenance cost US$500/ha per year. On-farm installation for sprinkler irrigation is around US$6 000/ha and for localized irrigation US$8 000/ha.

Operation and maintenance is carried out by a group of workers under the Irrigation Unit of the Ministry of Agriculture and Marine Resources. Water supply to the schemes is metered and farmers are billed monthly by the Irrigation Unit for their consumption. Water is distributed according to farm activity and size. Men and women have the same role on the farm.

FIGURE 3
Main irrigated crops in 2003



Status and evolution of drainage systems

Drainage is important in the lowland areas, which experience temporary but high accumulations of water during heavy and intense rainfall. The total irrigated area under drainage is 15 ha. Rainfed areas are not drained. The main drains are constructed by digging and opening the waterway in the natural drainage system to evacuate water during heavy rains. Farmers are responsible for creating secondary and possibly tertiary drains themselves.

WATER MANAGEMENT, POLICIES AND LEGISLATION RELATED TO WATER USE IN AGRICULTURE

Institutions

Main institutions involved in the irrigation and water sub-sectors:

- The Water and Sewage Division of the Public Utilities Corporation has all water resources under its jurisdiction.
- The Rivers Committee is responsible for water abstraction rights under the Public Utilities Corporation Act of 1985. It discusses national problems and decides on any development in irrigation and potable water. The legal framework adopted is that water is a public domain and thus its uses need to be controlled so that there is an equitable distribution of this vital resource, giving top priority to water needs for domestic purposes. The Rivers Committee is made up of members from the Water and Sewage Division of the Public Utilities Corporation, the Ministry of Health, the Ministry of Agriculture and Marine Resources, the Ministry of Environment and Natural Resources, the Ministry of Land Use and Habitat and the Ministry of Industry and International Business.
- The Ministry of Environment and Natural Resources is responsible for wastewater management and water pollution control.
- The Ministry of Agriculture and Marine Resources (MAMR) administers a number of small reservoirs and communal irrigation systems.

Finances

Funding for water development activities is determined by the government. The MAMR is responsible for planning and procurement. The Irrigation Unit under the Public Utilities Corporation invoices the farmers on a monthly basis for their water consumption. The tariff is US$0.30/m^3 for the first 150 m^3 and above that US$0.20/m^3.

Policies and legislation

The most important water act is the Public Utilities Corporation Act 1985, which empowers the Rivers Committee to manage all water resources and allows it to prepare project plans for water development in the country. However, the water policy of the country puts more emphasis on the collection of water for domestic purposes.

ENVIRONMENT AND HEALTH

Farmers in the lowland coastal areas have drainage systems installed. No areas are waterlogged or salinized. Generally, water destined for agricultural use is clean and can also be used for household purposes and drinking if boiled.

PERSPECTIVES FOR AGRICULTURAL WATER MANAGEMENT

In its 2000–2010 mission statement, the MAMR proposed the development of more agricultural areas to be equipped with the basic requirements for farming whereby roads and water are top priorities. However, the role of the government for irrigation services is uncertain. More freshwater could be made available on the northern part of Mahe Island, where there is potential for development of another dam. The government is also investigating the possibility for a water development project in the Grand Anse catchment area in the central-west part of Mahe Island.

MAIN SOURCES OF INFORMATION

FAO. 1989. *Seychelles, la stratégie du secteur agricole.* FAO/CI. Rapport 88189 TA-SEY 4. Rome.

Naiken, M., Hoareau, G. 1996. *Seychelles country report.* Ministry of Agriculture and Marine Resources.

Ministry of Agriculture and Marine Resources. 2000. *Annual report*.

Talma, W. 2000. *Agricultural land status*. Ministry of Agriculture and Marine Resources

Sierra Leone

GEOGRAPHY, CLIMATE AND POPULATION

Sierra Leone is located in West Africa between about 10° and 13° W and 7° to 10° N. The country's total area is 71 740 km² and it has a north-south extent of about 340 km and a maximum east-west extent of about 300 km. Sierra Leone is bordered by Guinea in the north and east, and by Liberia in the east and south. Its Atlantic Ocean coastline in the south and west is about 400 km long. The country's highest point is Loma Mansa (Bintimani) reaching 1 948 m. There are four main physical regions:

- Coastal plains (covering 14 percent of the country's area);
- Interior plains (43 percent);
- Plateau (22 percent);
- Hills and mountains (21 percent).

About 74 percent of the country's area is considered suitable for crop production on a sustainable basis. In 2002, the cultivated area was estimated at 600 000 ha, or 8 percent of the country's area and 11 percent of the cultivable area, of which 535 000 ha was arable land and 65 000 ha under permanent crops.

Sierra Leone is situated at the northern limit of the equatorial rainforest zone, with a hot and humid tropical climate. The country is well watered and is one of the most humid countries of Africa with a mean annual rainfall of 2 526 mm/yr, ranging from 1 900 to more than 4 000 mm/yr. There are two distinct seasons: the pronounced dry season lasts from December to March and receives 6 to 7 percent of the annual total rainfall, coinciding with solar radiation of between 25.9 and 60.9 kcal/cm² and low humidity. Relative humidity is between 95 and 100 percent in the rainy season but it can drop down to 20 percent in the harmattan season. Evaporation is between 1 200 and 1 900 mm/yr. The mean daily temperature varies between 25°C and 28°C.

In 2004, Sierra Leone's population was almost 5.2 million, of which 61 percent were rural (Table 1). Population density was 72 inhabitants/km², and the annual population growth rate was 2 percent. By 2003, Sierra Leone's human development and social indicators were about the worst in the world. They include low GDP per capita, lagging primary school enrolments, low life expectancy and high infant mortality rates, while endemic diseases, especially malaria and HIV/AIDS loom as a menace.

After the decade-long war, poverty in Sierra Leone is severe with about 80 percent of the population living in absolute poverty with expenditure levels below US$1 per day. Poverty is primarily rural, as 62 percent of the country's population live in rural areas. The incidence of poverty, based on the information for 2003, is 88.3 percent in rural areas, compared to 70.6 percent in small towns and 76.6 percent in large towns. In 2001, the Government formulated an Interim Poverty Reduction Strategy Plan (I-PRSP), and is now embarking on the formulation of the full PRSP. In 2002, 57 percent of the population had access to improved drinking water sources. This coverage was 75 percent in urban areas and 46 percent in rural areas.

TABLE 1
Basic statistics and population

Physical areas			
Area of the country	2002	7 174 000	ha
Cultivated area (arable land and area under permanent crops)	2002	600 000	ha
• as % of the total area of the country	2002	8	%
• arable land (annual crops + temp. fallow + temp. meadows)	2002	535 000	ha
• area under permanent crops	2002	65 000	ha
Population			
Total population	2004	5 168 000	inhabitants
• of which rural	2004	61	%
Population density	2004	72	inhabitants/km^2
Economically active population	2004	1 920 000	inhabitants
• as % of total population	2004	37	%
• female	2004	37	%
• male	2004	63	%
Population economically active in agriculture	2004	1 153 000	inhabitants
• as % of total economically active population	2004	60	%
• female	2004	47	%
• male	2004	53	%
Economy and development			
Gross Domestic Product (GDP) (current US$)	2003	793.3	million US$/yr
• value added in agriculture (% of GDP)	2003	52.5	%
• GDP per capita	2003	160	US$/yr
Human Development Index (highest = 1)	2002	0.273	
Access to improved drinking water sources			
Total population	2002	57	%
Urban population	2002	75	%
Rural population	2002	46	%

ECONOMY, AGRICULTURE AND FOOD SECURITY

Sierra Leone's GDP was US$793.3 million in 2003. Agriculture is a vitally important component of the national economy; in 2002, it represented 52.5 percent of GDP and employed 60 percent of the total economically active population, mostly in small-scale, peasant production. The agriculture sector has four subsectors: crops, contributing the largest share to agricultural GDP, livestock, forestry and fisheries.

The civil conflict has seriously disrupted agricultural activities countrywide. As a consequence, in 2003 only about 47 percent of the natural cereal requirement of 626 704 tonnes were domestically produced. Livestock population and fish production have also been reduced significantly.

Food poverty is widespread. Most households do not have access to an adequate food supply due to both low domestic production levels and abysmally low incomes. In May 2002, Sierra Leone's President announced his determination to ensure that by 2007 no Sierra Leonean would go to bed hungry.

In 2002, the most important staple food, rice, occupied nearly 402 200 ha. Cassava, the second most important food crop, took 81 540 ha and sweet potato 10 390 ha. During the war period, there was a perceptible change in crop production patterns as tuber crops (cassava and sweet potato) were becoming more widespread because tubers, and in particular cassava, require relatively low husbandry and are less vulnerable to looting. Other food crops grown in the country include maize, sorghum, fundi (cereal), and groundnuts. In the area of tree crops, cocoa and coffee are grown largely for exports. Others include oil palm and kola nuts.

The predominant type of farming in Sierra Leone is the bush fallow system, with holdings ranging from 0.5 to 2 ha. Up to 10 different crops are traditionally grown in mixed stands in one season, with rainfed upland rice dominating, being grown by 96 percent of farmers. Traditionally, farmers use the inland valley swamps (IVS) for rice

in the rainy season, followed in the dry season by groundnut, vegetables, potatoes and cassava.

Typically, crop production is characterized by low yields and productivity and occurs in a setting severely deprived of institutional facilities. Farm inputs, including tools, seeds and technology are inadequate and rudimentary. The typical farmer exhibits a very poor knowledge of agronomy and is inhibited by the absence of institutional credit as well as organized markets for farm produce. The bad state of the overall road network, particularly feeder roads, restricts access to major markets. These factors severely constrain the expansion of farm incomes to pay for other necessities, including food. The sector policy framework is inadequate. No official comprehensive and coherent agricultural and food security policies have ever been adopted. However, in 2002 a draft Agricultural Development Policy was prepared.

WATER RESOURCES AND USE

Water resources

Sierra Leone can be divided into twelve river basins, of which five are shared with Guinea and two with Liberia. The most important ones, from west to east, are: the Kolente (Great Scarcies), Kaba, Rokel, Pampana (Jong), Sewa, Moa, and Mano. The groundwater resources of the country have not been extensively studied. They correspond almost totally to the baseflow of the rivers and the permeability of the substratum is high.

Internal renewable water resources are estimated at 160 km^3/year, with surface water accounting for 150 km^3/year of them. Seasonal variations are important: only 11-17 percent of the annual discharge occurs between December and April, with minimum discharge in April. Internally produced groundwater is estimated to be 50 km^3/year. Of that, 40 km^3/year is considered to be overlap between surface water and groundwater.

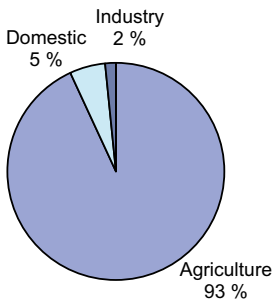
Wetlands are important in rice and vegetable production. Sierra Leone signed the Ramsar Convention on Wetlands in 1999 and 66 Ramsar sites exist in the country.

Sierra Leone has only one major dam, the 68 metre-high Guma dam, built for hydroelectricity purposes close to Freetown. However, there is considerable potential for the development of small-scale hydroelectric schemes that could also be designed to accommodate irrigated agriculture. An inventory identified 21 sites for hydropower development, with a hydroelectric potential which already exceeds by far the medium-term demand of the country (the total potential is believed to be much higher).

Water use

Total water withdrawal in the year 2000 was estimated to be 379.9 million m^3 (Table 2). Irrigation is the major water user, with a withdrawal of 353.6 million m^3 in 2000, followed by the domestic sector with 19.6 million m^3 and industry with 6.7 million m^3 (Figure 1). About 80 percent of the rural population obtains its water from surface sources, including many streams and ponds. Groundwater is used for a limited number of rural wells and recent installations for large cities. A good number of provincial towns enjoy pipe- borne treated water.

FIGURE 1
Water withdrawal
Total: 0.3799 km^3 in 2000



International water issues

Sierra Leone shares several river basins with neighbouring countries, such as the Kolente (Great Scarcies) and the Kaba with Guinea, the Mano with Liberia, and the Moa with Guinea and Liberia. The inflows into Sierra

TABLE 2
Water: sources and use

Renewable water resources			
Average precipitation		2 526	mm/yr
		181.2	10^9 m³/yr
Internal renewable water resources		160	10^9 m³/yr
Total actual renewable water resources		160	10^9 m³/yr
Dependency ratio		0	%
Total actual renewable water resources per inhabitant	2004	30 960	m³/yr
Total dam capacity	1995	220	10^6 m³
Water withdrawal			
Total water withdrawal	2000	379.9	10^6 m³/yr
- irrigation + livestock	2000	353.6	10^6 m³/yr
- domestic	2000	19.6	10^6 m³/yr
- industry	2000	6.7	10^6 m³/yr
• per inhabitant	2000	86	m³/yr
• as % of total actual renewable water resources	2000	0.2	%
Non-conventional sources of water			
Produced wastewater		-	10^6 m³/yr
Treated wastewater		-	10^6 m³/yr
Reused treated wastewater		-	10^6 m³/yr
Desalinated water produced		-	10^6 m³/yr
Reused agricultural drainage water		-	10^6 m³/yr

Leone from these transnational watercourses are considered negligible. Sierra Leone is a member of the Mano River Union, a regional body whose activities impact on agriculture and rural development.

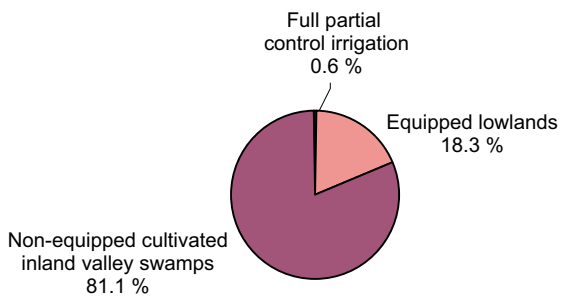
IRRIGATION AND DRAINAGE DEVELOPMENT

Evolution of irrigation development

Sierra Leone's irrigation potential was estimated at 807 000 ha in 1981 (Table 3). The breakdown of cultivable land into upland and lowland is given in Table 4. It shows the relative importance of the four classes of lowlands, with a total area of 1.165 million ha: inland valley swamps (IVS), bolilands which are drainage depressions, mangroves in the coastal tidal zone, and annually flooded riverine grasslands. It should be noted, however, that these 1.165 million ha correspond to the total area of lowlands. Lowland suitable for development is about 807 000 ha, corresponding to the above irrigation potential, leaving aside environmental aspects.

Irrigated agriculture is poorly developed in Sierra Leone, and no recent data on its extent are available. Generally, areas with good water control and having the possibility of more than one crop a year are very limited. In 1992, 1 000 ha were reported to be irrigated for sugar cane production and 28 360 ha of wetland had been equipped for rice cultivation, although most of it was not operational. Thus the area equipped for irrigation was 29 360 ha in 1992. In 1992, 126 000 ha of non-equipped wetlands and inland valley bottoms were cultivated, bringing the total water managed area in 1992 to 155 360 ha (Table 3 and Figure 2).

FIGURE 2
Distribution of water managed area
Total: 155 360 ha in 1992



Simple drip irrigation systems (bucket & hose type) are currently being introduced to Sierra Leone by an NGO, which distributed about 500 kits in 2003 after test systems met with approval. The NGO plans to ship another about 4 000 kits to the country.

TABLE 3
Irrigation and drainage

Irrigation potential		**807 000**	**ha**
Water management			
1. Full or partial control irrigation: equipped area	1992	1 000	ha
- surface irrigation	1992	1 000	ha
- sprinkler irrigation	1992	0	ha
- localized irrigation	1992	0	ha
• % of area irrigated from groundwater		-	%
• % of area irrigated from surface water		-	%
2. Equipped lowlands (wetland, ivb, flood plains, mangroves)	1992	28 360	ha
3. Spate irrigation		-	ha
Total area equipped for irrigation (1+2+3)	**1992**	**29 360**	**ha**
• as % of cultivated area	1992	5	%
• average increase per year over the last .... years		-	%
• power irrigated area as % of total area equipped		-	%
• % of total area equipped actually irrigated		-	%
4. Non-equipped cultivated wetlands and inland valley bottoms	1992	126 000	ha
5. Non-equipped flood recession cropping area		-	ha
Total water-managed area (1+2+3+4+5)	**1987**	**155 360**	**ha**
• as % of cultivated area	1987	29	%
Full or partial control irrigation schemes	**Criteria**		
Small-scale schemes	< ha	-	ha
Medium-scale schemes		-	ha
Large-scale schemes	> ha	-	ha
Total number of households in irrigation	1987	105 000	
Irrigated crops in full or partial control irrigation schemes			
Total irrigated grain production		-	tonnes
• as % of total grain production		-	%
Total harvested irrigated cropped area		-	ha
• Annual crops: total		-	ha
- sugar cane	1991	1 000	ha
Irrigated cropping intensity		-	%
Drainage - Environment			
Total drained area		-	ha
- part of the area equipped for irrigation drained		-	ha
- other drained area (non-irrigated)		-	ha
• drained area as % of cultivated area		-	%
Flood-protected areas		-	ha
Area salinized by irrigation		-	ha
Population affected by water-related diseases		-	inhabitants

TABLE 4
Breakdown of cultivable and cultivated land (1992)

Ecology	**Cultivable (ha)**	**Cultivated (1992) (ha)**	**Cultivated as % of cultivable (%)**
Upland	4 200 000	500 000	11.9
Lowland	1 165 000	155 000	13.3
- IVS	690 000	100 000	14.5
- Boliland	145 000	10 000	6.9
- Riverine grasslands	130 000	20 000	15.4
- Mangrove	200 000	25 000	12.5
Total	**5 365 000**	**655 000**	**12.2**

Role of irrigation in agricultural production, the economy and society

The main irrigated crop is rice, and five principal rice ecosystems are generally identified:

- Rainfed upland, where most rice is produced (about 64 percent of total national rice area).

- Inland valley swamp (IVS), accounting for another 26 percent of the total area under rice. Only a small portion, less than 5 percent, of the inland valley swamp rice area has been developed, permitting partial water control.
- Coastal mangrove swamp.
- Bolilands, which are lowland depressions in the interior that are seasonally flooded and are generally characterized by fragile soil fertility.
- Riverine grassland (deepwater), which is also seasonally flooded, but with much better fertility characteristics than the bolilands.

The reduced fallow period, induced by increasing population pressure, has had adverse impacts on the soil fertility for upland cropping. The IVS have relatively more fertile soils than the upland areas and can support a higher cropping density. Although the government has attempted to develop double cropping of rice by developing the IVS for irrigation, the high cost of development and weak extension capability has so far made this option unsuccessful.

Rice yields in traditional wetland are about 1.5 tonnes/ha, while in upland areas they are around 1 tonne/ha. In farmer-managed demonstration plots, yields reach an average of 3.2 tonnes/ha. The other two main crops grown in wetlands, namely cassava and sweet potato, have an average yield of 2.2 tonnes/ha and 2.7 tonnes/ha respectively.

WATER MANAGEMENT, POLICIES AND LEGISLATION RELATED TO WATER USE IN AGRICULTURE

Institutions

Several agencies have been, to a limited extent, involved in the assessment of the potential water resources, such as the Guma Valley Water Company, Department of Energy and Power, Water Supply Division, Geological Survey, and Land and Water Development Division (LWDD) of the Department of Agriculture and Forestry.

The LWDD is responsible for appraisal of the land and the water resources of the country and to help develop sustainable agriculture. It has several technical sections: agronomy, remote sensing, soils, agroclimatology, analytical laboratory, water resources, and cartography.

The Water Resources Section is in charge of investigating the water resources of the country with regard to their utilization for agricultural and rural development. This includes design preparation for swamp development. It liaises with the Water Supply Division of the Ministry of Energy and Power to investigate groundwater resources potential and for the siting and drilling of wells.

The Guma Valley Water Company is responsible for supplying water throughout Freetown and its environs; it supplies treated water from its main source at Guma Dam.

Water management

As water resources have never been a serious constraint to development in Sierra Leone, no base exists for their management (except for the water supply and sanitation sector).

Policies and legislation

There is no comprehensive water resources development policy or strategy (except for the water supply and sanitation sector with the Sierra Leone Water Company Act of 1991) in Sierra Leone, for the same reason already mentioned above: water resources have never been a serious constraint to development in the country.

ENVIRONMENT AND HEALTH

In the context of the World Wetlands Day Celebrations (2003) in Sierra Leone the following threats to wetlands in the country were identified:

- Developmental activities (construction, uncontrolled tourism);
- Population, deforestation, mining, agriculture, peat harvesting;
- Creation of dams for hydroelectric power generation;
- Massive removal of mangroves.

The traditional slash-and-burn agriculture has resulted in deforestation and soil exhaustion.

PERSPECTIVES FOR AGRICULTURAL WATER MANAGEMENT

In 1990, the country's target was to reach self-sufficiency in rice production and the major focus for increasing rice production is the further development of the inland valley swamps. Such developments have largely failed to date for lack of appropriate water control technologies adapted to the farmers' needs, and the proper economic incentives. The development of wetlands to allow for double cropping has so far proved to be unsuitable and costly. Future efforts will probably concentrate on increasing yields in swamp rice cultivation, by concentrating on the most productive land and intensifying the use of available production technology. The returns from mechanization have proved to be higher in the riverine grasslands than in the other rice cultivation ecologies. Bolis, given their poor soil conditions, are not expected to play a major role in the future in rice production.

Uncertainty and transition characterize the current situation and there is no clear agriculture and food security policy and strategy at the central government level. The anticipated support from the African Development Bank and the Food and Agriculture Organization (FAO) should assist in strengthening the capacity of the Ministry of Agriculture, Forestry and Food Security (MAFFS) to develop its functions and to formulate appropriate policies for, amongst all the other sectors, water resources management and irrigation.

The African Development Bank has shown interest in financing the Rhombhe and Rolakoh Irrigation Studies programme (US$2 million) and study activities are expected to begin soon.

The future of irrigation and agriculture in general is primarily related to a return to political stability.

MAIN SOURCES OF INFORMATION

Central Statistics Office. 1991. *Annual statistics digest 1991*.

FAO. 1981. *Land resources survey project DP/SIL/73/002.* Final report.

FAO. 2000. *Crop and food supply situation in Sierra Leone*. Special report.

FAO. 2003a. *Country policy profile for Sierra Leone on state of policy and strategy for food security and agriculture development*.

FAO. 2003b. *Agricultural sector review and formulation of agricultural development strategy*. TCP/SIL/2904 (A). Project document.

FAO/DDC. 1990. *Report on the Moyamba development project*. 2 volumes.

Knickel K.W. 1988. *Farming system development: Smallholder swamp rice schemes in Sierra Leone*.

MAFF/FAO. 1992. *Sierra Leone: Agricultural sector review/programming mission*. 2 volumes.

Ramsar Convention on Wetlands. *World Wetlands Day 2003: Sierra Leone*.

World Bank. 1984. Sierra Leone Agricultural sector review.

Somalia

GEOGRAPHY, CLIMATE AND POPULATION

Somalia is situated in northeastern Africa and covers an area of 637 660 km². It has the longest coastline in Africa, being bordered by the Gulf of Aden to the north and the Indian Ocean to the east. The country is bordered by Kenya in the south, Ethiopia in the west and by Djibouti in the north-west. The country can be divided in five distinct physio-geographic zones differentiated by topography:

- the northern coastal plains;
- the Golis mountain range in the north;
- the central coastal plains;
- the broad limestone-sandstone plateau covering all of central and southern Somalia;
- the flood plains of the Juba and Shabelle rivers in the south, which provide the highest agricultural potential.

The cultivated area was 1 071 000 ha in 2002, of which 1 045 000 ha arable land and 26 000 ha permanent crops, while permanent pastures covered 43 000 000 ha.

The climate in Somalia is mainly arid to semi-arid, with an average annual daytime temperature of 27°C. It is hot and dry in the interior and on the Gulf of Aden, but cooler on the Indian Ocean coast and inland on the river floodplains. The mean annual precipitation is 282 mm, with 50 mm along the northern coast, 500 mm in the northern highlands, 150 mm in the interior plateau and 350-500 mm in the southwest. Somalia has one of the highest inter-annual variations of rainfall of any mainland African state, and it is this variability that has the most pervasive influence on pastoral and agropastoral production systems. Rainfall distribution is bimodal. The rains seasons being the *Gu* (April to June), which has most rains and the *Deyr* (October to November). The dry seasons are the *Jilal* (December to March) and the *Hagaa* (July to September). Annual potential evapotranspiration varies between 1 500 mm on the south coast and 2 900 mm on the north coast. The country is regularly subjected to drought, occurring moderately every 3-4 years and severely every 7-9 years.

Population estimates for Somalia vary from 6.8 million, according to the Somalia Watching Brief (2003), to 10.3 million, according to the UN (2004) (Table 1). About 65 percent of the population are rural. Population density is 16 inhabitants/km² and the annual population growth rate was 2.3 percent between 1990 and 2002. A majority of the population remains nomadic, either pastoralist or agropastoralist. Agriculture is the second most common occupation. Somalia's agro-pastoralist and settled farmers live in villages or small settlements where water resources are reliable, while the nomadic pastoralists move seasonally with their livestock depending on the availability of pasture and water. In 2001, Somalia counted about 300 000 internally displaced persons and 264 000 refugees in neighbouring countries. Up to 77 percent of the population are

TABLE 1
Basic statistics and population

Physical areas			
Area of the country	2002	63 766 000	ha
Cultivated area (arable land and area under permanent crops)	2002	1 071 000	ha
• as % of the total area of the country	2002	2	%
• arable land (annual crops + temp. fallow + temp. meadows)	2002	1 045 000	ha
• area under permanent crops	2002	26 000	ha
Population			
Total population **	2004	10 312 000	inhabitants
• of which rural	2004	65	%
Population density	2004	16	inhabitants/km²
Economically active population	2004	4 368 000	inhabitants
• as % of total population	2004	42	%
• female	2004	43	%
• male	2004	57	%
Population economically active in agriculture	2004	3 028 000	inhabitants
• as % of total economically active population	2004	69	%
• female	2004	50	%
• male	2004	50	%
Economy and development			
Gross Domestic Product (GDP) (current US$)	2001	806	million US$/yr
• value added in agriculture (% of GDP)	2001	60	%
• GDP per capita		-	US$/yr
Human Development Index (highest = 1)		-	
Access to improved drinking water sources			
Total population	2002	29	%
Urban population	2002	32	%
Rural population	2002	27	%

without access to safe water and 49 percent are without access to sanitation (1999). The prevalence of HIV/AIDS is estimated to be less than 1 percent.

ECONOMY, AGRICULTURE AND FOOD SECURITY

In 2001, the GDP for Somalia was estimated at around US$806 million, whereas the GNP is higher due to remittances, totalling US$300-400 million, from Somalis living abroad. The expected share of contributions to the GDP by sector is 60 percent for agriculture, 10 percent for industry and 30 percent for services. About 69 percent of the economically active population were economically active in agriculture (2004). In 2002, 43 percent of the population were estimated to be on a per capita income of less than US$1/day. Constraints on development are scarce water resources, poverty and food insecurity in the rural areas, general insecurity and civil conflicts. The situation is exacerbated by the uncontrolled urbanization of vulnerable people and the transfer of internally displaced people to the cities. Somalia has been food insecure for the past 20 years, a situation which has been aggravated by civil war and natural disasters. The country has one of the world's highest figures for prevalence of undernourishment, 70 percent. In the early 1990s, 300 000 people died from hunger as a result of years of droughts. During the floods of 1997/1998, around 1 400 people died as a result of the flooding and another 1 million were indirectly affected, while more than 60 000 ha of crops and farmland were destroyed. In 1998 and 2000 Saudi Arabia imposed a ban on livestock imports due to the outbreak of rift valley fever. Somalia was hit hard by famine in 2002 and acute shortages of water and fodder caused losses of up to 40 percent of cattle and 10-15 percent of goats and sheep in Ethiopia and Somalia.

The local production of mainly sorghum and maize does not meet the food demands and it is estimated that another 200 000 tonnes of cereals are needed to meet the domestic food demands of 500 000 tonnes. Maize and sorghum production has been

on average 60 percent below the pre-war average. Generally, the north has a higher food security due to better physical security and higher household income, compared to the south and central areas. It is estimated that one out of five harvests in Somalia is a partial failure and one in ten a complete write-off. Exports amounted to US$186 million in 1999 and the main commodities were live animals, meat and skins mainly to Saudi Arabia. Imports amounted to US$314 million in 2000 and the main commodities were petroleum products, food stuffs and construction materials. The Somalia Aid Coordinating Body (SACB) external aid amounts to US$115 million for humanitarian and development aid. The informal private sector boomed last year in money transfers and telecommunications, and construction and trade have become more important. Bananas were the most important export crop before the war and annual export exceeded 120 000 tonnes. Many of the banana farms were rehabilitated between 1993 and 1996, but the floods in 1997 destroyed 80 percent of the banana farms. Changes in the import regime, particularly to the EC and Italy, have led to a further collapse of the market. The few remaining commercial farms in southern Somalia have attempted to diversify into other crops, such as sesame, groundnuts and rice.

The most important agricultural areas are in the south of Somalia and the agricultural production system can be divided in: (i) subsistence rainfed farming, often part of agro-pastoral production systems, with a typical farm size of 2-4 ha; (ii) small-scale irrigation and oasis farming; and iii) commercial farming, which is mainly large-scale and irrigated.

WATER RESOURCES

Water resources

Water resources in Somalia are dominated by surface water. The two perennial rivers in Somalia are the Juba and Shabelle rivers. The Juba-Shabelle basin, with a total area of 810 427 km^2, covers about one-third of Ethiopia, one-third of Kenya and one-third of Somalia. Over 90 percent of the flow originates in the Ethiopian highlands. The mean annual runoff at the border between Ethiopia and Somalia is 5.9 km^3 for the Juba river at Luuq and 2.3 km^3 for the Shabelle river at Belet Weyne. The downstream discharge at the Shabelle river is decreasing rapidly due to losses from seepage, evaporation, overbank spillage due to a low channel capacity and water abstractions before the flow usually ends in the wetlands beyond Sablaale. Although the Shabelle river is technically a tributary of the Juba it is very rare that flow from the Shabelle ever reaches the Juba and often the Shabelle ceases to flow in the lower reaches during the early part of the year. Destructive floods have affected the Juba and Shabelle basin since the beginning of the century and especially in 1946, 1961, 1981, and 1997/1998. Usually the floods follow heavy rains in the upper basin in Ethiopia, with the Lower Juba floodplain being the worst affected area. As the Shabelle river is embanked at the lower part it is very difficult to predict the location of the floods. Sedimentation in the riverbed and siltation of the irrigation canals are also contributing to in-channel floods.

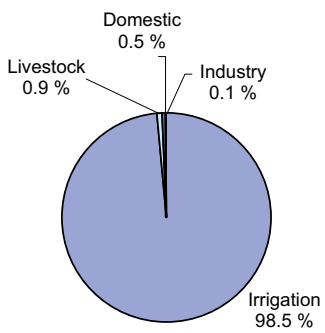
In the north, along the Gulf of Aden, there is a mountainous zone with rugged relief which is subject to torrential flows, causing considerable erosion. The land slopes down towards the south and the south-flowing watercourses dissipate in the Haud plateau. Groundwater potential is limited because of the limited potential for recharge.

Internally produced water resources are 6 km^3/year, of which 5.7 km^3 and 3.3 km^3 are surface water and groundwater respectively, with an overlap between the two estimated at 3 km^3. Total renewable water resources in Somalia are 14.2 km^3/year. However, not all the resources can be captured due to floods. There are no dams on the Juba and Shabelle rivers within Somalia, and pre-war flood-control measures (off-stream reservoirs, flood relief canals) have fallen into disrepair. There is an off-stream storage at Jowhar (0.2 km^3), upstream of the greater part of the irrigated lands and downstream of the Jowhar sugar estate, which collapsed in the mid 1990s. A second

TABLE 2
Water: sources and use

Renewable water resources			
Average precipitation		282	mm/yr
		180	10^9 m³/yr
Internal renewable water resources		6	10^9 m³/yr
Total actual renewable water resources		14.2	10^9 m³/yr
Dependency ratio		57.75	%
Total actual renewable water resources per inhabitant	2004	1 377	m³/yr
Total dam capacity	2003	0	10^6 m³
Water withdrawal			
Total water withdrawal	2003	3 298	10^6 m³/yr
- irrigation + livestock	2003	3 281	10^6 m³/yr
- domestic	2003	15	10^6 m³/yr
- industry	2003	2	10^6 m³/yr
• per inhabitant			m³/yr
• as % of total actual renewable water resources	2000	23	%
Non-conventional sources of water			
Produced wastewater		-	10^6 m³/yr
Treated wastewater		-	10^6 m³/yr
Reused treated wastewater		-	10^6 m³/yr
Desalinated water produced		-	10^6 m³/yr
Reused agricultural drainage water		-	10^6 m³/yr

FIGURE 1
Water withdrawal
Total: 3.298 km³ in 2000



off-stream storage reservoir in the Shabelle at Duduble, upstream of Jowhar, which would store 0.13-0.2 km³, was proposed in the late 1980s, but was never built. At Baarhere on the Juba river a major water development project was proposed in the 1980s for hydropower, water control and irrigation for about 175 000 ha of land.

Water use

Total water withdrawal is estimated at 3.298 km³/year (2003), of which agriculture (irrigation and livestock) accounts for over 99 percent (Table 2 and Figure 1). In the rural areas domestic water supply is derived from surface dams, boreholes, shallow wells and springs, often distributed by donkey carts to households. During the dry season groundwater is the main supply for domestic and livestock use and is only supplemented by surface water when and where it is available.

Agricultural water abstractions are mainly limited to partially controlled irrigation schemes in the river basins. Of the abstractions for agriculture, livestock accounts for around 0.03 km³/year. Under the present conditions, surface water withdrawal amounts to around 96 percent and groundwater withdrawal to 4 percent of the total water withdrawal. In the dry season, as the water resources become scarce, competition between the resources is high and groundwater supplies are often severely stressed.

International water issues

The Shabelle river is partially regulated upstream in Ethiopia by the Melka Wakana 153 MW hydroelectric project, completed in 1988, as well as dams on two branches downstream which altogether control 40 percent of the catchment area and around 50 percent of the discharge. Further water development projects are ongoing in the

Shabelle river on the Ethiopian side at Gode, but the capacity and implications for water management in Somalia are as yet unknown. For the shared water resources there are no recorded agreements between the countries.

IRRIGATION AND DRAINAGE DEVELOPMENT

Evolution of irrigation development

Irrigation potential is 240 000 ha. The irrigation sector has undergone major changes since the outbreak of the civil war in 1991, many of the large scale irrigation systems having been destroyed. Of the remaining infrastructures many are not in use due to lack of maintenance and most of the formerly irrigated areas are now used for rainfed farming and grazing. There has been an expansion of rainfed farming, mainly in the areas of Middle Shabelle and Galgaduud.

Large-scale commercial irrigation was introduced during the colonial era (1880-1960) and played a major role in pre-war agriculture. Irrigated bananas and fruit trees (limes) were the major crops. Other crops, produced mainly by government-owned farms, were sugar cane, cotton and rice. Most of the private and government-owned farms collapsed in 1990, but several private farms have recovered and diversified into cash crops, such as sesame, groundnuts and rice. However, the technical level of production, mechanization and efficiency of these farms remains low. Unsettled land issues are also constraints on future development.

The area equipped for irrigation was 200 000 ha in 1984, of which 50 000 ha full/partial control surface irrigation and 150 000 ha spate irrigation (Table 3 and Figure 2). These estimates are still valid today, but much of the infrastructure is not used. The area actually irrigated is only around 65 000 ha.

Irrigated agriculture is mainly practised along the Juba and Shabelle rivers. In their upper sections both rivers have deep riverbeds and pumps are needed for irrigation. In the lower sections the rivers are embanked, which allows for gravity-fed irrigation, especially along the Shabelle. Pumps are used by those who can afford it during periods of low discharge. There are three common types of small-scale irrigation found in the Juba and Shabelle basin:

- Small-scale pump-fed surface irrigation of cash crops. Individual families or small groups usually irrigate 0.5-5 ha close to the river;
- Small-scale gravity-fed surface irrigation of staple and cash crops, with clusters of small-scale farmers irrigating 5-10 ha. Maize is most common, followed by sesame, fruits or vegetables;
- Spate and flood recession irrigation of staple crops. Spate irrigation is called *Deschek* irrigation and it also includes the areas along the riverbanks, which are often called riverbank farms (5-100 m from river). When the bi-annual floods begin to recede farmers plant maize in depressions and dry river branches, particular along the middle and lower reaches of the Juba. Flood recession farming is practised from 500 m to up to 30 km distance from river. The system is quite risky as the floods can return before the crops are harvested. The areas are flooded through levee or embankment overtopping using water intakes through man-made openings along the river or by pumping, thus changing uncontrolled irrigation to controlled. No separate values are available for the part called spate irrigation or flood recession cropping.

In the dryer northern part of Somalia irrigation is practised as small-scale surface

FIGURE 2
Distribution of water managed areas
Total: 200 000 ha in 2003

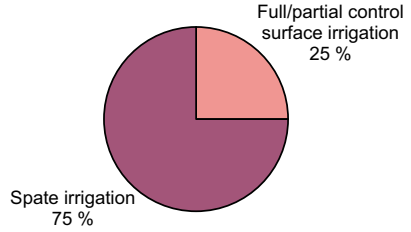


TABLE 3
Irrigation and drainage

Irrigation potential		**240 000**	**ha**
Water management			
1. Full or partial control irrigation: equipped area	2003	50 000	ha
- surface irrigation	2003	50 000	ha
- sprinkler irrigation		-	ha
- localized irrigation		-	ha
• % of area irrigated from groundwater		-	%
• % of area irrigated from surface water		-	%
2. Equipped lowlands (wetland, ivb, flood plains, mangroves)		-	ha
3. Spate irrigation	2003	150 000	ha
Total area equipped for irrigation (1+2+3)	**2003**	**200 000**	**ha**
• as % of cultivated area	2003	19	%
• average increase per year over the last 18 years	1984-2003	0	%
• power irrigated area as % of total area equipped		-	%
• % of total area equipped actually irrigated	2000	33	%
4. Non-equipped cultivated wetlands and inland valley bottoms		-	ha
5. Non-equipped flood recession cropping area		-	ha
Total water-managed area (1+2+3+4+5)	**2003**	**200 000**	**ha**
• as % of cultivated area	2003	5	%
Full or partial control irrigation schemes	**Criteria**		
Small-scale schemes	< ha	-	ha
Medium-scale schemes		-	ha
Large-scale schemes	> ha	-	ha
Total number of households in irrigation		-	
Irrigated crops in full or partial control irrigation schemes			
Total irrigated grain production		-	tonnes
• as % of total grain production		-	%
Total harvested irrigated cropped area		-	ha
• Annual crops: total		-	ha
- maize	1984	150 000	ha
- sugar cane	1984	9 800	ha
- rice	1984	1 300	ha
• Permanent crops: total		-	ha
- bananas	1984	3 000	ha
Irrigated cropping intensity		-	%
Drainage - Environment			
Total drained area		-	ha
- part of the area equipped for irrigation drained		-	ha
- other drained area (non-irrigated)		-	ha
• drained area as % of cultivated area		-	%
Flood-protected areas		-	ha
Area salinized by irrigation		-	ha
Population affected by water-related diseases		-	inhabitants

irrigation and as spate irrigation. Small-scale surface irrigation, oasis farming, is practised mainly in dry riverbeds or adjacent areas, using water pumped from shallow wells and in some cases by tapping the sub-surface river flow directing it through channels into the fields. These farms produce mainly fruits and vegetables for neighbouring villages and urban centres and the irrigated area for these farms is usually less than 2 ha. Less common is spate irrigation which is practised as floodwater harvesting within the streambed or by floodwater diversion where the floods are diverted to adjacent fields for sorghum and maize, with an irrigated area usually of less than 10 ha.

Role of irrigation in agricultural production, the economy and society

Livestock and agriculture, both rainfed and irrigated, are the two major traditional socio-economic activities of the Somali people, where water is of vital importance.

Water is scarce and the infrastructural developments with access to water for household and irrigated agriculture are very poor and often communities fight over the access to land and water. The production of staple crops is subsistence-oriented and dominated by smallholders. Fodder as a by-product often has a higher economic value then cereals, particularly in the north where livestock export is important. Irrigation efficiency is low because of the design of the system. Both men and women work on the farms. However, as regards access to land, women are not allowed to own land if they do not purchase it with their own money.

The main cash crops are bananas, lime, cotton, rice and sugar cane, while the main food crops are sorghum, maize, sesame, rice and beans. Rainfed and irrigation yields are low due to low seed quality and due to lack of farming skills and mechanized farm inputs. The average yield of sorghum is 200–500 kg/ha. On average 300 000 tonnes of cereals were harvested per year during the period 1994–2000, compared to a pre-war production of 480 000 tonnes per year.

Status and evolution of drainage systems

Many flood diversion control systems in the Juba and Shabelle river have collapsed and drainage is poor, leading to salinization and waterlogging. For example, in Jowhar (middle Shabelle) the major infrastructure that collapsed consisted of a flood control canal and the Jowhar off stream canal, operational from 1980 to 1990, and the Chinese flood relief canal, operational from 1983 to 1990.

WATER MANAGEMENT, POLICIES AND LEGISLATION RELATED TO WATER USE IN AGRICULTURE

Institutions

A platform for the coordination of international aid to Somalia is provided by the Somalia Aid Coordinating Body (SACB). The SACB was created in 1994 and partners include donor governments, United Nations (UN) agencies and international and local non-governmental organizations (NGOs). The aim of the SACB is to share information and to develop strategies for aid in the sectors of health and nutrition, food security and rural development, water/sanitation and infrastructure, education and governance, and economic recovery. The UN development aid in Somalia is coordinated by the Office for Coordination of Humanitarian Affairs (OCHA). Food security at a household level has been monitored since 1995 by the Food Security Assessment Unit (FSAU) through regular assessments of vulnerability and food economy baseline studies.

The overall responsibility for agricultural development in northwest Somalia rests with the Ministry of Agriculture. A strategic plan for agricultural rehabilitation and development for 2001 and 2003 was developed with assistance from the International Rescue Committee (IRC). The goal of the strategic plan was to ensure household food security by ensuring an equitable allocation of resources, improving crop production and capacity building within the Ministry of Agriculture. The ministry of Water and Mineral Resources is responsible for the management of freshwater resources and for water withdrawal. In northeast Somalia, the Ministry of Pastoral Development and Environment is responsible for natural resource management, including the use of forest and surface water and groundwater resources. It developed the strategic plan for sustainable natural resource management for 2002-2004.

Water management

Canal committees and water use associations exist in some areas, but there is no clear pattern of water allocation rights and fees. On most of the small irrigation schemes with hand-dug canals canal committees exists and the schemes are better maintained compared to the large-scale irrigation schemes, which were maintained by former

governments. Lack of sustainable irrigation management is also due to the fact that the land is irrigated by people who have no previous experience of irrigation.

Finances

Water, electricity and transport are examples of private sectors that work well, but are only accessible for those who can afford to pay for them. There are no subsidies for agriculture and irrigation.

Policies and legislation

In Somalia there are no uniform constitutional and legal rules governing social or economic behaviour, except for a 1971 law governing the Water Development Agency. In Somaliland, a draft water Act and a Water Policy were prepared in 2004. In those areas where public administration has been established, advances have been made in restoring the former juridical system. In most of the rural communities, however, traditional Somali law (*xeer*) and the Islamic Sharia law continue to be upheld. The ownership of land and water is based on the Somali social organization where each clan is associated with a particular territory. The law says that water is public property but allows appropriation and usage is acquired by administrative permits.

ENVIRONMENT AND HEALTH

Environmental water-related problems concern shortage of water, use of contaminated water, overgrazing, salinization, waterlogging, recurrent drought and severe floods. The coastal waters are degraded by the illegal cleaning of tanks and fishing, mostly by foreign fleets. The uncontrolled cutting of acacia and juniper forests for the export of charcoal and firewood is damaging the rangelands. From 1997 to 2003, it is estimated that charcoal production increased by 70 percent. Soil erosion in the form of sheet, rill, river bank and gully erosion is extensive and has an impact on agricultural land. Soil erosion has also been accelerated due to land that has been left fallow. Substantial areas have been salinized and waterlogged by irrigation. Persistent crop pests are common and affect the quantity and quality of the harvest. Indicators of health have not shown any improvement for the population during the last few years. Farm labour is affected by malaria and tuberculosis, which are the two main human diseases. There is also a high incidence of malaria during the wet season when farm labour is needed. Tuberculosis is common among the pastoralist and agro-pastoralist communities.

Health facilities are concentrated in the urban centres, but water resources are very limited. In Hargeisa the population has on average 7 litres of water per day and many people have much less than that. In Mogadishu the water supply is affected by saltwater intrusion from the sea because of extensive groundwater pumping. In some rural areas the construction and rehabilitation of water supplies has resulted in more people and livestock in the area, which has degraded the rangelands.

PERSPECTIVES FOR AGRICULTURAL WATER MANAGEMENT

The long absence of a formal central government, conflict in the major agricultural production areas and the associated lack of investment are constraints on the rehabilitation/development of agricultural water management in Somalia. Due to continued civil war agriculture is now essentially subsistence agriculture, with limited opportunities for production for internal markets and virtually no capacity to produce for international markets. A recent study by the European Commission (EC) found no grounds for the rehabilitation of the once important banana industry on a competitive basis. On-farm investment is currently limited to essential needs.

As long as water management continues to be a localized affair, there remains little opportunity for developing effective strategies for flood management on the rivers. This in turn undermines the cooperation needed with neighbouring countries sharing the

same water resources. Although emerging Somali authorities recognize the need and have identified the rehabilitation of the major flood control and irrigation infrastructure on the Juba and Shabelle rivers as a major priority, there is likely to be little progress until a strong central government emerges. Major investment opportunities, from donors or the private sector, therefore remain on hold.

MAIN SOURCES OF INFORMATION

Agrosphere. 2002. *An Agricultural Baseline of Jamama District – Lower Juba*. Nairobi.

European Commission (EC), Somalia Unit. 2001. *Rural development and food security strategy for Somalia: towards sustainable livelihoods*.

Gomes, N. 2003. *Water and land management in the riverine region of southern Somalia*. Preliminary study, for FAO/EC, IFRA, Nairobi.

Kammer D. 1989. *A brief description of major drainage basins affecting Somalia.* National Water Centre, Mogadishu. Field Document No.14. FAO/SOM/85/008. Rome.

UNDP. 2001. *Somalia Human Development Report 2001*. UNDP Somalia Country Office, Nairobi, Kenya.

World Bank. 1987. *Agricultural Sector Survey: Main report and strategy.* Report No. 6131-SO. Washington DC.

South Africa

GEOGRAPHY, CLIMATE AND POPULATION

South Africa is the southernmost country on the African continent. It measures almost 1 600 km from north to south as well as from east to west and has an area of 1.22 million km^2. South Africa is bordered by Botswana and Zimbabwe to the north, Mozambique and Swaziland to the northeast and east, the Indian Ocean to the southeast and south, the Atlantic Ocean to the southwest and west and Namibia to the northwest. Lesotho, an independent constitutional monarchy, is entirely surrounded by South African territory in the eastern part of the country. The four original provinces of South Africa - Cape of Good Hope, Orange Free State, Transvaal, and Natal - were reorganized in 1994 into nine new provinces: Western Cape, Northern Cape, Eastern Cape, North-West, Free State, Gauteng, Mpumalanga, Limpopo (formerly called Northern Province), and KwaZulu-Natal.

A plateau that covers the largest part of the country dominates the topography. It is separated from the surrounding areas of generally lower elevation by the Great Escarpment. The plateau consists almost entirely of very old rock of the Karoo System, which formed from the Late Carboniferous Epoch (320 to 286 million years ago) to the Late Triassic Epoch (230 to 208 million years ago). The plateau is generally highest in the east, dropping from elevations of 2 400 metres in the basaltic Lesotho region to 600 meters in the sandy Kalahari in the west. The central part of the plateau comprises the Highveld, which is between 1 200 and 1 800 metres in elevation. South of the Orange River lies the Great Karoo region.

The Great Escarpment, known by a variety of local names, forms the longest continuous topographic feature in South Africa and provides scenery of great beauty. It runs southward from the far northeast, where it is generally known as the Drakensberg. Farther south it forms the boundary, first between KwaZulu-Natal and Free State provinces and then between the KwaZulu-Natal province and Lesotho, where it reaches heights of up to nearly 3 300 metres. The mountainous escarpment continues southwestward, dividing Lesotho from the Eastern Cape province. At lesser altitudes of 1 600 to 2 600 metres, it runs westward across Eastern province, where it is known as the Stormberg. Farther to the west, it forms the approximate boundary between Northern Cape and Western Cape provinces, with names such as the Nuweveld Range and the Roggeveld Mountains. At its western extreme, in the vicinity of Mount Bokkeveld and Mount Kamies (1 800 metres), the escarpment is not well defined.

On both sides of the Great Escarpment, the topography tends to be relatively broken. Open plains are relatively rare. Ridges, mountains, and deeply incised valleys are common, mainly left by the erosion of very old landforms. Between the escarpment and the sea there is little genuine coastal plain, with exceptions in northern KwaZulu-Natal, where it reaches 80 km in width, and in parts of Western Cape. For most of its 2 900 km length, the coastline is characterized by fairly steep slopes rising rapidly inland. Most of the coastline

has experienced uplift or falling sea levels in the recent geologic past, with the result that few flooded river valleys or natural harbours occur. Long stretches of beach are common. In KwaZulu-Natal, long shore drift over many centuries has created spits and bluffs from beach sand; in a number of places these features have enclosed bays, which have provided both remarkable sanctuaries for wildlife (like the St. Lucia estuary) and, when the mouths are dredged, good harbours, as at Durban and Richard's Bay.

An area of very old folded mountains, with altitudes between 1 000 and 2 500 metres, lies in the southwest of the country. It includes ranges such as the Tsitsikama, Outeniqua, Great Swart, Lange, Seder, Drakenstein, and Hottentots Holland Mountains, as well as Table Mountain and its associated features at Cape Town.

Based on annual rainfall, three climate zones can be distinguished:

- The eastern parts of the country, which are summer rainfall areas with an annual precipitation of 500 mm and more;
- The central and the western parts of the great plateau, which are semi-arid to arid and are characterized by late summer rains, varying from less than 100 mm to approximately 500 mm;
- The Cape fold mountains and the area between them and the sea have a winter rainfall season in the west and rainfall throughout the year in the more southeasterly parts. Rainfall in this region varies from about 300 mm to more than 900 mm.

The average annual rainfall is 495 mm, ranging from less than 100 mm/year in the western deserts to about 1 200 mm/year in the eastern part of the country. Only 35 percent of the country has a precipitation of 500 mm or more, while 44 percent has a precipitation of 200-500 mm and 21 percent has a precipitation of less than 200 mm. Therefore, 65 percent of the country does not receive enough rainfall for successful rainfed crop production and is used as grazing land. Crops grown in this area are grown under irrigation. Mild to severe frost occurs regularly on the great plateau limiting the choice of crops and resulting in strong seasonal patterns for most crops grown. Except for the Western Cape, with a Mediterranean climate and winter rainfall, the rest of the country is a summer rainfall area. Summer is from October to March with temperatures from 15 °C at night to 30 °C at noon. Winter is from April to September with temperatures from 0 °C at night to 18 °C at noon. Winter temperatures in the interior often drop below zero and frost is common. South Africa ranks very high as far as sunshine days are concerned.

Natural vegetation reflects the climatic zones of the country:

- In the eastern parts of the country vegetation varies from temperate grassland in the higher altitudes to savannah and bushveld in the middle altitudes and to forest in the lower altitudes;
- In the southwestern parts of the country with its Mediterranean climate, plant life consists of mainly fynbos types;
- The dry central and western parts of the plateau are covered by various combinations of short shrubs and desert type grasses.

Climate-soil combinations mean that only 12 percent of the total land area, or 14.6 million ha, could be considered as cultivable. The cultivated area, however, calculated as the sum of arable land and land under permanent crops, was about 15.7 million ha in 2002 (Table 1). The reason is that sometimes soils are cultivated that in fact are not really cultivable.

South Africa's population is estimated at 45.4 million (2004), of which 42 percent is rural (Table 1). The annual growth rate is estimated at about 1.2 percent. The average population density is 37 inhabitants/km^2, ranging from 21 in rural areas to more than 100 inhabitants/km^2 in more densely populated areas. Eleven official languages are recognized, with isiZulu (23 percent), isiXhosa (18 percent), Afrikaans (14 percent) and English (9 percent) as the most prevalent. In 2002, 98 percent of the urban and

TABLE 1
Basic statistics and population

Physical areas			
Area of the country	2002	121 909 000	ha
Cultivated area (arable land and area under permanent crops)	2002	15 712 000	ha
• as % of the total area of the country	2002	13	%
• arable land (annual crops + temp. fallow + temp. meadows)	2002	14 753 000	ha
• area under permanent crops	2002	959 000	ha
Population			
Total population	2004	45 214 000	inhabitants
• of which rural	2004	42	%
Population density	2004	37	inhabitants/km^2
Economically active population	2004	18 897 000	inhabitants
• as % of total population	2004	42	%
• female	2004	39	%
• male	2004	61	%
Population economically active in agriculture	2004	1 570 000	inhabitants
• as % of total economically active population	2004	8	%
• female	2004	26	%
• male	2004	74	%
Economy and development			
Gross Domestic Product (GDP) (current US$)	2003	159 900	million US$/yr
• value added in agriculture (% of GDP)	2003	3.8	%
• GDP per capita	2003	3 551	US$/yr
Human Development Index (highest = 1)	2002	0.666	
Access to improved drinking water sources			
Total population	2002	87	%
Urban population	2002	98	%
Rural population	2002	73	%

73 percent of the rural population were using improved drinking water sources, amounting to a national coverage of 87 percent (Table 1). Fewer than half (45 percent) of South African households have a water tap inside the dwelling.

The unemployment rate at the time of the 1996 population census was 34 percent. Four provinces had higher unemployment rates than the country as a whole; Eastern Cape (49 percent), Limpopo (46 percent), KwaZulu-Natal (39 percent) and North West (38 percent).

ECONOMY, AGRICULTURE AND FOOD SECURITY

South Africa has a market economy that is largely based on services, manufacturing and mining. Economic policy has primarily been aimed at sustaining economic growth and achieving a measure of industrial self-sufficiency. The GDP was US$159.9 billion (current US$) in 2003, with an annual growth of 3 percent. Agriculture contributed 3.8 percent to the GDP and employed 8 percent of the workforce. Maize is the chief staple and the nation's chief farm export, but annual harvests fluctuate sharply because of the frequent droughts. Other major crops include sugar cane, wheat, potatoes, groundnuts, citrus fruits and grapes. Natural pasture covers two thirds of the land and supports sheep, cattle and other livestock.

Approximately 14 million South Africans, or one third of the total population, are vulnerable to food shortages. The reason for this is poverty and the lack of suitable infrastructures in the deep rural areas and not that too little food is produced, since South Africa is a net food exporter. While homegrown vegetables could alleviate this problem, this is only practised on a small scale because of the small portion of the country that gets enough and reliable rain for successful rainfed vegetable production. The seasonality and unreliability of rainfall results in dry periods during which the food security problem increases for many households. Intervention of the Government

or NGOs is often required to alleviate the situation. Irrigation could contribute to the mitigation of the problem, but the local topography in rural areas often prevents successful irrigation development, where streams and springs are available as a water source. High poverty and illiteracy levels preclude the installation and operation of sophisticated pumping equipment by the communities. The use of low-level technology like treadle pumps is limited by the low heights that these devices can pump to.

Rich fishing grounds exist mainly off the west coast and annual landings include anchovies, Cape hake and herring, most of which are processed as canned or frozen foods by the fishing industry.

Mining accounts for 10 percent of the GDP and is dominated by the production of gold. South Africa is the world's largest producer of gold, although its importance in the nation's total mineral output has declined significantly since 1946. South Africa is also a leading producer and exporter of chromites, gem diamonds, platinum and vanadium. Antimony, industrial diamonds, fluorite, manganese and vermiculite are also produced in large quantities. Manufacturing accounts for 25 percent of the GDP and employs one sixth of the workforce. Principal manufactures include metal products, chemicals, food and beverages, electrical machinery, motor vehicles, textiles and printing and publishing. Electricity is generated mostly by using domestic coal.

South Africa's chief suppliers are Germany, the United States, the United Kingdom and Japan. Machinery, transport equipment, chemicals and foodstuffs are the major imports. Switzerland, the United Kingdom, the United States, Japan and Germany are the chief markets for South African exports. Gold, the country's largest export commodity, is followed by gem diamonds and other metals and metal products.

HIV/AIDS is a serious and ever increasing problem. Recent news reports state that deaths due to this disease exceed 600 per day. The effect on agriculture has not been determined yet, but as the deaths seem to be mostly young to middle-age adults and children, it is expected to have a detrimental effect on agricultural production.

WATER RESOURCES AND USE

Water resources

The drainage network of South Africa can be divided into four major systems:

- Approximately 48 percent of the country (606 000 km^2) is drained to the Atlantic Ocean by the Orange River, which rises in the Lesotho Highlands, and its tributaries. Chief among these are the Caledon and the Vaal Rivers. Total mean annual runoff is 11.1 km^3.
- North of the Witwatersrand ridge, the plateau is drained to the Indian Ocean by the Limpopo system, with major tributaries such as the Crocodile and the Elephants River. This basin has a mean annual runoff of 5.1 km^3 draining approximately 14 percent of the country.
- All other rivers draining into the Indian Ocean, the largest of which is the Tugela River, cover approximately 29 percent of the country with a mean annual runoff of 28 km^3.
- Rivers draining the fold mountains of the south-western Cape into the Atlantic and Indian Oceans cover approximately 9 percent of the total area, with a mean annual runoff of 5 km^3. The most important rivers in this area are the Olifants and the Breede Rivers.

River flows reflect the rainfall pattern. Rivers that have their origin on the eastern great escarpment and in the fold mountains of Western Cape normally have perennial flows. Rivers that originate in the immediate adjoining areas have periodic flows, whereas rivers that originate on the western great plateau have highly episodic flows.

The total annual surface runoff is estimated at 48.2 km^3, or approximately 9 percent of annual rainfall. Of this amount, 5.2 km^3 come from Lesotho and Swaziland. Of the 48.2 km^3, an estimated 9.5 km^3 are assumed to be required for the ecological

reserve. However, much of the total runoff volume is lost through flood spillage and evaporation, so that in 2000 the available yield was estimated at 13.9 km³/year only. The total dam capacity is estimated at 28.5 km³. The dams command virtually all the runoff from the plateau, while the untapped resources are concentrated along the east and south coasts.

About 4.8 km³ of groundwater is produced per year, of which an estimated 3 km³ is in turn drained by the rivers. Although groundwater is limited due to the geology of the country and large porous aquifers occur only in a few areas, it is extensively utilized in the rural and more arid areas. Available yields from these resources are estimated at 1 km³/year in 2000. It is foreseen that groundwater use for human consumption will increase, especially in the western part of the country which lacks perennial rivers.

Taking into consideration the overlap between surface water and groundwater, total internal renewable water resources are estimated at 44.8 km³/year out of the total actual renewable water resources, which include incoming water from other countries, at 50.0 km³/year (Table 2).

Estimates of still undeveloped resource potential show that the yield from surface water could be increased by approximately 5.6 km³ per year by the year 2025. Potential also still exists for further groundwater development, although on a smaller scale. A projection for 2025 by the Department of Water Affairs and Forestry (DWAF) shows that the total annual water withdrawal will be 14.5 km³ by then, against 12.5 km³ in 2000.

Desalination of seawater offers particular future opportunities for coastal users. Some desalination plants have been installed, which in 1990 had a capacity of 18 million m³/year. Some industries have demineralization plants, but these are used on reticulated municipal or borehole water and their capacities are usually relatively small. Although expensive, the trend is that desalination will become more competitive due to the continuous technological advances. It is not foreseen that importing water or other unconventional options will be economically competitive in the near future.

Water use

In the northern parts of the country, both surface water and groundwater resources are nearly fully developed and utilized. Some over-exploitation occurs in localized areas,

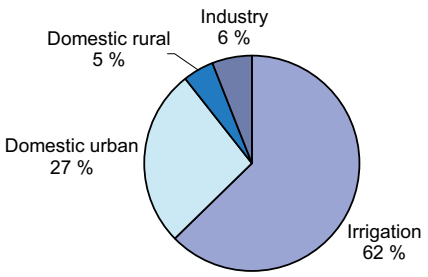
TABLE 2
Water: sources and use

Renewable water resources			
Average precipitation		495	mm/yr
		603.4	10^9 m³/yr
Internal renewable water resources		44.8	10^9 m³/yr
Total actual renewable water resources		50.0	10^9 m³/yr
Dependency ratio		10.4	%
Total actual renewable water resources per inhabitant	2004	1 106	m³/yr
Total dam capacity	2002	28 500	10^6 m³
Water withdrawal			
Total water withdrawal	2000	12 496	10^6 m³/yr
- irrigation + livestock	2000	7 836	10^6 m³/yr
- domestic	2000	3 904	10^6 m³/yr
- industry	2000	756	10^6 m³/yr
• per inhabitant	2000	284	m³/yr
• as % of total actual renewable water resources	2000	25	%
Non-conventional sources of water			
Produced wastewater	2000	3 200	10^6 m³/yr
Treated wastewater	2000	3 200	10^6 m³/yr
Reused treated wastewater		-	10^6 m³/yr
Desalinated water produced	1990	18	10^6 m³/yr
Reused agricultural drainage water		-	10^6 m³/yr

TABLE 3
Annual water requirements by sector

Sector	Water requirements in 2000	
	km³	%
Irrigation	7.836	59
Domestic - Urban	3.332	25
Domestic - Rural	0.572	4
Mining and Bulk Industrial	0.756	6
Sub-total	12.496	94
Afforestation	0.488	4
Power generation	0.296	2
Total	**13.280**	**100**

FIGURE 1
Water withdrawal
Total 12.496 km³ in 2000



with little undeveloped resource potential remaining. On the contrary, in the well-watered southeastern regions of the country significant undeveloped and little-used resources exist.

The water requirements of different sectors of the economy, standardized to a 98 percent assurance of supply, are given in Table 2 and 3. Total water withdrawal was estimated at 12 496 million m³ in the year 2000, with irrigation accounting for 62 percent (Figure 1).

Substantial volumes of water from urban and industrial developments are returned to streams and are available for reuse, with specific potential in some coastal cities where wastewater is discharged into the sea. Total usable water return flows are close to double the current yield from groundwater.

International water issues

South Africa has signed and ratified the SADC Shared Water Course System Protocol and the Revised Protocol on Shared Water Courses that describes how the signatory parties will utilize and develop internationally shared water resources. Intergovernmental discussions and studies are underway on the sharing of Orange River water between South Africa and Namibia, as well as on the sharing of Limpopo River water between South Africa and the other three countries in the Limpopo River Basin: Botswana, Zimbabwe and Mozambique.

The Lesotho Highlands Water Project (LHWP) was conceived principally to export water from Lesotho to the north of South Africa. This 30-year scheme will eventually consist of five vast reservoirs and more than 200 km of tunnels that will divert water from the natural southwesterly flow of rivers, arising in an upstream sub-basin of the Orange river basin in Lesotho highlands, northwards to deliver 70 m³/sec to the Vaal river basin (which is another sub-basin of the Orange river basin) to secure future water supplies to South Africa's industrial powerhouse in the Pretoria-Witwatersrand-Vereniging (PWV) area. Most of the construction will take place inside Lesotho. The 1991 cost estimate was US$5.2 billion.

IRRIGATION AND DRAINAGE DEVELOPMENT

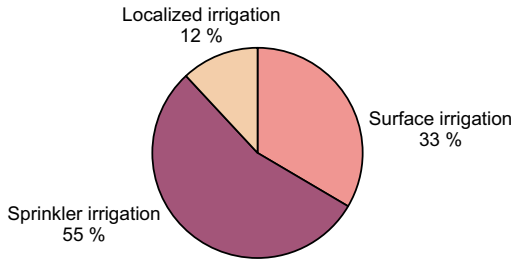
Evolution of irrigation development

The potential for full or partial control irrigation development, based on water availability and land suitability, is estimated at 1.5 million ha. In the central and western parts of the country, suitable soils are available for an increase in the irrigated area, but the expansion potential is limited by lack of water. In the eastern parts of the country steep slopes and a lack of suitable soils restrict an expansion of irrigable areas. Soils are classified for irrigation suitability on the basis of soil depth, clay content, structural development and chemical characteristics. However, the importance of soil classification for irrigation purposes is somewhat reduced due the application of today's highly sophisticated irrigation technology.

Irrigation development was sporadic before the first Irrigation and Water Conservation Act was passed in 1912, although some descriptions of irrigation

development in the late 18th and early 19th Century are found in travel writings of that period. Between 1912 and the 1940s, irrigation development took place at a level that was never reached again afterwards. Much of the development in the 1930s and 1940s was done in an effort to alleviate the poverty problem that followed the great depression of the early 1930s and to accommodate returning soldiers after the Second World War. Some of these schemes developed a history of not being able to supply enough water for their irrigation areas, but this problem was partly solved by the development of inter-basin transfers, mainly between the 1960s and 1980s.

FIGURE 2
Irrigation techniques
Total 1 498 000 ha in 2000



In 2002, an area of almost 1.5 million hectares was equipped for full or partial control irrigation, comprising surface irrigation on approximately 500 000 ha, mechanized and non-mechanized sprinkler irrigation on approximately 820 000 ha, and localized irrigation on approximately 178 000 ha (Table 4 and Figure 2).

Virtually no statistics are available at the national level on the use of wetlands. Although one study on the use of wetlands indicates some subsistence-level vegetable production in a wetland of about 395 ha, this information could not be confirmed.

A few individuals practice small-scale water harvesting and some research on different aspects of this practice is being done. In commercial farming practices in the marginal production areas, techniques such as planting low population densities with wide inter-row spacing and cropping every other year with at least a year-long fallow period to allow for a building-up of profile water content before the next crop is planted are used.

Role of irrigation in agricultural production, the economy and society

The main irrigated crops are fodder crops, wheat (average top-farmer yield of 5 tonnes/ha), maize (average top-farmer yield of 12 tonnes/ha), sugar cane (with yields of 160-210 tonnes/ha), vegetables and pulses (Table 4 and Figure 3). On average, the yield of irrigated wheat is estimated at 3.5 tonnes/ha, the yield of irrigated maize at 7.5 tonnes/ha and the yield of other cereals at 2.5 tonnes/ha. However, total production is highly variable due to annual variations in climate.

The cost of installing irrigation systems is highly variable, but as a rough guide one could expect the capital outlay as shown in the following table. The annual cost for the farmer, which would pay for water, maintenance and administration of a scheme, varies from US$300/ha to up to US$1 300/ha under exceptional circumstances (Table 5).

Accepted design efficiencies for the main irrigation techniques are as follows: a) 55-65 percent for surface irrigation; b) 75-85 percent

FIGURE 3
Irrigated crops
Total 1 664 300 ha in 2000
(cropping intensity 111%)

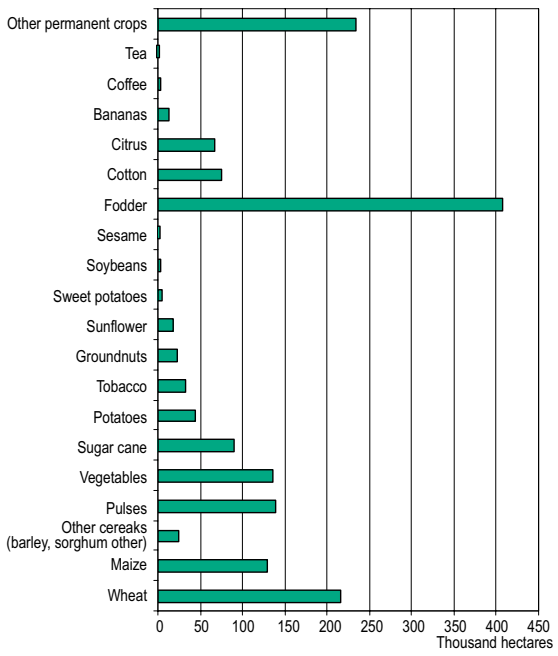


TABLE 4
Irrigation and drainage

Irrigation potential		**1 500 000**	**ha**
Water management			
1. Full or partial control irrigation: equipped area	2000	1 498 000	ha
- surface irrigation	2000	500 000	ha
- sprinkler irrigation	2000	820 000	ha
- localized irrigation	2000	178 000	ha
• % of area irrigated from groundwater	2000	8.5	%
• % of area irrigated from surface water	2000	91.5	%
2. Equipped lowlands (wetland, ivb, flood plains, mangroves)		-	ha
3. Spate irrigation		-	ha
Total area equipped for irrigation (1+2+3)	**2000**	**1 498 000**	**ha**
• as % of the cultivated area	2000	10	%
• average increase per year over the last 6 years	1994-2000	2.8	%
• power irrigated area as % of total area equipped		-	%
• % of total area equipped actually irrigated	2000	100	%
4. Non-equipped cultivated wetlands and inland valley bottoms		-	ha
5. Non-equipped flood recession cropping area		-	ha
Total water-managed area (1+2+3+4+5)	**2000**	**1 498 000**	**ha**
• as % of the cultivated area	2000	10	%
Full or partial control irrigation schemes **Criteria**			
Small-scale schemes < ha		-	ha
Medium-scale schemes		-	ha
Large-scale schemes		-	ha
Total number of households in irrigation > ha		-	
Irrigated crops in full or partial control irrigation schemes			
Total irrigated grain production	2000	1 781 500	tonnes
• as % of total grain production	2000	12	%
Total harvested irrigated cropped area	2000	1 664 300	ha
• Annual crops: total	2000	938 100	ha
- wheat	2000	216 600	ha
- maize	2000	128 800	ha
- other cereals (barley, sorghum, other)	2000	23 800	ha
- pulses	2000	139 400	ha
- vegetables	2000	136 200	ha
- sugar cane	2000	90 000	ha
- cotton	2000	75 000	ha
- potatoes	2000	44 800	ha
- tobacco	2000	32 600	ha
- groundnuts	2000	23 600	ha
- sunflower	2000	17 700	ha
- sweet potatoes	2000	4 100	ha
- soybeans	2000	4 000	ha
- sesame	2000	1 500	ha
• Permanent crops: total	2000	726 200	ha
- fodder	2000	407 900	ha
- citrus	2000	67 100	ha
- bananas	2000	13 300	ha
- coffee	2000	2 500	ha
- tea	2000	1 500	ha
- other permanent crops	2000	233 900	ha
Irrigated cropping intensity	2000	111	%
Drainage - Environment			
Total drained area	**1990**	**54 000**	**ha**
- part of the area equipped for irrigation drained	1990	54 000	ha
- other drained area (non-irrigated)		-	ha
• drained area as % of cultivated area	1990	0.4	%
Flood-protected areas		-	ha
Area salinized by irrigation		-	ha
Population affected by water-related diseases		-	inhabitants

for mechanized and non-mechanized sprinkler systems; and c) 85-95 percent for localized irrigation. Actual efficiencies seem to deviate from the default design values, although very little reported data are available to substantiate this. Surface (borderstrip) irrigation system efficiencies have been measured at 40 percent and up to 95 percent in a very few cases. One study indicated an overall efficiency of about 63 percent on some of the bigger irrigation schemes.

TABLE 5
Approximate costs for installation of irrigation systems

System type	Installation cost (US$/ha)
Surface irrigation	90 – 1 100
Non-mechanized sprinkler irrigation	500 – 2 500
Mechanized sprinkler irrigation	700 – 2 100
Micro-irrigation and drip irrigation	900 – 2 600

Status and evolution of drainage systems

Drainage systems cover approximately 54 000 ha. These are mostly open, lined ditches in already existing government irrigation schemes, built in such a way that farmers could link their subsurface drainage systems to them. In virtually all cases drainage water is released into the river systems and adds to the irrigation water used by downstream irrigators as return flow.

WATER MANAGEMENT, POLICIES AND LEGISLATION RELATED TO WATER USE IN AGRICULTURE

Institutions

Three ministries are involved in water management and irrigation development:

- The Ministry of Water Affairs and Forestry, through the Department of Water Affairs and Forestry (DWAF), monitors surface water and groundwater resources, formulates the national water strategy and is responsible for the implementation of the Water Act;
- The Ministry of Agriculture, through the National and Provincial Departments of Agriculture (NDA and PDA), promotes irrigation engineering concepts and is responsible for agricultural extension with the aim of improving irrigation efficiency;
- The Ministry of Land Affairs is responsible for the settlement of new farmers.

The development of new irrigation schemes and the upgrading of existing schemes for commercial agriculture are coordinated between the relevant departments by provincial liaison committees, known as the Irrigation Action Committees (IACs). Development and upgrading of irrigation schemes for non-commercial agriculture are coordinated by the Coordinating Committee on Small-Scale Irrigation Support (CCSIS).

Most of the research on the various aspects of water use is promoted, funded and coordinated by the Water Research Commission (WRC), whose funds are generated by a levy on water use. Various institutes of the Agricultural Research Council (ARC) are to a greater or lesser degree involved in irrigation- related research, as are some of the universities. Very little irrigation-related research and extension is done by the departments of agriculture. This is offset by one private organization, the South African Sugar Association, which does some irrigation- related research and extension work.

Water management

The Water Act stipulates water management by Water User Associations (WUA) at the local level. Each WUA will have all water users in an area as members, and the local management should eventually be the total responsibility of the WUA. Each WUA will have an elected management body, with all sectors of water users represented on the committee. Several WUAs will fall under an umbrella organization, the Catchment Management Agency (CMA). Each CMA will have an area of responsibility, which could be a catchment, a portion of a large catchment or a combination of small

catchments. Nineteen such water management areas have been identified. The administrative procedures for converting irrigation board areas, private schemes and government water schemes into WUAs are currently in progress. Until the CMAs are in place, the DWAF will carry out their function. The conditions for the use of water that the CMAs and WUAs must oversee include: i) equal access to water by all interested parties; ii) safeguards against water wastage and low efficiencies of water use; and iii) safeguards against pollution .

Construction of private reservoirs is restricted to a maximum capacity of 250 000 m^3 and diversion of discharge must not exceed 110 litres/sec. Specifications on dam safety are also set.

Policies and legislation

No definite policy is in place regarding natural disasters such as floods and droughts. Each case is judged on merit but experience has been that in most cases none or very little government aid is given. The baseline message seems to be that the prevalence of disasters should be part of the irrigator's risk management strategy and that the irrigator should be as self-reliant as possible under all circumstances.

Major changes in policy are the shift from the previous practice of selling irrigation water on an area basis to selling it on a volumetric basis, and the initiation of a water market. This has opened the potential for efficient irrigators to save on their irrigation expense account and also for irrigators to sell surplus water to more efficient and productive irrigators.

One unfortunate result of changes in policy is that the agricultural extension services that were available to the commercial irrigation sector have been scaled down in favour of services for the previously disadvantaged communities where very little irrigation takes place. The result is that a large sector of the irrigation community is no longer advised on the latest developments in irrigation technology because those farmers can not afford irrigation consultants and, except for innovators and early adopters, are also not necessarily people who will actively and independently seek out and apply new irrigation technology.

The Water Act of 1998 determines that all water use, with the exception of reasonable domestic use, home garden use and stock water requirements, must be licensed. This ends the era of a distinction between government irrigation schemes, irrigation boards, private irrigation schemes, as well as public and private water with all that it entailed. The Act also provides for stiff penalties if non-effective use of water can be proved. The Water Act is the result of various discussion papers that have been circulated and widely discussed. To ensure the involvement of all potential irrigators, these discussion papers were included as parts of discussion papers on other, but related, fields such as a discussion paper on an agricultural policy and discussions on a white paper on a national water policy.

ENVIRONMENT AND HEALTH

The DWAF acts against polluters, if they can be identified. Some cases have been taken to court, amongst others for herbicide pollution by some farmers and for pollution by industry. There is a general tendency that the salt content of rivers increase as one moves downstream, mainly through industrial, irrigation and drainage return flows. Research on the negative effect of this on crop production is being funded by WRC, but to date no concerted extension programs to minimize this problem have been launched by the various departments of agriculture.

The Water Act specifies that a specific amount of water be kept earmarked to satisfy ecological requirements. All future water balance calculations must include a provision for this ecological reserve, although the application of this principle has not yet been described in full detail.

An estimated 260 000 ha of irrigated land in South Africa is affected by waterlogging and/or salinization. The salinization of about 15 000 ha is serious enough to limit the choice of crops to salt -tolerant species only and would require costly rehabilitation programmes. On balance, salinity would suppress production levels of salt- sensitive crops, but the choice of crops is not seriously limited and treatment with ameliorants and leaching will usually suffice. Government extension personnel and consultants on remedial actions are on hand to advise farmers who experience salinization and/or waterlogging problems and ask for advice.

Rapid urbanization results in informal shanty towns that spring up near cities. In most of these cases waste management is at a very low level or absent. Pollution of water resources happens and the local population becomes threatened by waterborne diseases. Surveys are currently under way to identify high-risk areas and the number of high-risk inhabitants with the aim of launching information and other programmes to reduce pollution.

The shifting of water management to the local level through WUAs also transfers the responsibility for the following advisory services to that level:

- Effective water use and measures to prevent misuse;
- Environmentally friendly production practices;
- Prevention of salinization and reclaiming salinized areas;
- The management of water-borne diseases.

Pilot studies on how this could be implemented are in process.

Sedimentation of dams is a problem, especially in the dams that impound parts of the Central Plateau that are covered by the very old rock of the Karoo (Karroo) System and its sediments. As a general rule the soils that develop from this material are prone to erosion and hence some dams in the central parts of the country have lost a substantial amount of their capacity. The exact dimensions of this problem have not been determined but some exceptional cases are known where dams have lost more than 25 percent of their capacity over the last 80 years.

PERSPECTIVES FOR AGRICULTURAL WATER MANAGEMENT

Provisional estimates are that South Africa will run out of surplus usable water by 2025, or soon thereafter. Inter-basin transfers are in place and more are planned, but due to the high cost of this development, such water is seen as being used for industrial and public needs only and not for irrigation. It is foreseen that in the future the irrigation sector must sacrifice some of its water for public and industrial usage.

The DWAF has three pilot studies in progress to determine what steps WUAs could take to ensure more effective water use in the future. These include an increase in irrigation efficiency according to the benchmarks of crop irrigation requirements and more efficient dam and canal management.

New large-scale irrigation development is not possible because of the limited water availability and the shortage of good irrigable soils within economic distance of water sources. Irrigation development with government and donor funding is mainly limited to the development of community gardens and the revitalization of irrigation schemes in the previously black homelands.

Water demand projections indicated an annual growth of 1.5 percent between 1990 and 2010, ranging from 3.5 percent for urban and industrial use to 1 percent for irrigation. The moderate predicted growth for irrigation is caused by low economic returns on irrigation water and, since 1984, the sharp increase in costs of irrigation equipment compared with a modest increase in agricultural produce prices.

MAIN SOURCES OF INFORMATION

Department of Agricultural Development. 1990. *Food strategy database*.

Department of Agricultural Development. 1991. *Spotlight on irrigation development in the RSA: the past, present and future.*

Department of Agriculture and Land Affairs. 2002. *Food security policy for South Africa*. Discussion document.

Department of Water Affairs and Forestry. 1986. *Management of the water resources of the Republic of South Africa*.

Encyclopaedia Britannica. 2002. S*outh Africa*.

FAO. 1992. South Africa, *Agricultural sector mission, Irrigation reconnaissance.*

Government Gazette. 2002. *Proposed national water resources strategy*. Department of Water Affairs and Forestry.

Pelser, A.J., Redelinghuis, N., Viljoen, M.F., Coetsee, H., Steyn, M.S., Jankielsohn, R. 2001 (unpublished). *Towards the development of guidelines for the evaluation of social, economic and political impacts of drought and water scarcity*. Concept report for WRC project K8/375. Faculty of Natural and Agricultural Sciences, University of the Free State.

Statistics South Africa. 1997. *Rural statistical survey database*. Available at: www.statssa.gov.za

Thompson, M.W. 1999. *South African national land cover database project. CSIR*. Available at: www.sac.co.za

Walton, Chr. (ed.). 1982. *Reader's Digest*. Atlas of Southern Africa.

Water Research Commission. 1985. *Report on a situation study of irrigation return flow quantity and quality in river basins with extensive irrigation development in South Africa*. Ninham Shand Consulting Engineers. WRC Report No 943/4061

Water Research Commission. 1991. *Researching and applying measures to conserve natural irrigation resources.*

Water Research Commission. 1994. *Irrigation development in southern Africa with special reference to South Africa.*

Sudan

GEOGRAPHY, CLIMATE AND POPULATION

Sudan is the largest country in Africa and has a special geopolitical location bonding the Arab world to Africa south of the Sahara. It has an area of 2.5 million km^2 extending between 4° and 22° North latitudes and 22° to 38° East longitudes. Its north-south extent is about 2 000 km, while its maximum east-west extent is about 1 500 km. On the north-east it is bordered by the Red Sea and it shares common borders with nine countries: Eritrea and Ethiopia in the east, Kenya, Uganda and the Democratic Republic of Congo in the south, The Central African Republic, Chad and the Libyan Arab Jamahiriya in the west, and Egypt in the north. The country is a gently sloping plain with the exception of Jebel Marra, the Red Sea Hills, Nuba Mountains and Imatong Hills. Its main features are the alluvial clay deposits in the central and eastern part, the stabilized sand dunes in the western and northern part and the red ironstone soils in the south. The soils of Sudan are broadly divided into six main categories according to their locations and manner of formation: i) desert; ii) semi-desert; iii) sand; iv) alkaline catena; v) alluvial; and vi) iron stone plateau. Within these soil categories there are many local variations with respect to drainage conditions.

The cultivable area is estimated at about 105 million ha (42 percent of the total land area), while in 2002 the cultivated land was 16.65 million ha (7 percent of the total land area and 16 percent of the cultivable area), comprising 16.23 million ha arable land and 0.42 million ha under permanent crops (Table 1). The forest resources of Sudan cover approximately 27 percent of the total country's area. The main forest types include: i) arid and semi-arid shrubs; ii) low rainfall savannah; iii) high rainfall savannah; iv) special areas of mountainous vegetation in Jebel Marra, the Red Sea Hills and the Imatong Mountains. Rangelands cover about 117 million ha. They spread over most ecological zones: the desert in the north, the semi-desert, the low rainfall savannah and the high rainfall woodlands in the south. Annual herbaceous plants with scattered trees and bushes dominate the northern rangelands. In the southern part, perennial herbaceous plants increase with dense stands of woody cover. The livestock population includes camels, sheep and goats, which are raised in the desert and semi-desert, and cattle that are raised in the medium rainfall savannah and in the flood plain of the Upper Nile. Almost all livestock is raised under nomadic and semi-nomadic systems. The country has a diverse and fairly rich wildlife. Of the 13 African mammalian orders, 12 are present in Sudan. The protected wildlife areas cover around 36 million ha. There are 8 national parks, 13 game reserves and 3 sanctuaries.

Sudan is under federal rule with 26 States. Each State is governed by a Wali (Governor) with 7 to 10 State Ministers, 4 to 5 Commissioners for the different provinces and a number of localities. Each State has complete administrative and fiscal autonomy and its own State Legislative Assembly for legislative matters of the State.

Sudan has a tropical sub-continental climate, which is characterized by a wide range

TABLE 1
Basic statistics and population

Physical areas			
Area of the country	2002	250 581 000	ha
Cultivated area (arable land and area under permanent crops)	2002	16 653 000	ha
• as % of the total area of the country	2002	7	%
• arable land (annual crops + temp. fallow + temp. meadows)	2002	16 233 000	ha
• area under permanent crops	2002	420 000	ha
Population			
Total population	2004	34 333 000	inhabitants
• of which rural	2004	60	%
Population density	2004	14	inhabitants/km^2
Economically active population	2004	13 806 000	inhabitants
• as % of total population	2004	40	%
• female	2004	30	%
• male	2004	70	%
Population economically active in agriculture	2004	7 925 000	inhabitants
• as % of total economically active population	2004	57	%
• female	2004	38	%
• male	2004	62	%
Economy			
Gross Domestic Product (GDP)	2003	17 800	million US$/yr
• value added in agriculture (% of GDP)	2002	39.2	%
• GDP per capita	2003	518	US$/yr
Human Development Index (highest = 1)	2002	0.505	
Access to improved drinking water sources			
Total population	2002	69	%
Urban population	2002	78	%
Rural population	2002	64	%

of variations extending from the desert climate in the north through a belt of summer-rain climate to an equatorial climate in the extreme south. The average annual rainfall is 416 mm, but ranges between 25 mm in the dry north and over 1 600 mm in the tropical rain forests in the south. The country can be divided into three zones according to rainfall regime:

- The annual rainfall in the northern half of Sudan varies from 200 mm in the centre of the country to 25 mm northwards towards the border with Egypt. Where it rains, the rainy season is limited to 2-3 months with the rest of the year virtually dry. Rainfall usually occurs in isolated showers, which vary considerably in duration, location, and from year to year. The coefficient of variation of the annual rainfall in this northern half of the country could be as high as 100 percent.
- In the quarter south of the centre of the country, the annual rainfall barely exceeds 700 mm, and is concentrated in only four months, from July to October. The average annual rainfall of that region is between 300-500 mm. Rainfed agriculture in Sudan is mainly practised in this quarter. As the coefficient of variation in annual rainfall in this region is around 30 percent and the dry season extends for about eight months, the area cultivated and the productivity vary widely from one year to another.
- In the most southern quarter of the country, where the annual rainfall exceeds 700 mm and can go up to 1 600 mm, the area is dominated by extensive wetlands some parts of which are infested by insects which are hazardous to humans and livestock.

The mean temperature ranges from 30 °C to 40 °C in summer and from 10 °C to 25 °C in winter. Potential annual evapotranspiration ranges from 3 000 mm in the north to 1 700 mm in the extreme south. Most of the agricultural activities are concentrated in the

center of the country, in the generally semi-arid dry savannah zone, through which the Blue Nile and the Atbara River flow. The growing season in the region is around four months. The major limiting factor is not the agricultural potential, but the short duration of the rainy season and the erratic distribution of rainfall during the growing period.

Sudan's population is 34.3 million (2004) with an annual growth rate of 2.2 percent (Table 1). Population density is 14 inhabitants/km^2 and 60 percent of the total population is rural. Most of the population lives along the Nile and its tributaries, and some live around water points scattered around the country. At the national level, 69 percent of the population had access to improved drinking water sources in the year 2002. In urban areas this coverage was 78 percent, while in rural regions it was 64 percent (Table 1). Displaced families have increased the total population of villages, which has placed pressure on potable water resources.

The Human Development Index ranks Sudan in 139th place among 177 countries. Poverty in the Sudan is massive, deeply entrenched and predominantly a rural phenomenon. Over two-thirds of the population, and under the most favourable assumptions still around 50-70 percent, are estimated to live on less than US$1/day. In recognition of the severity of poverty in general, and of rural poverty in particular, the Government started to prepare a draft Poverty Reduction Strategy Paper (PRSP) and launched a pilot poverty-reduction programme in 2001 to improve long-neglected rural social services. The programme is financing basic education, primary health care, malaria prevention and drinking-water supply.

ECONOMY, AGRICULTURE AND FOOD SECURITY

Although endowed with rich natural resources, Sudan remains comparatively underdeveloped primarily as a result of protracted civil strife and poor economic management. The economy showed a limited response to reform packages during the 1980s and early 1990s. Budget deficits have been common, the average annual rate of inflation peaked at 70 percent for the period 1991-1995 but gradually subsided to less than 5 percent in 2001, then climbed to 8 percent in 2002. Interest rates remained negative during that period and resulted in the collapse of savings, affected the banking system adversely and eroded public confidence.

The GDP of the Sudan was US$17.8 billion (current US$) in 2003. The agricultural sector is the most dominant in the country's economy, even though its share has declined recently because of decreased agricultural production and the increased exploitation and export of mineral oil. In 2002, the sector contributed over 39 percent to the GDP and employed 57 percent of the total economically active population in 2004 (Table 1). It contributed about 90 percent of the Sudan's non-oil export earnings.

Sudan's agro-ecological zones support a variety of food, cash and industrial crops. Vast natural pastures and forests support large herds of livestock including cattle, sheep and goats. The main exported crops are cotton, Arabic gum, sesame, groundnuts, fruits and vegetables; livestock is also important for exports. Within the agricultural sector, crop production accounts for 53 percent of agricultural output, livestock for 38 percent and forestry and fisheries for 9 percent.

Rainfed agriculture covers by far the largest area in Sudan. The area actually cultivated and total yield may, however, vary considerably from year to year depending on variability of rainfall. The rainfed farming system is characterized by a small farm size, labour–intensive cultivation techniques employing hand tools, low input level and poor yields. Crops grown in the rainfed sector include sorghum, millet, sesame, sunflower and groundnuts. According to the latest estimates, the traditional rainfed farming sector contributes all the production of millet, 11 percent of sorghum, 48 percent of groundnuts and 28 percent of sesame production of the country. Mechanized rainfed agriculture comprises about 10 000 large farmers with farm sizes of 400-850 ha and a few large companies with holdings of 8 400-84 000 ha.

Sudan has the largest irrigated area in sub-Saharan Africa and the second largest in the whole of Africa, after Egypt. The irrigated sub-sector plays a very important role in the country's agricultural production. Although the irrigated area constitutes only about 11 percent of the total cultivated land in Sudan, it contributes more than half of the total volume of the agricultural production. Irrigated agriculture has become more and more important over the past few decades as a result of drought and rainfall variability and uncertainty. It remains a central option to boost the economy in general and increase the living standard of the majority of the population.

Sudan is generally self-sufficient in basic foods, albeit with important inter-annual and geographical variations, and with wide regional and household disparities in food security prevailing across the country. The high-risk areas are North Kordofan, North Darfur, the Red Sea, Butana and the fringes of the major irrigation schemes in addition to the Southern States. Major constraints to higher farm productivity and incomes are high marketing margins on agricultural produce and an inadequate allocation of budgetary resources and of the scarce foreign exchange earnings. As a result, the low-input/low-productivity model of production continues to prevail, and small farmers' incomes remain depressed. In the wake of the food shortages experienced in the 1980s, a high priority has been given by the Government to producing food crops. This has resulted in large expansions in sorghum and wheat areas and output. Much of this has been at the expense of the main cash crop, cotton, with production declining by more than 40 percent since the mid-1980s.

WATER RESOURCES AND USE

Water resources

Internally produced water resources in Sudan are rather limited. The erratic nature of the rainfall and its concentration in a short season places Sudan in a vulnerable situation, especially in rainfed areas. Surface water in Sudan comprises the Nile river system (nilotic water) and other, non-nilotic streams. 64 percent of the Nile Basin lies within Sudan, while 80 percent of Sudan lies in the Nile Basin. Local rainfall is the main source of the non-nilotic streams and of the Bahr El Ghazal basin, whereas rainfall over the Central African Plateau (Equatorial Lakes) and over the Ethiopian-Eritrean highlands is the main source of the Nile River system and other transboundary seasonal streams (Gash and Baraka).

Sudan shares parts of the following basins with neighbouring countries:

- The Nile Basin, 1 978 506 km^2 (79.0 percent of the area of the country);
- The Northern Interior Basins, covering 313 365 km^2 in the northwest part of the country (12.5 percent);
- The Lake Chad Basin, in the west of the country along the border with Chad and the Central African Republic, covering 101 048 km^2 (4.0 percent);
- The Northeast Coast Basins, representing a strip along the Red Sea coast of the country, covering 96 450 km^2 (3.8 percent);
- The Rift Valley Basin, in the southeast part of the country at the border with Ethiopia and Kenya, covering 16 441 km^2 (0.7 percent).

The Nile system within Sudan comprises:

- The Blue Nile, Sobat and Atbara Rivers originating in the Ethiopian highlands;
- The White Nile system, upstream of Sobat River, originating on the Lakes Plateau;
- The Bahr El Ghazal Basin, an internal basin in southwest Sudan.

The characteristics of the Nile system tributaries are the following:

- *The Blue Nile:* The flow of the Blue Nile reflects the seasonality of rainfall over the Ethiopian highlands where the two flow periods are distinct. The flood period or wet season extends from July to October, with the maximum

in August-September, and low flow or dry season from November to June. Therefore the annual Blue Nile hydrograph has a constant bell-shaped pattern, regardless of variation in the annual flow volumes. The average annual flow of the Blue Nile and its tributaries upstream of the confluence with the White Nile at Khartoum is about 50 km^3; the daily flow fluctuates between 10 million m^3 in April to 500 million m^3 in August (ratio of 1:50).

- *The White Nile:* Due to losses in the Sudd swamp area, the White Nile leaves this area with only about 16 km^3, out of 37 km^3 on entering it. The river receives about 13 km^3 from the Sobat River before joining the Blue Nile at Khartoum. The contribution of the Bahr el Ghazal basin is negligible, estimated at about 0.5 km^3. The average annual flow of the White Nile System at Malakal is about 29.5 km^3 and the daily discharge fluctuates between 50 million m^3 in April to 110 million m^3 in November (ratio 1:2). During the flood period the Blue Nile forms a natural dam that obstructs the flow of the White Nile and consequently floods the area upstream of the confluence.
- *The Atbara River:* This is a highly seasonal river, with an annual flow upstream of its confluence with the Nile of about 10 km^3 restricted to the flood period of July-October, the maximum occurring between August-September. The river has a steep slope and small catchments, and reflects the rainfall over the upper catchments as runoff at Sudan border within one to two days.
- *The Main Nile:* The reach of the Nile downstream of the confluence of the Blue Nile and the White Nile Rivers is known as the Main Nile. The Atbara River is regarded as the only and last tributary joining the Main Nile. The average annual flow of the Main Nile at the Sudan-Egypt border at Aswan is estimated at 84 km^3.

The average annual yield of the non–nilotic streams is estimated at about 7 km^3/yr, of which 5 km^3/yr are internally produced. The major streams are the Gash and Baraka in the east of the country, both of which are characterized by large variations in annual flow and heavy silt loads.

The major groundwater formations and basins are the Nubian Sandstone Basin and the Umm Rwaba Basins.

The Chazal, Sudd and Sobat swamps in the south of the country represent major wetlands, from which evaporation is exceptionally high. According to an estimate from 1980, the extent of the Sudd is over 16 200 km^2, but the surface area fluctuates with rainfall.

Sudan's total natural renewable water resources are estimated to be 149 km^3/yr, of which 30 km^3/yr are internally produced (Table 2). In a 10th frequency dry year, the internal water resources are reduced to about 22.3 km^3/yr. Of the internal water resources, 28 km^3/yr are surface water and 7 km^3/yr are groundwater, while the overlap between surface water and groundwater is estimated at 5 km^3/yr. As a result of the Nile Waters Agreement with Egypt, total actual renewable water resources of the country amount to 64.5 km^3/yr.

The high variability of river flows necessitates storage facilities. The total storage capacity of the following four main dams is estimated at 8.73 km^3, reduced to about 6.90 km^3 owing to sedimentation and debris:

- The Sennar Dam on the Blue Nile (design capacity 0.93 km^3, present capacity 0.60 km^3) is for the flood control and irrigation of the Gezira Scheme.
- The Roseires Dam on the Blue Nile (design capacity 3.0 km^3, present capacity 2.2 km^3; there are plans to increase the present dam height of 60 m to provide an extra capacity of 4.0 km^3) is for flood control and utilizes part of the country's share of the Nile waters for irrigation.
- The Jebel Aulia Dam on the White Nile (design capacity 3.5 km^3, present capacity 3.5 km^3) was originally designed to benefit Egypt by augmenting the

TABLE 2
Water: sources and use

Renewable water resources			
Average precipitation		416	mm/yr
		1 042	10^9 m³/yr
Internal renewable water resources		30.0	10^9 m³/yr
Total actual renewable water resources		64.5	10^9 m³/yr
Dependency ratio		76.9	%
Total actual renewable water resources per inhabitant	2004	1 879	m³/yr
Total dam capacity	1995	8 730	10^6 m³
Water withdrawal			
Total water withdrawal	2000	37 314	10^6 m³/yr
- irrigation + livestock	2000	36 069	10^6 m³/yr
- domestic	2000	987	10^6 m³/yr
- industry	2000	258	10^6 m³/yr
• per inhabitant	2000	1 187	m³/yr
• as % of total actual renewable water resources	2000	58	%
Non-conventional sources of water			
Produced wastewater		-	10^6 m³/yr
Treated wastewater		-	10^6 m³/yr
Reused treated wastewater		-	10^6 m³/yr
Desalinated water produced	1990	0.4	10^6 m³/yr
Reused agricultural drainage water		-	10^6 m³/yr

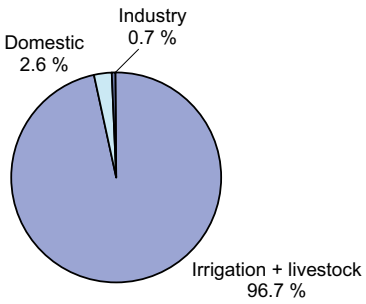
supply of summer flow to the Aswan dam. After the construction of the High Aswan Dam it was no longer needed by Egypt and was officially handed over to the Sudan in 1977.

- The El Girba Dam on the Atbara River (design capacity 1.3 km³, present capacity 0.6 km³) is for flood control, irrigation of New Halfa Scheme for the benefit of the people displaced by the High Aswan Dam, and hydropower.

A small barrage was constructed on the Rahad River to divert floodwater to the Rahad Agricultural Scheme and to siphon underneath the Dinder River to augment the water supply during the dry season from the Meina Pump Station on the Blue Nile. The Jonglei Canal, between Bahr el Jebel and the White Nile, was planned to divert water from upstream of the Sudd to a point farther down the White Nile, bypassing the swamps, to make more water available for use downstream. Works on it were discontinued in 1983 after two thirds were completed.

Non-conventional water sources are limited in Sudan. However, the desalination of seawater was introduced recently in Port Sudan town. Fossil groundwater resources are estimated to be 16 000 km³.

FIGURE 1
Water withdrawal
Total 37.314 km³ in 2000



Water use

Total water withdrawal in the Sudan was estimated at 37 km³ for the year 2000 (Table 2). The largest water user by far was agriculture with 36 km³ (Figure 1). The domestic sector and industry accounted for withdrawals of 0.99 km³ and 0.26 km³ respectively. Water used in Sudan derives almost exclusively from surface water resources. Groundwater is used only in very limited areas, and mainly for domestic water supply.

International water issues

Surface water and groundwater resources are mostly shared with neighbouring countries.

The Nile River, which is shared between 10 countries, is the primary source of Sudan's water. The four main non-nilotic streams are also shared with neighbouring countries. The largest groundwater aquifer, the Nubian Sandstone system, is shared with Chad, the Libyan Arab Jamahiriya and Egypt.

The first Nile Waters Agreement between Egypt and Sudan was signed in 1929. It allocated to Egypt the right to use 48 km^3/yr, while it gave Sudan the right to tap only about 4 km^3/yr. The treaty does not allocate to Ethiopia any rights to use the Nile waters and also still binds Uganda, the United Republic of Tanzania and Kenya and bars them from using the Lake Victoria waters. In 1959, the Nile Waters Agreement between Egypt and Sudan assigned to Sudan 18.5 km^3/yr, measured at Aswan at the border with Egypt. The other riverside nations are still not included in this agreement.

Recently, the Nile Basin Initiative has been created and prepared a Strategic Action Programme, which consists of two sub-programmes: the Shared Vision Programme (SVP) and the Subsidiary Action Programme (SAP). The SVP is to help create an enabling environment for action on the ground through building trust and skill, while the SAP is aimed at the delivery of actual development projects involving two or more countries. Projects are selected by individual riparian countries for implementation and submitted to the Council of Ministers of the Nile Basin Initiative for approval. Sudan, Ethiopia and Egypt have also adopted a strategy of cooperation in which all projects to be launched on the river should seek the common benefit of all member states and this should be included in accompanying feasibility studies.

Sudan, together with Algeria, Cameroon, the Central African Republic, Chad, Niger, and Nigeria, is located in the Lake Chad basin.

IRRIGATION AND DRAINAGE DEVELOPMENT

Evolution of irrigation development

Irrigation potential was estimated at about 2.78 million ha based on soil and water resources criteria. This figure does not take into account possible large-scale developments in the enormous wetlands in southern Sudan.

Large-scale gravity irrigation started during the British colonial period (1898-1956) and the colonial agricultural policy was characterized by the promotion of cotton production in the Nile Basin. Irrigation by pumping water began at the beginning of the 20th Century, substituting traditional flood irrigation and water wheel techniques.

The Gezira Scheme is Sudan's oldest and largest gravity irrigation system, located between the Blue Nile and the White Nile. Started in 1925 and progressively expanded thereafter, it covers about 880 000 ha. It receives water from the Sennar Dam on the Blue Nile and is divided into some 114 000 tenancies. Farmers operate the scheme in partnership with the government and the Sudan Gezira Board, which provides administration, credit and marketing services. The scheme has played an important role in the economic development of Sudan, serving as a major source of foreign exchange earnings and of Government revenue. It has also contributed to national food security and in generating a livelihood for the 2.7 million people who now live in the command area of the scheme.

In the post-colonial period, it was assumed that the only sound way to bring about development would still be through large irrigation developments. The increase in Nile water allocation through the 1959 Nile Waters Agreement with Egypt led for example to the construction of the Managil extension of the Gezira Scheme and of the New Halfa Scheme. The New Halfa Scheme is located on the upper Atbara River in the east of the country. It was partly financed by Egypt after the construction of the Aswan High Dam that created Lake Nasser, which flooded the Sudanese town of Wadi Halfa in 1964. Since then the inhabitants have been moved to the new irrigated agricultural lands where they have been growing a variety of crops.

FIGURE 2
Distribution of the water managed areas
Total 1 863 000 ha in 2000

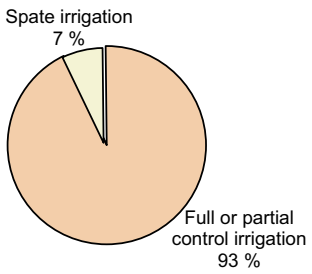


FIGURE 3
Irrigation scheme size
Total 1 730 970 ha full/partial control equipped area

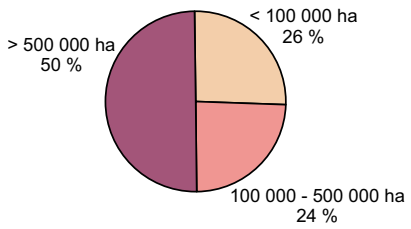
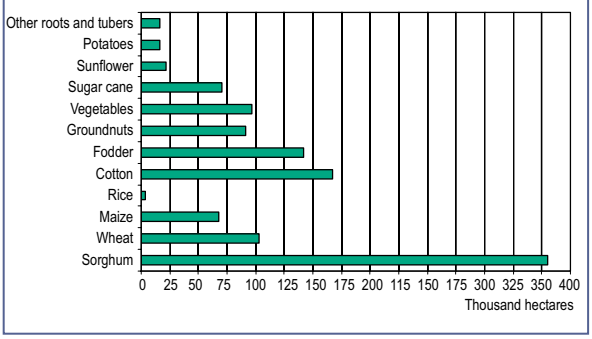


FIGURE 4
Main irrigated crops in 2000



In the 1970s, Sudan was expected to become the "bread basket" of the Arab world, and with large investments from oil-rich Gulf nations, irrigation schemes such as the Rahad Scheme, which receives its water from the Rahad River and the Blue Nile, were established. Large-scale irrigated agriculture expanded from 1.17 million ha in 1956 to more than 1.68 million ha by 1977. The 1980s were a period of rehabilitation, with efforts to improve the performance of the irrigation sub-sector. In the 1990s, some smaller schemes were licensed to the private sector, while the four big schemes of Gezira and Managil, New Halfa and Rahad remained under government control because they were considered strategic schemes.

In 2000, the total area equipped for irrigation was 1 863 000 ha, comprising 1 730 970 ha equipped for full or partial control irrigation and 132 030 ha equipped for spate irrigation (Table 3 and 4 and Figure 2). Only about 800 000 ha, or 43 percent of the total area, are actually irrigated owing to deterioration of the irrigation and drainage infrastructures. In 1995, surface water was the water source for 96 percent of the total irrigated area land, and the remaining 4 percent were irrigated from groundwater (small tube-wells). The irrigated area where pumps are used to lift water was 346 680 ha in 2000. Most irrigation schemes are large-scale and they are managed by parastatal organizations known as Agricultural Corporations, while small-scale schemes are owned and operated by individuals or cooperatives (Figure 3).

A number of water harvesting projects were implemented in the western part of Sudan during the 1970s, 1980s and late 1990s. The main objective was to combat the effects of drought by improving crop production and increasing domestic water use. However, few of those projects have succeeded in combining technical efficiency with low cost and acceptability to the local agro-pastoralist farmers. This is partially owing to the lack of technical know–how, but also because of the selection of inappropriate approaches with regard to the prevailing socio-economic conditions.

Role of irrigation in agricultural production, the economy and society

The main irrigated crops are sorghum, cotton, fodder, wheat, groundnuts and vegetables (Table 3 and Figure 4). Other crops under irrigation are sugar cane, maize, sunflower, potatoes, roots and tubers and rice. Irrigated agriculture has been Sudan's largest economic investment, yet returns have been far below potential. A study by the World Bank showed that, during the period 1976-1989, yields were low and extremely

TABLE 3
Irrigation and drainage

Irrigation potential		**2 784 000**	**ha**
Water management			
1. Full or partial control irrigation: equipped area	2000	1 730 970	ha
- surface irrigation		-	ha
- sprinkler irrigation		-	ha
- localized irrigation		-	ha
• % of area irrigated from groundwater	1995	4	%
• % of area irrigated from surface water	1995	96	%
2. Equipped lowlands (wetland, ivb, flood plains, mangroves)		-	ha
3. Spate irrigation	2000	132 030	ha
Total area equipped for irrigation (1+2+3)	**2000**	**1 863 000**	**ha**
• as % of the cultivated area	2000	11	%
• average increase per year over last 5 years	1995-2000	- 0.9	%
• power irrigated area as % of total area equipped	2000	19	%
• % of total area equipped actually irrigated	2000	43	%
4. Non-equipped cultivated wetlands and inland valley bottoms		-	ha
5. Non-equipped flood recession cropping area		-	ha
Total water-managed area (1+2+3+4+5)	**2000**	**1 863 000**	**ha**
• as % the cultivated area	2000	11	%
Full or partial control irrigation schemes **Criteria**			
Small-scale schemes < 100 000 ha	2000	443 070	ha
Medium-scale schemes	2000	417 150	ha
Large-scale schemes > 500 000 ha	2000	870 750	ha
Total number of households in irrigation	2000	200 000	
Irrigated crops in full or partial control irrigation schemes			
Total irrigated grain production		-	tonnes
• as % of total grain production		-	%
Total harvested irrigated cropped area		-	ha
• Annual crops: total		-	ha
- sorghum	1989	355 320	ha
- cotton	2000	166 900	ha
- wheat	2000	102 690	ha
- groundnuts	1989	91 140	ha
- vegetables	2000	96 820	ha
- sugar cane	2000	70 380	ha
- maize	2000	67 620	ha
- sunflower	2000	21 280	ha
- potatoes	2000	16 220	ha
- other roots and tubers	2000	16 220	ha
- rice	2000	3 620	ha
• Permanent crops: total		-	ha
- fodder	2000	141 900	ha
Irrigated cropping intensity		-	%
Drainage - Environment			
Total drained area	2000	560 000	ha
- part of the area equipped for irrigation drained		-	ha
- other drained area (non-irrigated)		-	ha
• drained area as % of the cultivated area	2000	3	%
Flood-protected areas		-	ha
Area salinized by irrigation	1999	500 000	ha
Population affected by water-related diseases		-	inhabitants

variable and cultivated areas suffered a gradual decline. A study undertaken in the Rahad Scheme based on data from 1977 to 1995 shows that actual crop yields are well below potential yields (Table 5). The same study also estimated the water use efficiency and found an overall efficiency of 63-68 percent. The distribution efficiency of the network was 93 percent and estimated field losses were 25-30 percent.

In the Gezira Scheme, a complex mix of financial, technical and institutional problems resulted in a serious fall in the productivity of the scheme and a corresponding drop

TABLE 4
Government irrigation schemes in Sudan

Scheme	Equipped area (ha)
Gezira and Managil	870 750
White Nile pump schemes	192 375
New Halfa	152 280
Rahad	121 500
Blue Nile pump schemes	112 590
Gash Delta (spate irrigation)	101 250
Northern pump scheme	41 715
Suki	35 235
Tokar Delta (spate irrigation)	30 780
Guneid Sugar	15 795
Assalaya Sugar	14 175
Sennar Sugar	12 960
Khashm El Girba	18 225
Other areas	143 370
TOTAL	**1 863 000**

in farm incomes in the late 1990s, resulting in a drop of cropping intensity from 80 percent in 1991/92 to 40 percent in 1998/99. About 126 000 ha were taken out of production owing to siltation and water mismanagement, leading to a reduced availability of water. Because of bad water management, water supply is about 12 percent below crop water requirements at crucial stages in the growth cycle, while at the same time, as much as 30 percent of the water delivered is not used by crops. However, an initiative aimed at "Broadening farmer's choices on farm systems and water management" by FAO in part of the scheme, meant that productivity of sorghum, cotton and wheat could be increased to 112 percent for 2000/01, compared to the Gezira average of 42 percent.

Apart from the Gezira scheme established in 1925, most of the irrigation schemes were developed in the 1960s and 1970s. Since then, there have been no significant irrigation developments, for two reasons: any possible remaining sites would be complex and expensive to develop, and the low levels of productivity of the irrigated crops in the country make it difficult to justify further investment. As a result, in order to meet an ever-increasing demand for food and fibre, priority has been given to increasing productivity from the existing irrigation schemes. But this objective has been thwarted by the declining supply of water to farmers in these schemes. Consequently, the performance of the irrigation sector has consistently fallen short of expectations.

Status and evolution of drainage systems

Due to excess rainfall and sometimes to misuse of irrigation water all the irrigation schemes need drainage networks to remove any excess water from the cultivated areas. In low areas, minor drains and collector drains are constructed to remove this excess water by gravity into cutout low areas or into natural drains. Sometimes, pumps are used to take water from low lands into areas outside the scheme. Also escape drains are constructed along the main canal to carry any excess water to the nearest river or natural drain. It is estimated that in 2000 about 560 000 ha were drained.

WATER MANAGEMENT, POLICIES AND LEGISLATION RELATED TO WATER USE IN AGRICULTURE

Institutions

The Ministry of Agriculture and Natural Resources (MANR) supervises the Agricultural Corporations that manage the large irrigation schemes, while the Ministry of Irrigation and Water Resources (MIWR) is responsible for delivering irrigation water.

TABLE 5
Potential and minimum and maximum actual crop yields per season in Rahad Irrigation Scheme, Sudan

Crop	Potential yield	Minimum actual yield		Maximum actual yield	
	(kg/ha)	(kg/ha)	(% of potential)	(kg/ha)	(% of potential)
Dura	400	120	30	284	71
Groundnut	760	160	21	340	45
Wheat	600	100	17	380	63
	(kantar/ha)	(kantar /ha)	(% of potential)	(kantar /ha)	(% of potential)
Cotton	3.6	1.2	32	2.9	80

The Ministry of Irrigation and Water Resources (MIWR) is the federal body in Sudan legally responsible for all water affairs. It offers technical advice and assistance to water projects within the states and the private sector. It is in charge of the groundwater, the non-nilotic streams and valleys under the Groundwater and Wadis Directorate. It undertakes its task in coordination with the relevant sectors, departments and technical offices (agriculture, industry, foreign, electricity, and investment, etc). It has the following responsibilities:

- Satisfaction of the water requirements of the various users through the country;
- Water resources planning, management and development;
- International and regional cooperation concerning the shared water sources;
- Planning, design, execution, operation and maintenance of the different irrigation schemes;
- Control of water abstraction;
- Construction of new irrigation works;
- Operation and maintenance of all large-scale irrigation structures and drinking water facilities;
- Provision of the means for hydropower generation and protection of the water-related environment.

Water management

The Gezira Scheme is managed on a vertically integrated basis by the semi-autonomous Sudan Gezira Board (SGB). The MIWR is responsible for managing the Sennar Dam on the Blue Nile and the upper reaches of the irrigation system, responding to requests for water delivery from SGB's field staff. Within the scheme, the SGB serves as landlord, operates and maintains the lower reaches of the irrigation system and provides most of the inputs and services required by farmers to produce cotton, which is transported by the Board to its ginneries and sold on behalf of growers by the Sudan Cotton Company Limited. The SGB recovers the cost of advances made for inputs and services from the cotton sales before payment is made to the farmer. Tenants are wholly responsible for growing other crops in prescribed rotations with cotton (sorghum, groundnuts, forage, wheat, vegetables), making their own arrangements for input supplies and marketing.

By 2001 in the Gezira Scheme, Minor Canal Committees had been formed along the minor irrigation canals and representatives of each of these committees constitute the Irrigation Committee at the block level. In addition to the Irrigation Committee, a Financial Committee has been established that is coordinating the reimbursement of the seasonal credits and arrangements for procurement of new inputs. The Irrigation Committee with representatives of each of the minor canal committees will be responsible for the operation and maintenance of the minor irrigation system, a task presently entrusted to the SGB, with the Ministry of Irrigation responsible of supplying the main system.

To address some of the problems facing irrigation management and development the Government has formalized a policy framework that includes:

- Transferring the operation and production of large- and medium-size irrigation schemes to the farmers and giving them full responsibility for water management on the irrigation system below the minor canals level through establishment of voluntary water users associations (WUAs).
- Fostering sustainable productivity of the large schemes through rehabilitation, combined with financial and institutional reform.
- Grouping, rehabilitating and handing over the relatively small size pump schemes in the Blue Nile and the White Nile. These schemes were originally established and run by the government. Recently, and in accordance with

the economic reforms, these schemes were handed over to the private sector represented by individual farmers, cooperatives or private companies.

Finances

Financing irrigation O&M through fees collected from the beneficiaries of the irrigation system was first introduced in Sudan with the introduction of the modern irrigation system at the El Zeidab scheme in 1909 when a private foreign company erected a pump station to irrigate local farmers' land for an agreed irrigation fee. After the success of the experiment for the first two seasons, a bad crop yield in 1911/12 meant that the farmers were unable to pay their irrigation fees. The company experienced heavy losses and decided to pull out of the scheme.

Experience from El Zeidab scheme was used in selecting the form of production relationship between the government, the Sudan Plantation Syndicate and the farmers when the Gezira scheme was commissioned. To avoid the inability of some farmers to pay irrigation fees in case of bad crop yields, a "sharing system" between the three parties was adopted. This system continued until 1981 when it was replaced by what is known as the "individual account system" in which each individual farmer is treated separately in terms of cost and profit. The objective was to create some incentive for the individual farmers to increase their productivity. The new account system failed to achieve break-even productivity. The individual account system was also applied in all the irrigation schemes run by the government at that time. Payment of irrigation fees by the farmers continued in all Government schemes from 1981 to 1995. During this period irrigation fees collected were very low, averaging about 50 percent only. The non-recovered part of the water supply costs is borne by the government.

Starting from 1995, and as part of the liberalization of the economy, the Government withdrew from financing the cost of irrigation services, among other things. Farmers were left to pay irrigation fees to the newly established Irrigation Water Corporation (IWC), which uses these fees directly to provide water supply services to the farmers. Instead of the IWC setting up its own mechanism for collecting the fees directly from the farmers, it relies on the Agricultural Corporations (AC) managing the scheme to collect the fees from the farmers. Because these ACs were also facing considerable financial difficulties, part of the water fees collected may not reach the IWC and part of the collected fees paid to IWC is delayed for sometime as it is used for financing other urgent activities. The result of this is the inability of IWC to have the required budget that enables it to provide its services in a sustainable manner. This led to the accumulation of sediment in the irrigation canals, deterioration of the water regulation structures, machinery and pumps.

By the year 2000 the IWC was dissolved and the MIWR is again responsible for the O&M of the irrigation canals up to the minor off-takes. The Ministry of Finance and National Economy provides the MIWR with the annual budgets for operation and maintenance.

Policies and legislation

In 1992, the national economy was reoriented towards a free economy, a policy shift that impacted the agricultural sector profoundly. The government withdrew from the direct financing of agriculture, provision of inputs and services. The Government within its policy of withdrawal from provision of goods and services handed over all the small- and medium-size irrigation schemes under its control to the farmers. The handing over policy was not successful because farmers were ill-prepared and most of the schemes were in need of rehabilitation. Since 1992, the cropped areas and the productivity of many schemes have sharply declined.

Agricultural sectoral policies for the irrigated sub-sector include the following:

- To extend the market economy to all crops to allow the farmer to choose a suitable crop mix.
- To provide support to the Agricultural Research Institutions so as to explore suitable technologies for improving crop production and productivity. In addition, to provide support to agricultural extension and services.
- To encourage the private sector to provide agricultural inputs for the agricultural sector.
- To encourage exports through improvement of quality so as to meet international standards.
- Establishment of specialized crop committees for main crops like cotton with the objective of achieving all necessary coordination between the concerned authorities.
- Farmers participate in agricultural policy formulation.

The Sudan Comprehensive National Strategy for the Agricultural Sector (1992-2002) put food security, sustained agricultural development, efficient resource utilization and yield enhancement on the top of the agenda. Little has been done, however, to improve the accessibility to food of the poor, the vulnerable and the marginalized strata of society.

ENVIRONMENT AND HEALTH

The deposition of silt in irrigation canals and the subsequent built-up of aquatic weeds result in losses in production of up to 40 percent. Other costs of siltation include loss of hydropower potential since methods of silt removal involve measures that lower the head and interfere with generator operation. The most serious effect, however, is the loss of agricultural production.

Agricultural chemicals were introduced into Sudan in 1946 in the Gezira scheme. Since then the application of chemicals has intensified and proliferated into other agricultural schemes and in the private vegetable and horticulture fields as well as for control of desert locusts, birds and rodents and for public health. A total of about 200 active ingredients are registered in Sudan in over 600 different formulations of pesticides. An average of about 450 tonnes of insecticides and 150 tonnes of herbicides were applied annually during the period 1993–1997. The annual consumption of fertilizers in the whole of Sudan is estimated at 80 000-200 000 tonnes of urea and 20 000-40 000 tonnes of super phosphate. The applied pesticides or the residue and degradation products can contaminate the water (re)sources from the formulating sites, fallout from the spray, washing from contaminated clothes, empty containers, application equipment and dumping of the surplus. Serious contamination has been detected in the Gezira canals as well as in boreholes in the Qurashi area (Hassahessa Province) and the Kassala horticulture area. Fertilizers containing inorganic nitrogen as well as waste containing organic nitrogen are the two main sources of frequently reported nitrate and nitrite contamination in groundwater. Detailed studies are needed to discriminate between the two pollution sources.

PERSPECTIVES FOR AGRICULTURAL WATER MANAGEMENT

The country has an agricultural potential of 105 million ha, of which only 16.7 million ha are cultivated and only about 1.9 million ha out of an irrigation potential of 2.8 million ha are under irrigation now. Therefore, there is ample room for further developments especially in the irrigation sub-sector. However, there are three major constraints to irrigation development in Sudan:

- The ineffective process of annual maintenance of civil works (reportedly due to lack of funds), especially for the removal of silt and weeds from irrigation canals, which slows down water flow and causes continuous shrinkage of the actual irrigated area;

- The steady increase in development costs, which has been aggravated by the continuous devaluation of the local currency;
- The lack of farmer involvement in the planning and operation of the schemes and related services.

Generally, the water supply for all of the irrigation schemes is provided by dams and/or pumps and extensive networks of canals covering the whole schemes as well as drainage networks of canals. The overall objective of water management policies is to improve water use efficiency in agriculture, which includes efficient control of water in the irrigation networks, maintenance of the irrigation structures, provision of technical capacities capable to operate the systems, and efficient and economical maintenance of the irrigation systems.

Supplementary irrigation could increase the very low or zero productivity of crops and fodder. The conjunctive use of groundwater and surface water could help to optimize the water resource productivity.

The development plans for the irrigation sector include the rehabilitation of the existing irrigation schemes, a shift of emphasis towards the development of small scale irrigation schemes, and phased development and vertical expansion.

MAIN SOURCES OF INFORMATION

Abdelsalam, A. 1991. *Sedimentation in Sudan Multipurpose Reservoirs.* Internal Publ. Hydraulic Research Station-Sudan.

Adam, H. S. 1994. *Evaporation: how difficult to measure and estimate*. Nile 2002 Conference, Khartoum, Sudan.

Bakheit, H. Y. 1996. *Hydromet data.* IVth Nile 2002 conference, Kampala, Uganda.

Dafalla, Y. M. 1996. *Reliability of rainfall for crop production in the Sudan*. IVth Nile 2002 Conference, Kampala, Uganda.

El-Farouk, A. E. 1994. *Population and environmental degradation in the Sudanese agriculture and forestry*. Nile 2002 conference, Khartoum, Sudan.

Elmahadi E. 2000. *The Nile Water Elaharam*. Cairo, Egypt.

FAO. 1994. *Water harvesting for improved agricultural production*. Water Report 3. Rome.

FAO. 1997. *Irrigation potential in Africa: A basin approach*. FAO Land and Water Bulletin 4. Rome.

FAO. 2000. *Water and agriculture in the Nile Basin*. Nile Basin Initiative Report to ICCON. Background paper prepared by FAO. Report prepared by Appelgren, B., Klohn. W. and Alam, U. Rome.

Ghezae, N. 1998. *Irrigation water management: a performance study of the Rahad Scheme in Sudan, 1977-1996.* Acta Universitatis Upsaliensis. Uppsala Studies in Economic History 42.

Hamad, O. E., El Daw, A. K. and Dingle, M. A. 2002. *Development of water resources research as a base for development*. Workshop on the future of scientific research in the field of water (Arabic). Khartoum, Sudan.

Ibrahim, M. E. and Salih, M. K. 1996. *Groundwater resources of Sudan: development potential*. IVth Nile 2002 Conference, Kampala, Uganda.

International Fund for Agricultural Development (IFAD). 2002. *Republic of the Sudan. Country strategic opportunities paper (COSOP)*. Rome.

International Fund for Agricultural Development (IFAD). 2003. *Gash sustainable livelihoods regeneration project. Target group and project description*. Prepared by Near East and North Africa Division, Project Management Department.

International Hydrologic Programme (IHP). 2000. *Vulnerability of groundwater resources of Sudan to pollution risks*. Technical Report. IHP-National Chair of the Sudanese National Commission for Education, Science and Culture. Khartoum.

International Programme for Technology and Research in Irrigation and Drainage (IPTRID). 2002. Capacity Building for drainage in North Africa. Proceeding of a workshop, Cairo, Egypt, 10-14 March 2001. In: *Capacity Building Report No.2*. Rome.

Ministry of Irrigation and Water Resources. 2001. *Feasibility study of the White Nile pump schemes irrigation rehabilitation project*. Internal report.

Saghyroun, E. S. 1994. *The Nile Water: the past, present and future International conference on efficient utilization and management of water resources in Africa*. Khartoum, Sudan.

Swaziland

GEOGRAPHY, CLIMATE AND POPULATION

The Kingdom of Swaziland is located in southeastern Africa. It is a landlocked country bordered by Mozambique to the east and the Republic of South Africa on all other sides. It has a total area of 17 360 km^2. The country is mostly mountainous and hilly, with some moderate sloping plains.

For administrative purposes the country is divided into four districts, each of which is administered by a Regional Administrator:

- Hhohho in the north, with its administrative headquarters in Mbabane;
- Manzini in the centre, with headquarters in Manzini;
- Shiselweni in the south, with headquarters in Nhlangano;
- Lubombo in the east, with headquarters in Siteki.

Two major systems of land tenure exist in Swaziland. Title Deed Land (TDL) is privately owned land and is used mainly for ranching, forestry or estate production of crops such as sugar cane, citrus and pineapples. It covers 46 percent of the country. Swazi Nation Land (SNL), which is land held in trust by the King for the Swazi people, covers the remaining 54 percent of the country.

The country is divided into four agro-ecological zones, based on elevation, landforms, geology, soils and vegetation. The Highveld, Middleveld and Lowveld occupy about one-third of the country each, while the Lubombo Plateau occupies less than one-tenth of the country.

Swaziland has a subtropical climate with summer rains. About 75 percent of the precipitation falls from October to March. The climatic conditions range from sub-humid and temperate in the Highveld to semi-arid in the Lowveld. The national long-term average rainfall is 788 mm/year. Table 1 gives the rainfall for the different ecological zones.

The country's population was about 1.1 million in 2004, of which 76 percent are rural (Table 2). The population density is 62 inhabitants/km^2. About 52 percent of the population is female, while 48 percent are males. The annual population growth was estimated at 2.9 percent in 1998 and had declined to 1.9 percent in 2002. One reason for the decline is the impact of HIV/AIDS that has led to high mortality.

Clean water supply coverage, in the form of taps in houses, taps outside houses, community taps and boreholes, is 42 percent for the rural population and 87 percent for the urban population (Table 2). Rivers and unprotected wells are the main source of household water for people in the countryside with 67 percent of the rural population relying on them.

TABLE 1
Rainfall in ecological zones of Swaziland

Ecological zone	Rainfall mm/year
Highveld	700 – 1550
Middleveld	550 – 850
Lowveld	400 – 550
Lubombo Plateau	550 – 850

TABLE 2
Basic statistics and population

Physical areas			
Area of the country	2002	1 736 000	ha
Cultivated area (arable land and area under permanent crops)	2002	190 000	ha
• as % of the total area of the country	2002	11	%
• arable land (annual crops + temp. fallow + temp. meadows)	2002	178 000	ha
• area under permanent crops	2002	12 000	ha
Population			
Total population	2004	1 083 000	inhabitants
• of which rural	2004	76	%
Population density	2004	62	inhabitants/km^2
Economically active population	2004	376 000	inhabitants
• as % of total population	2004	35	%
• female	2004	39	%
• male	2004	61	%
Population economically active in agriculture	2004	119 000	inhabitants
• as % of total economically active population	2004	32	%
• female	2004	47	%
• male	2004	53	%
Economy			
Gross Domestic Product (GDP)	2003	1 800	million US$/yr
• value added in agriculture (% of GDP)	2002	11.3	%
• GDP per capita	2003	1 671	US$/yr
Human Development Index (highest = 1)	2002	0.519	
Access to improved drinking water sources			
Total population	2002	52	%
Urban population	2002	87	%
Rural population	2002	42	%

ECONOMY, AGRICULTURE AND FOOD SECURITY

Since 1990, economic growth has failed to match population increase. During the second half of the 1980s, Swaziland achieved a remarkably high level of annual economic growth ranging from 7 to 10 percent. During the 1990s, economic growth slowed down to about 1 percent. In 1998 real annual economic growth slackened to 0.1 percent, and the gross domestic product increased by 1.7 percent. The slowdown in economic activities in the late 1990s was due mainly to low agricultural production, low international commodity prices, weak demand and a generally depressed world economic environment.

The GDP of the country (current US$) was US$1.8 billion in 2003 with agriculture contributing about 11.3 percent. This contribution has been fluctuating over the past 10 years owing to unreliable rainfall leading to poor harvests.

The cultivated area is estimated at 190 000 ha, of which 178 000 ha of arable land and 12 000 ha under permanent crops (Table 2). Maize is the most important crop in Swazi Nation Land (SNL); however there has been an increase in the number of farmers on SNL growing sugar cane, especially those with irrigation facilities. The major factor contributing to the shift is the profitability of sugar cane cultivation. The price of maize has always been regulated by government and so does not entirely reflect market conditions. As a result, a secondary market has emerged quoting substantially high prices, especially in areas affected by drought. Swaziland has never been self-sufficient in maize production; the shortfall to cover consumption needs has always been satisfied by commercial imports and food aid. Table 3 shows the maize production and imports for the seasons from 1987/88 to 1997/98.

TABLE 3
Maize production and imports for 1987/88 to 1997/98

Season	Production (1 000 tonnes)	Imports (1 000 tonnes)	Total consumption (1 000 tonnes)	Imports as percentage of total consumption (%)
1987/88	85.7	33.5	119.2	28.1
1988/89	110.0	18.2	128.2	14.2
1989/90	135.0	15.1	150.1	10.1
1990/91	153.0	11.9	164.9	7.2
1991/92	45.6	63.6	109.9	57.9
1992/92	84.0	30.7	114.7	26.8
1992/94	63.7	10.4	74.1	14.0
1994/95	69.9	29.7	99.6	29.8
1995/96	135.6	10.2	145.8	7.0
1996/97	85.1	15.0	100.1	15.0
1997/98	107.2	13.0	120.2	10.8

WATER RESOURCES AND USE

Water resources

The four main river systems in the country are:

- The Komati and Lomati systems, in the north of the country, both originate in South Africa and flow out of Swaziland back into South Africa, before entering Mozambique;
- The Mbuluzi River rises in Swaziland and flows into Mozambique;
- The Usuthu River, together with a number of major tributaries, originates in South Africa and flows out into Mozambique, forming the border between Mozambique and South Africa;
- The Ngwavuma, in the south of the country, rises in Swaziland and flows into South Africa before entering Mozambique.

The fifth river system contributing to the surface water resources of Swaziland is the Pongola River, which is found in South Africa, south of Swaziland. The Jozini dam, built on the South African side, floods some land on the Swaziland side and the water is available for use in Swaziland.

The total renewable water resources of the country are 4.51 km^3/year, with 1.87 km^3/year or 42 percent originating from South Africa (Table 4). A quantitative assessment

TABLE 4
Water: sources and use

Renewable water resources			
Average precipitation		788	mm/yr
		13.7	10^9 m^3/yr
Internal renewable water resources		2.6	10^9 m^3/yr
Total actual renewable water resources		4.5	10^9 m^3/yr
Dependency ratio		41.5	%
Total actual renewable water resources per inhabitant	2004	4 164	m^3/yr
Total dam capacity	2002	585	10^6 m^3
Water withdrawal			
Total water withdrawal	2000	1 042	10^6 m^3/yr
- irrigation	2000	993	10^6 m^3/yr
- livestock	2000	13	10^6 m^3/yr
- domestic	2000	24	10^6 m^3/yr
- industry	2000	12	10^6 m^3/yr
• per inhabitant	2000	998	m^3/yr
• as % of total actual renewable water resources	2000	23	%
Non-conventional sources of water			
Produced wastewater	2002	12	10^6 m^3/yr
Treated wastewater	2002	9	10^6 m^3/yr
Reused treated wastewater		-	10^6 m^3/yr
Desalinated water produced		-	10^6 m^3/yr
Reused agricultural drainage water		-	10^6 m^3/yr

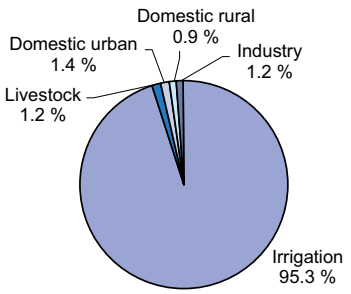
TABLE 5
Main dams in Swaziland

Name of dam	Capacity (1 000 m³)	Surface area (1 000 m³)	Date established	River system	Location	
					Latitude	Longitude
Maguga	332 000	10 420	2001	Komati	26.10 °S	31.23 °E
Mnjoli	153 000	14 800	1980	Mbuluzi	26.17 °S	31.67 °E
Sand River	50 330	698	1965	Komati	26.00 °S	31.70 °E
Luphohlo	24 000	120	1984	Usuthu	26.37 °S	31.08 °E
Hendrick Van Eck	9 865	145	1969	Usuthu	26.75 °S	31.92 °E
Sivunga	5 920	120	1972	Usuthu	26.67 °S	32.00 °E
Nyetane	6 780	137	Raised 1992	Usuthu	26.37 °S	31.57 °E
Hawane	2 750	70	1984	Mbuluzi	26.23 °S	31.80 °E
Lavumisa	345	27	1996	Pongola	27.28 °S	31.85 °E
Total	**584 990**					

TABLE 6
Estimated water use in Swaziland in 2000

Category	Water withdrawal (million m³)	Water withdrawal (%)
Irrigation	992.65	95.3
Livestock	12.51	1.2
Domestic: Rural	9.75	0.9
Urban	14.43	1.4
Industry	12.02	1.2
Total	**1 041.36**	**100.0**

FIGURE 1
Water withdrawal
Total 1.042 km³ in 2000



of groundwater resources of the country has not been undertaken. It is estimated that the groundwater resource potential is about 21 m³/s countrywide, which is equal to 0.66 km³/year, while the bulk of the groundwater resources occurs in the Highveld and Middleveld regions. With the exception of the post-Karoo igneous intrusive formation and the recent thin alluvia along the major river valleys, the strongly consolidated rocks of the Archean Basement Complex and the Karoo system underlie practically all of Swaziland and limit the groundwater development potential of the country.

There are nine major dams with a height of more than 10 metres and with a total storage capacity of about 585 million m³. Seven are used for irrigation purposes, one for hydroelectric purposes and one for water supply (Table 5).

Water use

Total water withdrawal for agricultural, domestic and industrial purposes is estimated at just over 1 km³. Over 95 percent of the water resources in the country are used for irrigation (Tables 4 and 6 and Figure 1).

International water issues

In order to facilitate the development of water resources of common interest, in 1992 the governments of Swaziland and South Africa signed a treaty for the establishment and functioning of the Joint Water Commission. In addition to any other functions or powers conferred on the Commission, it advises the two countries on all technical matters relating to the following:

- The criteria to be adopted in the allocation of the utilizable portion of water resources of common interest between the two countries;
- The investigations for the development of water resources of common interest by the two countries, including the construction, operation and maintenance of any water works;

- The prevention of, and exercise of control over, the pollution of water resources of common interest.

Another international body is the Komati Basin Water Authority (KOBWA), which is a bilateral company formed in 1993 under the Treaty on the Development and Utilization of the Water Resources of the Komati River Basin, 1992, entered between the Government of the Kingdom of Swaziland and the Government of the Republic of South Africa. Its purpose is to implement Phase 1 of the Komati River Basin Development Project comprising the design, construction and maintenance of Driekoppes Dam in South Africa and the Maguga Dam in Swaziland. Both the Treaty of the Establishment and Functioning of the Joint Water Commission and the Treaty on the Development and Utilization of the Water Resources of the Komati River Basin recognize the rights of Mozambique to a reasonable and equitable share of the water resources of shared rivers.

A Tripartite Technical Committee (TCTP), established under the Tripartite Agreements between Swaziland, South Africa and Mozambique, is responsible *inter alia* for the identification and prioritization of capacity-building challenges and opportunities in the water sectors of the three parties and the establishment of regime allocations.

The member states of the Southern African Development Community (SADC) signed a protocol on shared watercourses (Protocol on Shared Watercourses in SADC, 2000). The overall objectives of the protocol are to foster closer cooperation for judicious, sustainable and coordinated management, protection and utilization of shared watercourses and to advance the SADC agenda of regional integration and poverty alleviation. In order to achieve this objective, the Protocol seeks to:

- Promote and facilitate the establishment of shared watercourse agreements and shared watercourse institutions for the management of shared watercourses;
- Advance the sustainable, equitable and reasonable utilization of shared watercourses;
- Promote a coordinated, integrated and environmentally sound development and management of shared watercourses;
- Promote the harmonization and monitoring of legislation and policies for planning, development, conservation, protection of shared watercourses, and allocation of the resources;
- Promote research and technology development, information exchange, capacity building, and the application of appropriate technologies in shared watercourses management.

IRRIGATION AND DRAINAGE DEVELOPMENT

Evolution of irrigation development

The irrigation potential for the country, based on the physical land capability and water availability, is estimated at 93 220 ha. In 2000, 49 843 ha of the land is under irrigation, with over 40 000 ha being used for irrigated sugar cane (Table 7). Over 84 percent of the irrigated land is found in the Lowveld, with about 15 percent in the Middleveld.

About 10 large irrigation schemes (> 500 ha) occupy 67 percent of the irrigated land (Figure 2). Medium irrigation schemes (50-500 ha) and small irrigation schemes (< 50 ha) occupy 20 percent and 13 percent

FIGURE 2
Irrigation scheme size
Total 49 843 ha in 2000

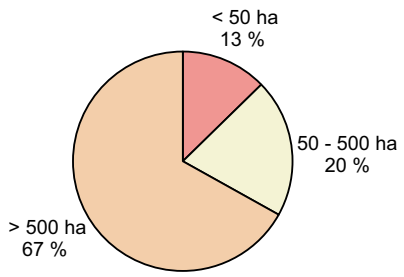


TABLE 7
Irrigation and drainage

Irrigation potential			**93 220**	**ha**
Water management				
1. Full or partial control irrigation: equipped area		2000	49 843	ha
- surface irrigation		2000	25 887	ha
- sprinkler irrigation		2000	20 905	ha
- localized irrigation		2000	3 051	ha
• % of area irrigated from groundwater			-	%
• % of area irrigated from surface water			-	%
2. Equipped lowlands (wetland, ivb, flood plains, mangroves)			-	ha
3. Spate irrigation			-	ha
Total area equipped for irrigation (1+2+3)		**2000**	**49 843**	**ha**
• as % of the cultivated area		2000	26	%
• average increase per year over last 5 years			-	%
• power irrigated area as % of total area equipped			-	%
••% of total area equipped actually irrigated		2002	90	%
4. Non-equipped cultivated wetlands and inland valley bottoms			-	ha
5. Non-equipped flood recession cropping area			-	ha
Total water-managed area (1+2+3+4+5)		**2000**	**49 843**	**ha**
• as % the cultivated area		2000	26	%
Full or partial control irrigation schemes	**Criteria**			
Small-scale schemes	< 50 ha	2002	6 419	ha
Medium-scale schemes	50 - 500 ha	2002	10 000	ha
Large-scale schemes	> 500 ha	2002	33 424	ha
Total number of households in irrigation			-	
Irrigated crops in full or partial control irrigation schemes				
Total irrigated grain production		1998	2 650	tonnes
• as % of total grain production		1998	2	%
Total harvested irrigated cropped area		2002	45 482	ha
• Annual crops: total		2002	42 919	ha
- sugar cane		1998	41 516	ha
- rice		1998	50	ha
- maize		1998	500	ha
- potatoes		1998	75	ha
- vegetables		1998	778	ha
• Permanent crops: total		1998	2 563	ha
- citrus		1998	2 513	ha
- bananas		1998	50	ha
Irrigated cropping intensity		2002	101	%
Drainage - Environment				
Total drained area			-	ha
- part of the area equipped for irrigation drained			-	ha
- other drained area (non-irrigated)			-	ha
• drained area as % of the cultivated area			-	%
Flood-protected areas			-	ha
Area salinized by irrigation			-	ha
Population affected by water-related diseases		1998	2 926	inhabitants

of the land respectively. Large schemes are dominant in TDL, while small schemes are dominant in SNL. In the latter, there are several micro-irrigation schemes which are communal projects funded by several NGOs and IFAD through the Swaziland Ministry of Agriculture and Cooperatives. These schemes occupy about 1 500 ha of land scattered around the country.

About 52 percent of the land is under surface irrigation, followed by overhead irrigation (drag lines, fixed sprinklers, centre pivots, etc.) on 42 percent of the area. The remaining 6 percent of the area is under localized irrigation (Table 7 and Figure 3).

Role of irrigation in agricultural production, the economy and society

Sugar cane is by far the dominant irrigated crop in the country, covering over 91 percent of the harvested irrigated cropped area (Table 6 and Figure 4). Next comes citrus, covering almost 6 percent. Smaller areas are covered by vegetables, maize, potatoes, rice and bananas. Table 8 shows areas, harvests and yields of sugar cane over several years.

The sugar industry, which is the main irrigation industry in the country, provides direct employment to about 16 000 people, and about 20 000 people benefit from the industry indirectly. The sugar estates provide free or heavily subsidized medical facilities, housing, electricity and water to employers.

Several irrigation and water resources development programmes exist in the country. Some of the projects are highlighted in Table 9.

FIGURE 3
Irrigation techniques
Total 49 843 ha in 2000

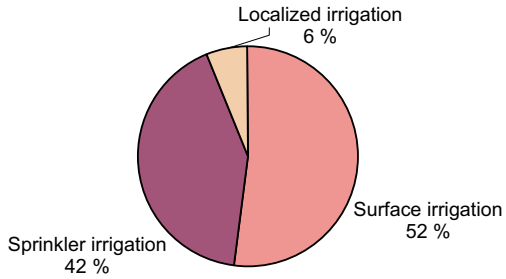


FIGURE 4
Irrigated crops
Total 45 482 ha in 2002 (cropping intensity 101%)

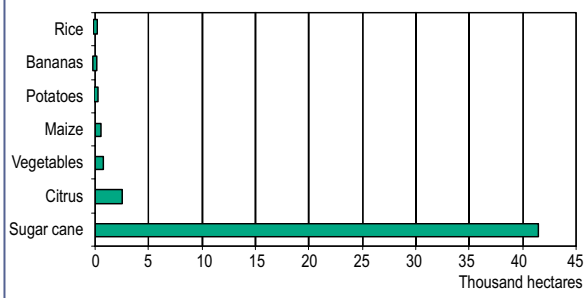


TABLE 8
Sugar cane production

Year	Area harvested (ha)	Harvest (1 000 tonnes)	Yield (tonnes/ha)
1997/1998	38 862	3 887	100
1998/1999	42 585	3 886	91
1999/2000	44 246	4 332	98

WATER MANAGEMENT, POLICIES AND LEGISLATION RELATED TO WATER USE IN AGRICULTURE

Institutions

The Ministry of Natural Resources and Energy (MNRE) is responsible for assessment, monitoring, management and allocation of water resources in the country. It has several branches responsible for specific activities. The Water Resource Branch (WRB) is responsible for stream flow observation, planning of water resources and control of pollution, while the Rural Water Supply Branch is responsible for water supply and sanitation in rural areas. The Groundwater Unit of the Geological Surveys and Mines Branch is responsible for drilling boreholes and monitoring the withdrawal of underground water. The Swaziland Water Service Corporation, a parastatal organization, is responsible for urban and peri-urban water supply and sanitation. The Swaziland Environment Authority (SEA) is responsible for pollution control and allocation of compliance certificates after proponents of development projects have submitted environmental impact assessment reports and comprehensive mitigation plans. The Ministry of Agriculture and Cooperatives constructs small earth dams and assists farmers with the utilization of water resources.

Policies and legislation

Swaziland does not have a clear policy on water use and management. The overall management of water resources is on an ad hoc basis through several uncoordinated pieces of legislation, spread among a number of Ministries as well as other institutions outside the government, that are aimed at solving specific issues without due consideration of harmonization. These Acts include the Protection of Freshwater

TABLE 9
Irrigation and water resources development projects

Project	Comments
Maguga Dam Project	This international programme was established under the 1992 Komati Basin Treaty between Swaziland and South Africa. The overall management of the project is by the Komati Basin Water Authority (KOBWA), a bi-national agency established under the terms of the Komati Basin Treaty. The governments of South Africa and Swaziland fund it jointly. The Maguga dam, with a height of 115 m, is the fourth highest dam in Southern Africa.
Komati Downstream Development Project (KDDP)	The project extends over 27 000 ha with a population of about 22 000 people. The aim is to develop 6 000 ha of new irrigation schemes along the Komati basin in collaboration with smallholder farmers using water from the recently completed Maguga dam. It is being implemented by the Swaziland Komati Project Enterprise (SKPE), and funded by the Swaziland Government.
Lower Usuthu Smallholder Irrigation Project (LUSIP)	The Lower Usuthu Smallholder Irrigation Project (LUSIP) involves the construction of three dams to form an off-river storage reservoir to impound water that will be diverted from wet season flood flows on the lower Usuthu River. The project is in two phases, and aims to develop a net of 11 500 ha for irrigation. It is being financed through agreed loans from several organizations including the African Development Bank, the Development Bank of Southern Africa, the Arabic Bank for Economic Development in Africa, the International Fund for Agricultural Development, and the European Investment Bank.
Smallholder Agricultural Development Project (SADP)	The Smallholder Agricultural Development Project for irrigation development was designed to assist the most disadvantaged agricultural producers in the Swazi Nation Land. In 1993 a loan was approved from the International Fund for Agricultural Development (IFAD). Its subcomponents consist of development of 185 ha of new small-scale irrigation and consolidation of another 257 ha of existing schemes to promote farmers' management of irrigation schemes.
Earth Dam Rehabilitation and Construction Programme	Several earth dams were constructed and rehabilitated through the project, the largest being Nyetane dam with a capacity of 6 million m^3. The aim of the project is to rehabilitate between six and eight dams each year in the low rainfall areas. The European Union and Swaziland Government fund the project.
Lavumisa Irrigation Project	The project developed 300 ha of land, and uses water from Jozini Dam in South Africa pumped by the South African Government as a compensation for flooded land in Swaziland, adjacent to the dam. A total of 75 smallholder farmers are participating in the scheme.

Fish Act of 1938, the Swaziland Electricity Act of 1963, the Water Act of 1967, the Water Services Act of 1992, the Komati River Basin Water Resources Development and Utilization Act of 1992, the Joint Water Commission Act of 1992, the Swaziland Environmental Authority Act of 1992, the Swaziland Administrative Order of 1998 and the Borehole Act of the Geological Surveys and Mines, to name a few.

At present, landowners with title deeds on riparian lands are entitled, by virtue of the deed, to abstract water from the stream flowing alongside or within their properties as well as underground water. The Water Act of 1967 (Swaziland Government, 1967) is the main legislation that regulates the apportioning and use of water but it only applies to title deed land and thus excludes all communal land, which constitutes 54 percent of total land in Swaziland.

The Swaziland Environmental Authority Act (Swaziland Government, 1992) addresses the issues of water for the environment and pollution control. The Act includes provisions for the establishment of standards and guidelines related to the pollution of air, water and land, as well as for the control of all forms of environmental pollution including that caused by the discharge of toxic wastes into the air, water and land.

The Swaziland Administration Order of 1998 empowers the Ngwenyama (King in Council) to issue orders to be followed in Swazi Nation Land and can be used as a tool for managing water resources in communal land. Among other things, these orders require:

- the prevention of any pollution of the water in, or injury to, any dam, stream, watercourse, waterhole, well, borehole, or other water supplies and to prevent the obstruction of any stream or watercourse for the construction, improvement or maintenance of communal water supplies;
- measures to be taken to secure proper housing and sanitation;

- regulation of the provision, maintenance and use of communal water supplies.

The National Development Strategy (NDS) intends to formulate a Vision and Mission Statement with appropriate strategies for socio-economic development for the next 25 years and to provide a guide for the formulation of development plans and for the equitable allocation of resources. It is designed to strengthen the Government's development planning and management capacities and to have a national consensus on the direction of future developments in the country. The NDS addresses the issue of water resources development and gives several recommendations (National Development Strategy, 1999). It advocates the development of an overall policy to cover all water uses, the expansion of smallholder irrigation within a national irrigation development plan whilst encouraging farmers to utilize all available water catchments, and planning and constructing small to medium size dams to provide a reliable source of water for small-scale irrigation, livestock, fisheries and domestic use.

ENVIRONMENT AND HEALTH

Sanitation coverage is poor in Swaziland, as an estimated 59 percent of the rural population has pit latrines and only 33 percent has access to a clean water supply. The high rate of infant mortality in the country is attributed to diarrhoea, malnutrition and infectious diseases, which can be linked to the lack of a potable water supply and sanitary facilities and to poor hygiene.

The highest risk of bilharzia infection is in the Middleveld and Lubombo plateau where rivers flow slowly and stagnant pools form. The high temperatures and the lack of alternative water supply sources mean that people use the rivers and streams for swimming, washing and drinking. Domestic animals use the same water and contaminate it, increasing the risk of transmitting infections to humans. No study to establish the full extent of the problem of bilharzia has been undertaken. However it was estimated in 1990 that the infected population may be as high as 20 percent of the population of the Middleveld and the Lubombo plateau.

Malaria remains a major health problem in the country. The disease is seasonal and unstable, occurring mainly during or after the rainy season. Malaria is prevalent in the Lowveld, Lubombo Plateau and some parts of the Middleveld. It is estimated that 30 percent of the population resides in malaria risk areas, 38 percent in malaria receptive areas and 32 percent in non-malaria areas.

PERSPECTIVES FOR AGRICULTURAL WATER MANAGEMENT

The irrigation potential of Swaziland is being increased by construction of small and large dams. The construction of the Maguga dam along the Komati river and the Lower Usuthu Smallholder Irrigation Scheme will lead to the development of a total of 17 500 ha for irrigation within the next 5 years.

The existing policy framework in the country is fundamentally flawed and not conducive to the management of water resources. In an attempt to improve the policy framework the MNRE tabled the Water Bill of 2001 in parliament, to replace the Water Act of 1967 as well as to consolidate the pieces of legislation found in different acts and orders. The bill was approved by parliament in 2002, and received the King's assent in April 2003. The new Water Act seeks to streamline the water allocation process, and to increase the role played by water users in the use and management of water resources. It also calls for the establishment of a National Water Authority (NWA), River Basin Authorities and Water User Associations, which will help in enhancing public involvement in water resources management, and also includes the private sector as a partner in water development. A draft irrigation policy is at present under preparation, with the assistance of FAO.

MAIN SOURCES OF INFORMATION

Black and Veatch Africa. 2001. *Ubombo Sugar Limited Five year Strategic Development Plan (1999-2004).* Black and Veatch Africa, Braamfontein.

Department of the Army, US Corps of Engineers. 1981. *Swaziland: Water and related land resources framework plan.*

FAO. 1994. *Present land use map of Swaziland*, scale 1:250 000. Field document of UNDP/FAO project SWA/89/001.

FAO. 1994. *Water resources and irrigation*. Project SWA/89/001.

Knight Piesold Consulting Engineers. 1997. *Swaziland water sector situation report.* Knight Piesold Consulting Engineers, Mbabane.

Manyatsi A.M. 2002. *Sugar cane irrigation scheme downstream of Mnjoli dam.* IUCN, Harare.

Mwendera, E.J., Manyatsi, A.M., Magwenzi, O., Dhlamini, S.M. 2002. *Water demand management programme for Southern Africa, Country Report for Swaziland*. IUCN Southern Africa Country Office, Pretoria.

Swaziland Cane Growers Profile. 2002. *Swaziland Cane Growers Profile Electronic Database*. Swaziland Cane Growers' Association, Mbabane.

Swaziland Government. 1938. *The Protection of Fresh Water Act*, 1938, Mbabane.

Swaziland Government. 1963. *The Establishment of the Swaziland Electricity Board Act*, 1963.

Swaziland Government. 1967. *The Water Act*, 1967, Mbabane.

Swaziland Government. 1992a. *The Swaziland Environmental Authority Act*, 1992, Mbabane.

Swaziland Government. 1992b. *The Water Services Act*, 1992.

Swaziland Government. 1997. *Report on the 1997 Swaziland population and housing census*. Central Statistics Office, Mbabane.

Swaziland Government. 1998a. *Annual Statistical Bulletin*. Central Statistics Office, Mbabane.

Swaziland Government. 1998b. *Swaziland Annual Agriculture Survey*. Central Statistics Office, Mbabane.

Swaziland Government. 1998c. *The Swaziland Administration Order of 1998*. Mbabane.

Swaziland Government. 1999a. *Development Plan 1999/00 - 2001/02*. Ministry of Economic Planning and Development, Mbabane.

Swaziland Government. 1999b. *The National Development Strategy*. Mbabane.

Swaziland Government. 2001. *Draft National Water Policy*. Water Resources Branch of the Ministry of Natural Resources and Energy, Mbabane.

Swaziland Government. 2001. *The Water Bill*. Attorney General, Mbabane.

Swaziland Sugar Association. 2002. *Swaziland Sugar Association Annual Report 2002*. Swaziland Sugar Association, Mbabane

Swaziland Water Sector Committee. 2001. *Water Bill 2001 Issues Paper*. Swaziland Water Sector Committee, Mbabane.

Swaziland Water Services Corporation. 2000. *Swaziland Water Services Corporation Annual Report*. Swaziland Water Services Corporation, Mbabane.

Tchad

GÉOGRAPHIE, CLIMAT ET POPULATION

Le Tchad est un pays enclavé situé au cœur de l'Afrique d'une superficie de 1 284 000 km². Les terres cultivables sont estimées à 19 millions d'ha (Vaïdjoua, 2003). La superficie cultivée était évaluée à environ 3.63 millions d'ha en 2002, soit moins de 3 pour cent de la superficie totale du pays et environ 15 pour cent de la superficie cultivable, dont 3.60 millions d'ha en terres arables et 0.03 million en cultures permanentes (tableau 1). Les ressources forestières sont estimées à 32.4 millions d'ha soit 25 pour cent de la superficie du pays. Les formations végétales sont composées de 0.6 million d'ha de forêts classées, 0.4 million d'ha de parcs nationaux et 11.1 millions d'ha de réserves forestières.

Le Tchad forme une immense plaine dont les bords sont relevés vers le nord et l'est. Le sommet le plus élevé est la montagne du Tibesti à 3 145 m. Au sud-ouest du pays sont localisés les vertisols, tandis que le nord est colonisé par des dunes de

TABLEAU 1
Caractéristiques du pays et population

Superficies physiques			
Superficie du pays	2002	128 400 000	ha
Superficie cultivée (terres arables et cultures permanentes)	2002	3 630 000	ha
• en % de la superficie totale du pays	2002	3	%
• terres arables (cultures temporaires + prairies et jachères temp.)	2002	3 600 000	ha
• cultures permanentes	2002	30 000	ha
Population			
Population totale	2004	8 854 000	habitants
• dont rurale	2004	75	%
Densité de population	2004	7	habitants/km²
Population active	2004	4 021 000	habitants
• en % de la population totale	2004	45	%
• féminine	2004	45	%
• masculine	2004	55	%
Population active dans le secteur agricole	2004	2 870 000	habitants
• en % de la population active	2004	71	%
• féminine	2004	52	%
• masculine	2004	48	%
Économie et développement			
Produit intérieur brut (PIB)	2003	2 600	millions de $EU/an
• valeur ajoutée du secteur agricole (% du PIB)	2003	37.7	%
• PIB par habitant	2003	302	$EU/an
Indice de développement humain (plus élevé = 1)	2002	0.379	
Accès aux sources améliorées d'eau potable			
Population totale	2002	34	%
Population urbaine	2002	40	%
Population rurale	2002	32	%

sables inaptes aux activités agricoles, hormis dans les oasis. Les sols des polders issus de l'isolement des bras du lac Tchad, sont particulièrement riches et permettent de nombreuses cultures.

La moyenne pluviométrique du pays (322 mm/an) est très peu représentative, du fait de la forte variabilité géographique des précipitations, qui s'accompagne d'une forte variabilité interannuelle. Les sécheresses sont fréquentes. Pays continental, le Tchad comprend trois grandes zones agroclimatiques du nord au sud où la répartition des ressources naturelles en eau, en terre et en biomasse est très variée:

- La zone saharienne avec une pluviométrie inférieure à 300 mm à la frange du désert au nord, tandis que les pluies sont épisodiques dans tout le reste de zone. Elle couvre près de 47 pour cent de la superficie totale du pays mais ne renferme que 2 pour cent de la population.
- La zone sahélienne où la pluviométrie est comprise entre 300 et 600 mm/an au centre du pays. Elle couvre environ 28 pour cent de la superficie totale et sa population représente 51 pour cent de la population totale.
- La zone soudanienne, caractérisée par une pluviométrie supérieure à 600 mm/an (et atteignant parfois 1 200 mm vers la pointe sud), occupant 25 pour cent de la superficie totale.

Les maxima des pluies dans l'année se situent en juillet/août. On distingue deux saisons pour les zones sahélienne et soudanienne.

- une saison des pluies de juin à septembre;
- une saison sèche d'octobre à mai.

L'évapotranspiration atteint parfois 3 000 mm dans certaines régions. Les températures moyennes mensuelles sont de 28°C à 42°C le jour, selon les mois, pouvant toutefois chuter la nuit à 14°C. Au nord les températures varient de 13°C à 29°C en janvier et de 25°C à 44°C en mai. Au sud les températures s'établissent entre 15°C à 34°C en janvier et entre 23°C à 35°C en mai.

La population totale est estimée à 8.85 millions d'habitants (2004) soit une densité moyenne de moins de 7 habitants/km^2 (tableau 1). Mais cette densité varie fortement du nord au sud (de 0.2 à 9 habitants/ km^2). La population rurale représente 75 pour cent de la population totale. La croissance démographique était de 2.9 pour cent en 2002. Quarante-cinq pour cent de la population totale sont actifs mais 60 pour cent vivent en dessous du seuil de pauvreté. Selon l'indice du développement humain pour l'année 2002, le Tchad est classé au 167e rang sur un total de 177. L'alphabétisation concerne 46 pour cent de la population, mais 37 pour cent seulement des femmes.

Le taux de desserte en eau potable pour l'ensemble de la zone urbaine n'est que de 40 pour cent, tandis qu'en milieu rural seuls 32 pour cent de la population ont accès aux sources améliorées d'eau potable (tableau 1). Les conditions sanitaires sont très mauvaises tant dans les villes que dans les campagnes. Les infrastructures sanitaires sont insuffisantes et de mauvaise qualité. Enfin, la prévalence du VIH/SIDA dépassait 4 pour cent en 2001.

ÉCONOMIE, AGRICULTURE ET SÉCURITÉ ALIMENTAIRE

L'agriculture et l'élevage occupent environ 73 pour cent de la population active et, en 2003, représentaient 37.7 pour cent du PIB dans l'économie nationale. Ils produisent environ 85 pour cent des recettes d'exportation. La sécurité alimentaire est encore loin d'être atteinte. Au plan quantitatif on observe un déficit chronique par rapport à la disponibilité de céréales. La superficie cultivée et la production agricole varient suivant la pluviométrie. L'accessibilité aux aliments de qualité est encore très difficile pour la plupart des Tchadiens.

L'agriculture tchadienne, bien qu'elle offre d'excellentes perspectives d'avenir en raison de la présence d'importantes ressources en terres et en eau, est une activité qui fait face à plusieurs contraintes dont les plus importantes sont: i) sa dépendance

vis-à-vis des aléas climatiques faute d'une bonne maîtrise de l'eau (plus de 80 pour cent des céréales et 100 pour cent du coton sont des cultures pluviales); ii) son faible niveau de productivité; iii) la perte de fertilité de certaines zones; iv) les difficultés de commercialisation dues aux mauvais état des axes de communication; v) le faible niveau de vulgarisation. Les systèmes agricoles diffèrent selon les zones climatiques. La zone saharienne présente un potentiel agricole limité, mais une bonne production de palmiers dattiers. L'économie sahélienne repose sur la culture des céréales (mil) et des oléagineux (arachides). Néanmoins, le long épisode sec qui a caractérisé cette région au cours des dernières décennies a entraîné une très forte régression de l'arachide. Dans cette zone, le système de production est agropastoral. La zone soudanienne est celle où sont pratiquées toutes les cultures et surtout le coton.

RESSOURCES EN EAU ET UTILISATION DE L'EAU

Ressources en eau

Les principaux bassins sont:

- Le bassin du Chari – Logone:
  - Le Chari prend sa source en République centrafricaine et est constitué par le Bamingui, le Gribingui, et le Bangoran (bassin de 80 000 km^2 en République centrafricaine). Le Bahr Aouk (bassin de 100 000km^2) le rejoint ensuite. Les débits moyens annuels du Chari à N'Djaména étaient de 39.1 km^3 pour la période 1950-1971 et 21.8 km^3 pour 1972-2000. On observe donc une tendance à la diminution des débits, depuis le début des années 1960 jusqu'au faible niveau de 1984-1985.
  - Le Logone prend sa source au Cameroun et est formé de la Vina et de la Mbéré. Il reçoit la Lim (45 000 km^2), la Nya (3 000 km^2) et la Pendé (15 000 km^2).
- Le bassin du Mayo – Kébbi, affluent de la Bénoué, qui constitue le trait d'union entre les bassins du Tchad et du Niger.
- Le bassin du Batha, fleuve temporaire qui coule environ trois mois par an et apporte au lac Fitri un volume d'eau de l'ordre de 1-2 km^3/an avec des fortes irrégularités interannuelles.

Le lac plus important est le lac Tchad. Dans les années 1960, sa surface mesurait 19 000 km^2 et sa côte 281.5 m. Le lac s'étend sur quatre pays riverains (Tchad, Niger, Nigeria, Cameroun). Actuellement, il existe des zones couvertes de végétation marécageuse qui sont inondées saisonnièrement ou en permanence. Le lac s'est complètement asséché en 1985, c'est pourquoi sa surface en eau varie entre 0 (1985, 1987, 1988) et 7 000 km^2 (1979, 1989 et 2000) suivant les années. Les lacs Fitri, Léré, Iro et Toupouris sont plus petits.

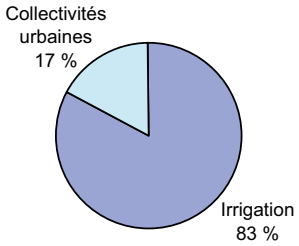
Les eaux de surface ne dépendent que de la pluviométrie caractérisée par une forte variabilité spatio-temporelle. Les ressources renouvelables internes des eaux de surface sont estimées à 13.5 km^3/an. Le Tchad dispose d'importantes ressources en eau souterraine. On rencontre de vastes régions constituées de formations sédimentaires (sables, grès), sièges d'aquifères continus sous forme de nappes libres et de nappes profondes captives ou semi-captives. Ces aquifères représentent près des trois quarts de la superficie totale du pays; ils sont repartis dans les trois zones géoclimatiques, mais se situent principalement au nord, à l'ouest et au sud du Tchad. Les ressources renouvelables des eaux souterraines sont estimées annuellement à près de 11.5 km^3. Considérant une partie commune entre eaux de surface et eaux souterraines, estimée à 10 km^3/an, les ressources renouvelables totales internes seraient de 15 km^3 (tableau 2). Le débit moyen d'eau qui entre dans le pays actuellement par le Chari est estimé à 28 km^3/an, ce qui donne une quantité totale de ressources renouvelables de 43 km^3/an.

Les zones humides sont situées dans l'extrême sud et dans les plaines des deux principaux fleuves. La zone du lac Tchad, avec les variations du plan d'eau,

TABLEAU 2
L'eau: ressources et prélèvement

Les ressources en eau renouvelables			
Précipitations moyennes		322	mm/an
		413	10^9 m³/an
Ressources en eau renouvelables internes		15	10^9 m³/an
Ressources en eau renouvelables réelles totales		43	10^9 m³/an
Indice de dépendance		65.1	%
Ressources en eau renouvelables réelles totales par habitant	2004	4 857	m³/an
Capacité totale des barrages		**-**	**10^6 m³**
Prélèvements en eau			
Prélèvement total en eau	2000	230	10^6 m³/an
- agriculture	2000	190	10^6 m³/an
- collectivités	2000	40	10^6 m³/an
- industrie		-	10^6 m³/an
• par habitant	2000	29	m³/an
• en % des ressources en eau renouvelables réelles totales	2000	0.5	%
Ressources en eau non conventionnelles			
Volume d'eaux usées produit		-	10^6 m³/an
Volume d'eaux usées traité		-	10^6 m³/an
Réutilisation des eaux usées traitées		-	10^6 m³/an
L'eau dessalée produite		-	10^6 m³/an
Réutilisation des eaux de drainage		-	10^6 m³/an

FIGURE 1
Prélèvements en eau
Total 0.23 km³ en 2000



peut également être considérée comme zone humide. D'une manière générale, elles sont mal conservées et font l'objet d'une dégradation notable.

Utilisation de l'eau

Les principaux secteurs d'utilisation d'eau sont: l'élevage, l'agriculture, les industries, les usages domestiques, les écosystèmes aquatiques et la navigation. L'agriculture, avec 190 millions de m³/an, est de loin la plus grosse consommatrice d'eau, provenant principalement de l'eau de surface (fleuves, lacs, eaux de pluie) (tableau 2 et figure 1). L'élevage utilise aussi bien les eaux de surface que les eaux souterraines. Les industries possèdent très souvent leur propre forage; seule la Compagnie sucrière du Tchad (CST) utilise les eaux de surface tant pour l'irrigation que pour l'approvisionnement de ses usines. Il existe parfois des conflits autour de certains points d'eau, liés aux insuffisances des ouvrages de mobilisation des ressources, ou à leur double vocation: pastorale et villageoise.

L'agriculture consomme environ 190 millions de m³/an, viennent ensuite les usages domestiques avec 40 millions de m³/an et l'usage industriel avec un prélèvement négligeable. Les projections font ressortir qu'à l'avenir l'exploitation du pétrole fera augmenter le niveau de pression sur les ressources en eau. Toutefois, les projections du schéma directeur de l'eau et de l'assainissement prévoient la prédominance de l'agriculture sur les autres secteurs jusqu'aux horizons 2020.

Eaux internationales: enjeux

Les eaux partagées concernent le bassin du Niger et le bassin du lac Tchad. L'autorité du bassin du Niger (ABN), dont le siège est à Niamey, est représentée au Tchad par un point focal à la Direction des ressources en eau et de la météorologie. Le bassin physique du lac Tchad couvre une superficie de 2 381 635 km² et s'étend sur

sept pays: Tchad, Cameroun, Niger, Nigéria, République centrafricaine, Soudan et Algérie. Le «bassin conventionnel», quant à lui, compte actuellement cinq États membres couvrant les sous-bassins hydrologiques actifs du Cameroun, de la République centrafricaine, du Niger, du Nigéria et du Tchad, regroupés dans la Commission du bassin du lac Tchad (CBLT) créée en 1964. Un Plan d'action stratégique (PAS) a été adopté par ces États en 1998 pour une gestion intégrée et concertée des ressources partagées.

En outre, dans un cadre bilatéral, il existe un accord entre le Tchad et le Cameroun signé en 1970 qui limite pour chacun des pays les prélèvements dans le système hydrographique commun (Logone et affluents) à 10 m^3/s entre mai et décembre et à 5 m^3/s de janvier à avril. Cela porte l'irrigation de contre-saison, à partir de l'eau de ce fleuve, à 3000 ha de riziculture pour chacun de ces deux pays.

FIGURE 2
Origine de l'eau d'irrigation en maîtrise totale/partielle
Total: 30 273 ha en 2002

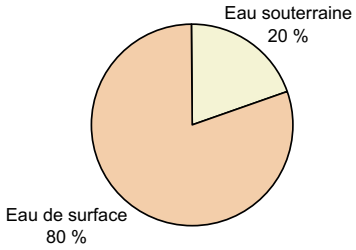
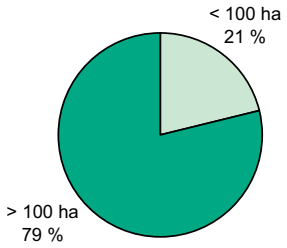


FIGURE 3
Typologie des périmètres irrigués en maîtrise totale/partielle
Total: 30 273 ha en 2002



DÉVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION ET DU DRAINAGE

Évolution du développement de l'irrigation

Les estimations sur le potentiel d'irrigation conduites uniquement à partir des analyses des sols varient de 1.2 à 5 millions d'ha, mais ces chiffres sont à prendre avec précaution car ils ne tiennent compte ni de considérations environnementales, liées en particulier à la baisse du niveau du lac Tchad, ni du partage des ressources en eau entre les pays riverains du Logone et du lac Tchad. Le Comité permanent inter-États de lutte contre la sécheresse dans le Sahel (CILSS), en tenant compte de la proximité des ressources en eau, évalue la superficie irrigable à 335 000 ha dont 200 000 dans la zone sahélienne et 135 000 dans la zone soudanienne.

L'irrigation au sens moderne du terme est très récente par rapport à certains pays d'Afrique et notamment d'Afrique du Nord. Mais l'irrigation traditionnelle est très ancienne dans les zones saharienne et sahélienne. Dans ces zones les pluies étant nulles ou rares, l'irrigation à partir des eaux souterraines captées au moyen de puits ou puisards était déjà bien connue avant la période coloniale (figure 2). Le moyen d'exhaure le plus utilisé était le «chadouf» (système de balancier) pour irriguer du maraîchage sur des surfaces très limitées. L'irrigation moderne a été introduite avec la colonisation et n'a connu un réel développement que vers les années 1970, surtout après la grande sécheresse de 1973. Les principales zones d'irrigation sont la vallée du Chari-Logone, la zone du lac Tchad, les oueds du Kanem et ceux du Ouaddaï, le Batha et le lac Fitri, et les palmeraies du B.E.T.

Les aménagements encadrés sont de loin les plus importants du point de vue de la surface et du nombre d'exploitants: 79 pour cent des superficies équipées entrent dans les périmètres de plus de 100 ha (figure 3). Sur les 30 273 ha aménagés en maîtrise totale, seuls les 3 754 ha de canne à sucre de la Compagnie sucrière du Tchad (CST) sont irrigués par aspersion, le reste par irrigation de surface (tableau 3 et figure 4). Dix-huit pour cent sont irrigués avec de l'eau souterraine et 26 200 ha, soit 86 pour cent, étaient exploités en 2002.

TABLEAU 3
Irrigation et drainage

Potentiel d'irrigation			**335 000**	**ha**
Contrôle de l'eau				
1. Irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée		2002	30 273	ha
- irrigation de surface		2002	26 519	ha
- irrigation par aspersion		2002	3 754	ha
- irrigation localisée			-	ha
• partie irriguée à partir des eaux souterraines		2002	19.8	%
• partie irriguée à partir des eaux de surface		2002	80.2	%
2. Zones basses équipées (marais, bas-fonds, plaines, mangroves)			-	ha
3. Irrigation par épandage de crues			-	ha
Superficie totale équipée pour l'irrigation (1+2+3)		**2002**	**30 273**	**ha**
• en % de la superficie cultivée		2002	0.8	%
• augmentation moyenne par an sur les 14 dernières années		1988-2002	5.7	%
• superficie irriguée par pompage en % de la superficie équipée		2002	50	%
• partie de la superficie équipée réellement irriguée		2002	86.5	%
4. Marais et bas-fonds cultivés non équipés			-	ha
5. Superficie en cultures de décrue non équipée		2000	125 000	ha
Superficie totale avec contrôle de l'eau (1+2+3+4+5)		**2002**	**155 273**	**ha**
• en % de la superficie cultivée		2002	4	%
Périmètres en maîtrise totale/partielle	**Critère**			
Périmètres d'irrigation de petite taille	< 100 ha	2002	6 358	ha
Périmètres d'irrigation de taille moyenne		2002	0	ha
Périmètres d'irrigation de grande taille	> 100 ha	2002	23 915	ha
Nombre total de ménages en irrigation			-	
Cultures irriguées dans les périmètres en maîtrise totale/partielle				
Production totale de céréales irriguées			-	tonnes
• en % de la production totale de céréales			-	%
Superficie totale en cultures irriguées récoltées			-	ha
• Cultures annuelles/temporaires: superficie totale			-	ha
- riz		2002	10 000	ha
- mais		2002	6 000	ha
- mil		2002	3 000	ha
- blé		2002	2 000	ha
- patate douce		2002	50	ha
- canne à sucre		2002	3 754	ha
- légumes		2002	2 000	ha
• Cultures permanentes: superficie totale			-	ha
Intensité culturale des cultures irriguées			-	%
Drainage - Environnement				
Superficie totale drainée			-	ha
- partie de la superficie équipée pour l'irrigation drainée			-	ha
- autres surfaces drainées (non irriguées)			-	ha
• superficie drainée en % de la superficie cultivée			-	%
Superficie protégée contre les inondations			-	ha
Superficie salinisée par l'irrigation			-	ha
Population touchée par les maladies hydriques liées à l'eau			-	habitants

Rôle de l'irrigation dans la production agricole, l'économie et la société

Dans la zone saharienne, la production agricole est entièrement tributaire de l'irrigation, à l'exception de la datte (non irriguée). L'irrigation joue donc un rôle primordial (avec l'élevage) dans l'économie de la région, bien que les superficies soient souvent très limitées. Dans la zone sahélienne, les populations combinent la petite irrigation à l'agriculture pluviale et à l'élevage. Le rôle de l'irrigation varie donc avec les exploitations. Dans la zone soudanienne quand bien même la production céréalière serait pluviale à plus de 80 pour cent, les populations de certaines zones dépendent presque exclusivement de l'irrigation par submersion naturelle ou contrôlée. Ce sont

les zones de riziculture situées entre Bongor et Laï. En ce qui concerne l'irrigation urbaine et périurbaine, des milliers de familles ne vivent que de cette activité autour des grandes villes. L'irrigation est pratiquée pour développer les cultures de rente.

Les coûts d'investissement pour les périmètres en maîtrise totale d'eau sont souvent très élevés et varient de 6 500 à 13 000 dollars EU/ha. Les périmètres irrigués par pompage posent souvent des problèmes de maintenance et d'exploitation. La rentabilité varie selon les périmètres et c'est surtout dans les périmètres villageois à maîtrise totale qu'elle est élevée. L'efficience du réseau tend à être faible et de grandes pertes d'eau se produisent dans le transport et à la parcelle.

Les cultures irriguées les plus pratiquées sont le riz et d'autres céréales (tableau 3 et figure 5). Mais en décrue le sorgho prédomine dans de vastes plaines d'inondation. L'irrigation urbaine et périurbaine est dominée par le maraîchage. Les rendements varient fortement d'un périmètre à l'autre. Pour le riz le rendement va de 1.5 à 6 tonnes /ha, voire même davantage, sur certains périmètres. Un seul périmètre de 500 ha réalise la double culture du riz.

FIGURE 4
Techniques d'irrigation sur les périmètres en maîtrise totale/partielle
Total 30 273 ha en 2002

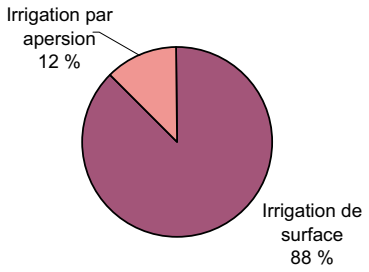
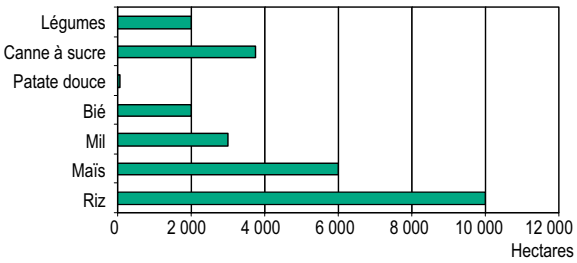


FIGURE 5
Principales cultures irriguées en 2002



GESTION DE L'EAU, POLITIQUES ET DISPOSITIONS LÉGISLATIVES RÉGISSANT L'UTILISATION D'EAU EN AGRICULTURE

Institutions

La Direction des ressources en eau et de la météorologie (DREM) du Ministère de l'environnement et de l'eau est responsable de la gestion et de l'exploitation des ressources en eau. La Direction de l'hydraulique (DH) du même ministère est chargée, avec les services régionaux, du suivi des points d'eau permanents.

Les institutions publiques et parapubliques concernées aussi par l'irrigation sont les suivantes:

- la Direction du génie rural et de l'hydraulique agricole (DGRHA) du Ministère de l'agriculture est responsable du développement de l'irrigation, y compris la construction de périmètres à petite échelle, de barrages, de digues et de l'installation de pompes;
- l'Office national de développement rural (ONDR) est l'organisme parapublic d'exécution des programmes de développement agricole. Il est en particulier chargé de la vulgarisation, de l'approvisionnement en intrants et de l'octroi de crédits aux agriculteurs situés hors des périmètres parapublics;
- la Société de développement du lac Tchad (SODELAC);
- Le Ministère de l'élevage qui gère les projets d'approvisionnement en eau des troupeaux.

Toutes ces institutions manquent souvent de moyens pour mettre en œuvre leur politique et dépendent de financements extérieurs.

Dans le secteur privé, la CST, ancienne Société nationale sucrière (SONASUT) qui a été privatisée, gère 3 754 ha irrigués par aspersion.

Gestion de l'eau

La politique de l'irrigation dans les années 1970 était fondée sur de grands périmètres, mais de nombreuses surfaces équipées en maîtrise totale de l'eau se sont dégradées et ont nécessité une réhabilitation qui a commencé au début des années 1990. La politique d'irrigation actuelle consiste donc à réhabiliter ces anciens grands aménagements et à créer de petits périmètres où l'intervention des agriculteurs est plus importante. L'accent est fortement mis sur la responsabilisation et la participation active des bénéficiaires à la gestion. Des comités de gestion ou des groupements organisés autour des quartiers hydrauliques sont en place dans les grands périmètres encadrés et pour l'irrigation villageoise. L'État continue à gérer les grands ouvrages et à assurer la vulgarisation des irrigants.

Financement

On note une autonomie financière faible ou inexistante des structures chargées de l'irrigation. Les redevances sont souvent subventionnées sur les périmètres encadrés mais la tarification n'est pas uniforme.

Politiques et dispositions législatives

Le secteur de l'hydraulique est resté peu réglementé jusqu'à l'adoption du Code de l'eau par l'Assemblée nationale en 1999 (loi N° 016/PR/99). Il se caractérise par une volonté de régulation du secteur, dans le cadre des efforts de décentralisation, avec une grande implication du secteur privé ou associatif. Des textes portant agrément des aménagements hydro-agricoles sont en vigueur mais mal appliqués.

ENVIRONNEMENT ET SANTÉ

Le pays est actuellement encore très peu industrialisé, la qualité des eaux des fleuves ne pose donc aucun problème car les eaux sont douces et très faiblement souillées. Le seul problème provient de la qualité des eaux pour l'irrigation urbaine et périurbaine car beaucoup de sources sont de qualité douteuse (eaux usées non recyclées par exemple). Le bas niveau d'utilisation des pesticides dans l'agriculture limite la pollution de l'environnement par ces produits. Des problèmes d'engorgement et de salinité se posent dans la zone du lac Tchad.

PERSPECTIVES POUR LA GESTION DE L'EAU EN AGRICULTURE

L'irrigation villageoise et privée est en pleine expansion dans le pays. Les demandes en aménagements sont croissantes au niveau des communautés rurales. Les grands aménagements, tant en maîtrise partielle que totale, sont également en expansion bien que des problèmes techniques et organisationnels subsistent. Seule l'expansion de l'irrigation peut garantir la production en cas de mauvaise pluviométrie et, partant, la sécurité alimentaire. La responsabilisation et la participation des producteurs constituent la principale stratégie actuelle et la possibilité de transfert de gestion de plusieurs aménagements est à l'étude. Le désengagement de l'État a amorcé de nouvelles perspectives pour assurer la durabilité des aménagements.

À l'heure actuelle les financements de l'irrigation se raréfient, mais le gouvernement tente de convaincre les bailleurs de fonds d'investir dans ce sous-secteur.

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

CBLT. 1993. *Programme d'action, Bassin du lac Tchad.*
CBLT. 1998. *Plan d'action stratégique*.
DGRHA. 2001. Rapports d'activités.
FAO, Centre d'investissement. 1989. *Irrigation subsector review.*
FAO. 1995. *Les études préparatoires pour la création de l'ARID*.

FAO. Sans date. *Étude sur l'irrigation urbaine et périurbaine, qualité des eaux et impacts sur la santé*.

Ministère de l'agriculture et de l'environnement. 1993. *Consultation sectorielle sur le développement rural, la sécurité alimentaire et les ressources hydrauliques.*

PNUD, ONU, DAES, DH, DGRHA. 2002. *Schéma directeur de l'eau et de l'assainissement*.

Sène A. 2002. *Projet d'appui aux services agricoles et aux organisations de producteurs (PSAOP) – Évaluation environnementale*. Banque mondiale.

SODELAC. 2001. Rapports d'activités.

Vaïdjoua G. 1997. *Étude sur la gestion intégrée des ressources en eau au Tchad*. Commission économique pour l'Afrique.

Vaïdjoua G. 2003. *La situation des cultures irriguées au Tchad*.

Walbadet A.A., Abderamane S. 2002. *Cahier du plan national pour l'action environnementale du Tchad, N° 2 Eau souterraine et de surface.*

Togo

GÉOGRAPHIE, CLIMAT ET POPULATION

Le Togo, situé en Afrique de l'Ouest en bordure du golfe de Guinée, a une superficie de 56 790 km². Il est limité au nord par le Burkina Faso, à l'est par le Bénin, au sud par le golfe de Guinée et à l'ouest par le Ghana. La superficie cultivable est évaluée à 3.4 millions d'ha, soit 60 pour cent de la superficie totale. La superficie cultivée est estimée à 2.63 millions d'ha, soit 46 pour cent de la superficie totale du pays et 77 pour cent de la superficie cultivable, dont 2.51 millions d'ha en terres arables et 0.12 million en cultures permanentes (tableau 1).

Le Togo est subdivisé en cinq régions administratives du sud au nord: région maritime, région des plateaux, région centrale, région de la Kara et région des savanes, avec au total 30 préfectures. Il présente une grande diversité de formes de relief où l'on retrouve le littoral, les plaines, les plateaux, les montagnes et les vallées. La végétation

TABLEAU 1
Caractéristiques du pays et population

Superficies physiques			
Superficie du pays	2002	5 679 000	ha
Superficie cultivée (terres arables et cultures permanentes)	2002	2 630 000	ha
• en % de la superficie totale du pays	2002	46	%
• terres arables (cultures temporaires + prairies et jachères temp.)	2002	2 510 000	ha
• cultures permanentes	2002	120 000	ha
Population			
Population totale	2004	5 017 000	habitants
• dont rurale	2004	64	%
Densité de population	2004	88	habitants/km²
Population active	2004	2 142 000	habitants
• en % de la population totale	2004	43	%
• féminine	2004	40	%
• masculine	2004	60	%
Population active dans le secteur agricole	2004	1 227 000	habitants
• en % de la population active	2004	57	%
• féminine	2004	42	%
• masculine	2004	58	%
Économie et développement			
Produit intérieur brut (PIB)	2003	1 800	millions de $EU/an
• valeur ajoutée du secteur agricole (% du PIB)	2003	40.8	%
• PIB par habitant	2003	367	$EU/an
Indice de développement humain (plus élevé = 1)	2002	0.495	
Accès aux sources améliorées d'eau potable			
Population totale	2002	51	%
Population urbaine	2002	80	%
Population rurale	2002	36	%

du Togo est composée de savanes et de forêts. Deux bassins sédimentaires encadrent le pays au nord et au sud: un bassin dans la région des savanes (argiles, grès) et un bassin côtier dans la région maritime (sable, calcaire, argile). Entre les deux s'étale un socle cristallin dans la région de la Kara (schistes, micoschistes, quartzites), la région centrale (micoschistes) et la région des plateaux (micoschistes et gneiss qui débordent sur le nord de la région maritime).

La population est estimée à environ cinq millions d'habitants (2004) soit une densité moyenne de 88 habitants/km^2 (tableau 1). La répartition régionale met en évidence un important déséquilibre: 50 pour cent de la population vit dans la région maritime et 20 pour cent dans la seule ville de Lomé, qui est la capitale du pays. La population est rurale à 65 pour cent. Le taux de croissance annuelle était de 2.1 pour cent en 2002. Le taux de chômage était d'environ de 25 pour cent en 1999. Pour l'ensemble du pays, la pauvreté nationale atteignait 72.6 pour cent selon une enquête menée en 1995: 78.6 pour cent en milieu rural avec une pointe dans les savanes (85.9 pour cent).

En 2000, 80 pour cent des habitants avaient accès aux sources améliorées d'eau potable en milieu urbain, contre 36 pour cent seulement en milieu rural, soit une moyenne de 51 pour cent (tableau 1). La mortalité infantile (enfants de moins de 5 ans) atteint 141 pour cent. Le VIH/SIDA avait une prévalence de 6 pour cent chez les adultes (15-49 ans) en 2001. L'espérance de vie à la naissance était de 56 ans. L'alphabétisation intéressait 50 pour cent de la population en 2000 avec une forte inégalité entre les hommes (72 pour cent) et les femmes (43 pour cent).

Deux zones climatiques caractérisent le pays:

- au sud, le climat est de type subtropical avec deux saisons de pluies alternées de saisons sèches;
- au nord, le climat est de type soudanien: il n'existe qu'une seule saison des pluies.

Les précipitations moyennes annuelles ont une hauteur de 1 168 mm. À l'échelle annuelle, l'évapotranspiration potentielle varie entre 1 500 mm dans la zone montagneuse du sud-ouest et près de 2 000 mm dans le nord; les deux tiers du sud du pays ont une ETP inférieure à 1 700 mm. Du sud vers le nord, les températures moyennes maxima vont de 30°C à Lomé à 34°C à Mango; inversement, les températures moyennes minima diminuent, passant de 23°C à Lomé à 13°C à Mango.

ÉCONOMIE, AGRICULTURE ET SÉCURITÉ ALIMENTAIRE

Le secteur agricole représentait 40.8 pour cent du PIB en 2003 et occupait 57 pour cent de la population active, les exportations de produits agricoles (café, coton, etc.) absorbant plus de 20 pour cent du total des exportations. Au cours de ces 10 dernières années, la couverture des besoins en tubercules et légumineuses a été largement assurée. En revanche, le pays n'est pas autosuffisant en céréales. Néanmoins, les excédents dégagés au niveau des autres groupes de cultures peuvent garantir la couverture globale des besoins grâce à la substitution des produits alimentaires. La production nationale de viande et de poisson fait ressortir des déficits très marqués; les importations annuelles dépassent souvent 60 000 tonnes. Étant donné l'importance de la pauvreté, bien que les aliments soient disponibles, ils ne sont pas accessibles à tous.

L'agriculture pluviale est la plus pratiquée dans le pays: dès les premières pluies, les paysans installent des cultures dont le cycle permet la récolte avant l'hivernage. Au moment où les pluies s'établissent définitivement, on cultive généralement le riz. À la fin de la saison des pluies, des jardins sont aménagés et permettent la production de légumes. Le maraîchage utilise également l'eau des puits. Dans certaines régions, l'une des contraintes majeures pour l'agriculture est la dégradation des ressources en terres. L'est de la région maritime et de la Kara et l'ouest de la région des savanes sont les plus menacés, et le potentiel en terres y est insuffisant pour satisfaire les besoins des populations.

RESSOURCES EN EAU ET UTILISATION DE L'EAU

Ressources en eau

Le système hydrographique est constitué de trois bassins principaux, à savoir:

- le bassin de la Volta qui draine sur 26 700 km² les principaux fleuves (Oti, Kara, Mô) vers le nord-ouest;
- le bassin du Mono qui draine sur 21 300 km² les principaux fleuves (Mono, Anié, Amou) vers le sud-est;
- le bassin du lac Togo sur 8 000 km² avec ses principaux fleuves: le Zio et le Haho.

Deux grandes formations hydrogéologiques se partagent les eaux souterraines: le socle (couvrant 94 pour cent du pays) et le bassin sédimentaire côtier. Le socle est composé de roches granito–gneissiques et de roches sédimentaires anciennes (indurées) déterminant des aquifères discontinus dans les fractures ou les zones d'altération. Le bassin sédimentaire côtier comprend un système multicouches. Les aquifères côtiers surexploités deviennent irrémédiablement salés par intrusion d'eau de mer, ce qui est déjà le cas de l'aquifère autour de Lomé.

Les ressources en eau renouvelables internes sont estimées à 11.5 km³/an, dont 10.8 km³/an d'eau de surface et 5.7 km³/an d'eau souterraine, 5.0 km³/an étant considérés comme la partie commune entre eaux de surface et eaux souterraines (tableau 2).

Utilisation de l'eau

Les prélèvements en eau s'élevaient à 169 millions de m³ en 2002 (tableau 2 et figure 1). La quantité d'eau utilisée dans l'agriculture s'élève à 76 millions de m³ (45 pour cent du total), dont 46 millions pour l'irrigation et 30 millions pour l'élevage. Les ménages consomment 52 pour cent des prélèvements et l'industrie et les mines 3 pour cent.

Eaux internationales: enjeux

Par ailleurs, des efforts sont déployés par le Togo pour réaliser la gestion concertée des eaux internationales avec les pays voisins. Le Togo et le Bénin ont créé, par un accord signé à Cotonou le 27 juillet 1968, la Communauté électrique du Bénin: une structure

TABLEAU 2
L'eau: ressources et prélèvement

Les ressources en eau renouvelables			
Précipitations moyennes		1 168	mm/an
		66.3	10^9 m³/an
Ressources en eau renouvelables internes		11.5	10^9 m³/an
Ressources en eau renouvelables réelles totales		14.7	10^9 m³/an
Indice de dépendance		21.8	%
Ressources en eau renouvelables réelles totales par habitant	2004	2 930	m³/an
Capacité totale des barrages	2000	1 711	10^6 m³
Prélèvements en eau			
Prélèvement total en eau	2002	169	10^6 m³/an
- irrigation	2002	46	10^6 m³/an
- élevage	2002	30	10^6 m³/an
- collectivités	2002	89	10^6 m³/an
- industrie	2002	4	10^6 m³/an
• par habitant	2002	35	m³/an
• en % des ressources en eau renouvelables réelles totales	2002	1	%
Ressources en eau non conventionnelles			
Volume d'eaux usées produit		-	10^6 m³/an
Volume d'eaux usées traité		-	10^6 m³/an
Réutilisation des eaux usées traitées		-	10^6 m³/an
L'eau dessalée produite		-	10^6 m³/an
Réutilisation des eaux de drainage		-	10^6 m³/an

FIGURE 1
Prélèvements en eau
Total 0.169 km³ en 2002

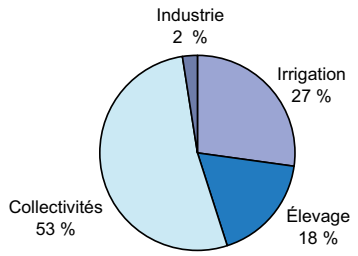
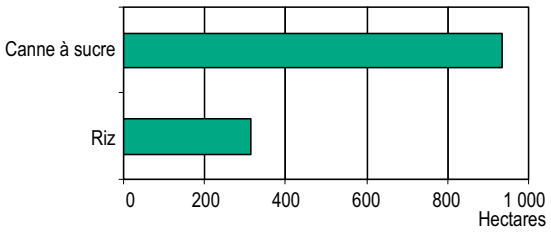


FIGURE 2
Cultures irriguées
Total 1247 ha en 1996 (intensité culturale 100%)



commune de production, importation et distribution de l'énergie électrique aux deux pays. Par la suite, grâce à cet organisme, les pays ont amorcé un projet commun d'aménagement hydro-agricole autour du fleuve Mono. Un projet de gestion intégrée du bassin du fleuve Volta est à l'étude.

DÉVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION ET DU DRAINAGE

D'après des recherches menées en 1996 par la Direction de l'aménagement et de l'équipement rural, la superficie équipée pour l'irrigation s'élevait alors à 2 300 ha, dont 1 247 étaient réellement irrigués (tableau 3). Sur les 1247 ha exploités, les 933 ha plantés en canne à sucre di périmètre sucrier d'Anié connaissent une exploitation rationnelle (tableau 3 et figure 2). Ce périmètre est géré par l'assistance chinoise. Le périmètre rizicole de Mission Tové, exploité sur environ 247 ha, est géré par les paysans eux-mêmes. Une étude a été déjà réalisée pour la réhabilitation des parties non cultivées. De même, une étude est en cours pour le périmètre rizicole d'Agome Glozou qui n'est pas exploité à cause de la dégradation des aménagements. Ne sont pas incluses dans ces surfaces, les réalisations des ONG que les services techniques ne suivent pas. Des activités de maraîchage utilisant l'eau des puits ou des cours d'eau étaient observées sur 840 ha en 1996, probablement dans les bas-fonds. En 1987, la superficie des bas-fonds équipée était estimée à environ 5 000 ha. Il existe environ 174 petits barrages, dont la plupart sont dans un état de dégradation avancée.

L'irrigation de surface est la seule pratiquée mais l'irrigation localisée et par aspersion sont aussi connues. L'agriculture et l'élevage utilisent essentiellement les eaux de surface et, d'une manière négligeable, les eaux souterraines. Pour ces dernières, l'utilisation se limite aux cultures maraîchères et florales.

GESTION DE L'EAU, POLITIQUES ET DISPOSITIONS LÉGISLATIVES RÉGISSANT L'UTILISATION D'EAU EN AGRICULTURE

Institutions

Les principales institutions intervenant dans le secteur de l'eau sont les suivantes:

- Ministère de l'agriculture, de l'élevage et de la pêche, avec:
  - la Direction de l'aménagement et de l'équipement rural (DAER) chargée de la conception, de la réalisation ou de la supervision des travaux en matière d'aménagements hydro–agricoles, pastoraux et sylvicoles;
  - la Direction de l'élevage et de la pêche (DEP) qui s'occupe de l'exploitation des infrastructures hydrauliques à des fins d'élevage et de pêche;
  - les Directions régionales de l'agriculture, de l'élevage et de la pêche (DRAEP) qui sont les maîtres d'ouvrages délégués chargés de l'organisation, de l'exploitation et de la gestion des infrastructures hydro–agricoles dans les différentes régions.
- Ministère du commerce, de l'industrie, des transports et du développement de la zone franche:

TABLEAU 3
Irrigation et drainage

Potentiel d'irrigation		**180 000**	**ha**
Contrôle de l'eau			
1. Irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée	1996	2 300	ha
- irrigation de surface	1996	2 300	ha
- irrigation par aspersion		-	ha
- irrigation localisée		-	ha
• partie irriguée à partir des eaux souterraines	1990	2	%
• partie irriguée à partir des eaux de surface	1990	98	%
2. Zones basses équipées (marais, bas-fonds, plaines, mangroves)	1987	5 000	ha
3. Irrigation par épandage de crues		-	ha
Superficie totale équipée pour l'irrigation (1+2+3)	**1996**	**7 300**	**ha**
• en % de la superficie cultivée	1996	0.3	%
• augmentation moyenne par an sur les 6 dernières années	1990-1996	0.7	%
• superficie irriguée par pompage en % de la superficie équipée		-	%
• partie de la superficie équipée réellement irriguée	1996	86	%
4. Marais et bas-fonds cultivés non équipés		-	ha
5. Superficie en cultures de décrue non équipée		-	ha
Superficie totale avec contrôle de l'eau (1+2+3+4+5)	**1996**	**7 300**	**ha**
• en % de la superficie cultivée	1996	0.3	%
Périmètres en maîtrise totale/partielle	**Critère**		
Périmètres d'irrigation de petite taille	< ha	-	ha
Périmètres d'irrigation de taille moyenne		-	ha
Périmètres d'irrigation de grande taille	> ha	-	ha
Nombre total de ménages en irrigation		-	
Cultures irriguées dans les périmètres en maîtrise totale/partielle			
Production totale de céréales irriguées		-	tonnes
• en % de la production totale de céréales		-	%
Superficie totale en cultures irriguées récoltées	1996	1 247	ha
• Cultures annuelles/temporaires: superficie totale	1996	1 247	ha
- riz	1996	314	ha
- canne à sucre	1996	933	ha
• Cultures permanentes: superficie totale	1996	0	ha
Intensité culturale des cultures irriguées	1996	100	%
Drainage - Environnement			
Superficie totale drainée		-	ha
- partie de la superficie équipée pour l'irrigation drainée		-	ha
- autres surfaces drainées (non irriguées)		-	ha
• superficie drainée en % de la superficie cultivée		-	%
Superficie protégée contre les inondations		-	ha
Superficie salinisée par l'irrigation		-	ha
Population touchée par les maladies hydriques liées à l'eau		-	habitants

- la Direction de la météorologie (DM).

- Ministère de l'énergie et des ressources hydrauliques:
  - la Direction générale de l'hydraulique (DGH) à qui revient l'inventaire et le contrôle de l'utilisation des ressources en eau;
  - la Division de l'hydraulique et de l'énergie (DHE).
- Ministère de l'équipement, des mines et des postes et télécommunications:
  - la Direction générale des mines et de la géologie (DGMG) chargée de la collecte des informations sur les ressources en eau souterraine en vue de leur évaluation et utilisation rationnelle.
- Ministère de la santé:
  - la Direction générale de la santé;
  - la Division de la salubrité publique et du génie sanitaire;
- Ministère de l'environnement et des ressources forestières:
  - La Direction de l'environnement (DE).

Plusieurs institutions interviennent d'une façon plus ou moins indépendante et sans concertation dans le secteur du développement rural et des ressources en eau. Ce manque de coordination entre les nombreux intervenants, favorisé par l'absence d'une politique claire en la matière, apparaît comme l'une des contraintes majeures qui s'opposent à la formulation d'une politique nationale de maîtrise de ressources en eau pour la production.

Gestion de l'eau

Seul le périmètre rizicole de Mission Tové (247 ha exploités) est géré par les irrigants. Un comité élu s'occupe du suivi des activités et du règlement des problèmes éventuels sur le périmètre. Au niveau villageois, des comités ont été créés pour suivre l'exploitation des forages pour l'alimentation en eau de la population en zone rurale. Ils avaient pour rôle de collecter les redevances, et de procéder à l'entretien et aux réparations des installations. Cependant, la plupart de ces pompes sont hors d'usage.

Financement

Les redevances de l'eau sont rares en agriculture. Les grands périmètres sont le fruit de la coopération bilatérale ou multilatérale. Après leur réalisation, le suivi porte sur la production. Sur le périmètre de Mission Tové seulement a été instituée une redevance de 10 dollars EU/ha par campagne agricole.

Politiques et dispositions législatives

En 1990, le Comité national de l'eau (CNE) dont la DHE assure le Secrétariat a commencé à élaborer un code de l'eau avec l'appui du Comité inter–États d'études hydrauliques (CIEH). Toutefois un Comité interministériel de pilotage vient d'être mis en place pour l'élaboration de politiques et de stratégies pour une gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) dans le pays.

Une réforme agro-foncière a été adoptée en 1975. Toutefois, les textes régissant la législation agro–foncière ne sont toujours pas opérationnels. De même, un Comité interministériel de réflexion sur la politique agro–foncière a été institué. Enfin, un code de l'environnement élaboré en 1988 ne semble pas être appliqué.

ENVIRONNEMENT ET SANTÉ

Les eaux de surface sont très variablement minéralisées. Avec la dégradation de l'environnement, elles sont aujourd'hui sujettes à d'incessantes pollutions et contaminations notamment d'origine agricole (engrais, pesticides, etc.). Les eaux souterraines sont en général de bonne qualité surtout au plan bactériologique.

PERSPECTIVES POUR LA GESTION DE L'EAU EN AGRICULTURE

Des actions sont en cours pour l'identification et la caractérisation des zones humides et des bas-fonds du pays. L'irrigation à petite et micro échelle, notamment à partir des eaux souterraines, va se développer, ce qui devrait augmenter sensiblement les besoins estimés pour l'horizon 2025. À cette date, les prélèvements totaux estimés seront de l'ordre de 600 millions de m^3/an et des conflits entre usagers ne vont pas manquer d'éclater dans les régions, notamment pour l'eau potable qui dépend beaucoup des ressources en eau souterraine et dont la qualité se détériore rapidement dans le bassin sédimentaire côtier où se situe la capitale du pays.

Dans le secteur de l'eau, la politique de l'État vise la mise à disposition de l'eau potable pour toutes les couches de la population. Le désengagement amorcé par l'État et la responsabilisation indispensable des usagers ne peut être qu'un processus participatif et adaptatif de transfert de responsabilités.

Dans le cadre de leur politique de relance de la production agricole par l'intensification et la diversification, les autorités togolaises réservent une place importante à la

maîtrise de l'eau et à son utilisation à des fins multiples. Dans ce cadre sont envisagés: i) la réhabilitation des anciens barrages, retenues d'eau et périmètres irrigués; ii) l'aménagement des sites rizicoles et maraîchers; iii) la formulation et l'application d'une politique nationale de gestion rationnelle et concertée des ressources en eau, soutenue par l'application d'un Code de l'eau; iv) la clarification des problèmes fonciers qui entravent le développement du secteur; v) la constitution d'une banque de données sur l'irrigation, la pisciculture et l'élevage.

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

FAO. 2000. *Projet de développement des bas-fonds – Rapport de présentation N°00/085 ADB – TOG.*

FAO. Banque mondiale. 2002. *Stratégie de croissance du secteur agricole et rural – Rapport final.*

GERSAR - IGIP - SOTED. 1985. *Schéma directeur d'aménagement des eaux du Togo.*

Laboratoire central d'hydraulique de France. 1982. *Atlas des besoins et des ressources en eau.* Stratégie d'aménagement des ressources en eaux du Togo.

ORSTOM. (actuellement Institut Recherche Développement, IRD). *Évaluation hydrologique de l'Afrique subsaharienne*.

ORSTOM. (actuellement Institut Recherche Développement, IRD). *Pays de l'Afrique de l'ouest – Rapport du Togo.*

PNUD, FAO. 2001. *Proposition de services dans le secteur de l'eau – Politiques et stratégies de gestion intégrée des ressources en eau (GIRE).* TOG/00/008/A/08/01. Document de service d'appui a l'élaboration de politiques et de programmes (SAEPP).

PNUD, Ministère du plan et de l'aménagement du territoire. 1995. Document de stratégie nationale de lutte contre la pauvreté (SNLP).

SCET Tunisie & SOTED Lomé. 1993. *Réhabilitation et développement des périmètres irrigués au Togo.*

Système des Nations Unies. 2000. *Togo: Bilan commun de pays*.

Tunisie

GÉOGRAPHIE, CLIMAT ET POPULATION

La Tunisie, située au nord de l'Afrique en bordure de la mer Méditerranée et du grand Sahara, a une superficie totale de 163 610 km², dont 11 160 km² de lacs et de chotts. Elle comprend environ 11.36 millions d'ha de sols aptes à porter de la végétation. Cette superficie est en légère décroissance par l'expansion des centres urbains et des zones humides artificielles (barrages) et par la progression de la désertification. À l'inverse, elle est étendue par l'aménagement de nouveaux périmètres irrigués sur des sols désertiques. La superficie cultivable est estimée à 8.7 millions d'ha.

Le pays peut être divisé en quatre régions physiographiques:

- les montagnes au nord-ouest, qui se trouvent à l'est de deux chaînes montagneuses, l'Atlas El–Talli et l'Atlas saharien, s'étendant du Maroc à travers l'Algérie jusqu'en Tunisie et dont le sommet s'élève à 1 500 m en Tunisie. Cette région est traversée par des rivières permanentes;
- les montagnes au sud, inclinées vers l'est jusqu'aux plaines côtières et vers le ouest jusqu'aux plaines désertiques recouvertes de dunes de sable;
- les plaines côtières, qui sont de vastes plaines longeant la mer Méditerranéenne;
- les plaines désertiques, qui sont la limite nord du grand désert du Sahara. Plusieurs chotts sont présents dans cette plaine, le plus grand étant le Shat El–Jarid d'une superficie de 5 000 km² et situé à 15 m en dessous du niveau de la mer.

La superficie cultivée (cultures annuelles et permanentes), évaluée à 4.9 millions d'ha, soit 30 pour cent de la superficie totale du pays et 56 pour cent de la superficie cultivable, est restée relativement stable au cours des dernières décennies (tableau 1).

Le climat de la Tunisie est essentiellement de type méditerranéen. La pluviométrie moyenne est estimée à 207 mm/an, avec un minimum équivalant au tiers et un maximum au triple de cette valeur. Outre cette variabilité dans le temps, on enregistre des différences importantes dans la répartition des précipitations dans l'espace. La pluviométrie annuelle moyenne est de 594 mm au nord, de 296 mm au centre, de 156 mm au sud et de moins de 100 mm dans l'extrême sud-ouest. Environ 80 pour cent de la pluviométrie se concentrent entre les mois d'octobre et mars. L'évapotranspiration potentielle annuelle varie de 1 200 mm dans le nord à 1 800 mm dans le sud.

La population totale de la Tunisie est estimée à 9.9 millions d'habitants (2004), soit une densité moyenne de 61 habitants/km² (tableau 1). Le taux d'accroissement annuel de cette population est en diminution depuis le milieu des années 1980 et reste inférieur à 1.2 pour cent. La population rurale ne représente que 36 pour cent environ de la population totale et le pays est en train de s'urbaniser rapidement (plus de 75 pour cent d'ici 2025). Le changement fondamental qui s'opère est caractérisé par une population rurale qui semble avoir atteint son apogée, et qui commence lentement à diminuer, migrant vers

TABLEAU 1
Caractéristiques du pays et population

Superficies physiques			
Superficie du pays	2002	16 361 000	ha
Superficie cultivée (terres arables et cultures permanentes)	2002	4 908 000	ha
• en % de la superficie totale du pays	2002	30	%
• terres arables (cultures temporaires + prairies et jachères temp.)	2002	2 771 000	ha
• cultures permanentes	2002	2 137 000	ha
Population			
Population totale	2004	9 937 000	habitants
• dont rurale	2004	36	%
Densité de population	2004	61	habitants/km²
Population active	2004	4 211 000	habitants
• en % de la population totale	2004	42	%
• féminine	2004	33	%
• masculine	2004	67	%
Population active dans le secteur agricole	2004	974 000	habitants
• en % de la population active	2004	23	%
• féminine	2004	42	%
• masculine	2004	58	%
Économie et développement			
Produit intérieur brut (PIB)	2003	24 300	millions de $EU/an
• valeur ajoutée du secteur agricole (% du PIB)	2003	12.9	%
• PIB par habitant	2003	2 472	$EU/an
Indice de développement humain (plus élevé = 1)	2002	0.745	
Accès aux sources améliorées d'eau potable			
Population totale	2002	82	%
Population urbaine	2002	94	%
Population rurale	2002	60	%

les zones urbaines côtières. Le taux d'analphabétisme de la population atteint 24 pour cent et celui du chômage 15 pour cent. La desserte en eau potable est estimée à 82 pour cent de la population totale (94 pour cent en milieu urbain, 60 pour cent en milieu rural) (tableau 1). Le taux de couverture sociale est de l'ordre de 84 pour cent.

ÉCONOMIE, AGRICULTURE ET SÉCURITÉ ALIMENTAIRE

Le rôle de l'agriculture dans la croissance économique nationale demeure important, même si, en pourcentage, le PIB agricole tend à diminuer lentement. En 2003, le secteur agricole représentait 12.9 pour cent du PIB, occupait 23 pour cent de la population active et comptait 471 000 exploitations ayant une superficie moyenne de 11 ha environ, tandis que l'industrie et les services absorbaient 29.3 pour cent et 60.4 pour cent du PIB respectivement. Aux exportations de produits agricoles (principalement l'huile d'olive et les fruits) sont imputables plus de 20 pour cent du total des exportations. En raison des conditions climatiques aléatoires, l'agriculture reste tributaire d'une base de ressources limitée et fragile. La croissance moyenne du PIB agricole s'est réalisée à un taux réel de 2.6 pour cent au cours de la période 1997-2001, même si cette croissance n'était généralement pas uniforme. Une caractéristique clé de la performance moyenne du secteur agricole est sa croissance plus rapide que celle de la démographie, ce qui se traduit par un PIB agricole/habitant qui a plus que doublé, et par d'autres impacts positifs sur l'économie en général.

La sécurité alimentaire continue à poser des problèmes sérieux à la Tunisie, tant à cause des aléas climatiques que de la raréfaction des ressources naturelles. Le bilan commercial alimentaire n'atteint actuellement qu'une moyenne de 81 pour cent, avec une évolution marquée, au cours des dernières années, de l'importation des produits céréaliers, des huiles végétales et du sucre. Les principales exportations concernent l'huile d'olive, les dattes et les produits de la pêche. Le nouveau protocole d'accord signé avec

l'Union européenne et datant de 2000 vise particulièrement à renforcer la libéralisation des échanges des produits agricoles et la mise à niveau du secteur agricole.

RESSOURCES EN EAU ET UTILISATION DE L'EAU

Ressources en eau

Le réseau hydrographique est dense au nord où l'oued Medjerda constitue le fleuve le plus important. Les bassins du nord fournissent des apports relativement réguliers et importants évalués à 82 pour cent des ressources en eau de surface du pays. Les bassins du centre et du sud sont caractérisés par des apports faibles et irréguliers. Le nord se distingue aussi par sa richesse en eaux souterraines peu profondes (plaines côtières du nord-est). Le centre est relativement bien loti en eaux souterraines profondes et peu profondes présentant une qualité moyenne à médiocre. Le sud se caractérise par son potentiel de nappes peu renouvelables provenant du continental intercalaire (propriétés géothermiques, température avoisinant les 75°C) et en partie du complexe terminal.

Les zones humides naturelles, telles que les sebkhats, chotts et lagunes, d'une superficie totale de 8 220 km^2, sont des caractéristiques particulières dues à la topographie, à l'irrégularité des précipitations et à l'aridité du climat. Les sebkhats sont les plus répandues. Ce sont des dépressions intérieures qui se remplissent d'eau en hiver et s'assèchent en été; la salinité des eaux y est généralement variable et élevée. Le lac Ichkeul de 9 000 ha est la réserve naturelle la plus renommée. Les lacs artificiels des retenues de barrages commencent à se développer; leur superficie actuelle est estimée à environ 15 000 ha.

Les eaux de surface renouvelables internes sont évaluées à 3.100 km^3/an et les eaux souterraines renouvelables à 1.495 km^3/an. Considérant une partie commune entre eaux de surface et eaux souterraines, estimée à 0.400 km^3/an, les ressources renouvelables totales internes seraient de 4.195 km^3/an (tableau 2). Les ressources fossiles exploitables sont évaluées à 0.650 km^3. Les ressources en eau renouvelables totales, considérant les eaux de surface et souterraines qui entrent par l'Algérie, sont de 4.595 km^3/an.

Environ 2.100 km^3/an des ressources en eau de surface sont exploitables grâce à des réservoirs. Il sera possible à l'avenir de valoriser le reste par de grands travaux de conservation des eaux et du sol et par des systèmes de recharge des nappes souterraines.

TABLEAU 2
L'eau: ressources et prélèvement

Les ressources en eau renouvelables			
Précipitations moyennes		207	mm/an
		33.9	10^9 m^3/an
Ressources en eau renouvelables internes		4.195	10^9 m^3/an
Ressources en eau renouvelables réelles totales		4.595	10^9 m^3/an
Indice de dépendance		8.7	%
Ressources en eau renouvelables réelles totales par habitant	2004	462	m^3/an
Capacité totale des barrages	2002	2 555	10^6 m^3
Prélèvements en eau			
Prélèvement total en eau	2000	2 640	10^6 m^3/an
- irrigation + élevage	2000	2 165	10^6 m^3/an
- collectivités	2000	365	10^6 m^3/an
- industrie	2000	110	10^6 m^3/an
• par habitant	2000	277	m^3/an
• en % des ressources en eau renouvelables réelles totales	2000	57.5	%
Ressources en eau non conventionnelles			
Volume d'eaux usées produit	2001	187	10^6 m^3/an
Volume d'eaux usées traité	2001	148	10^6 m^3/an
Réutilisation des eaux usées traitées	2001	21	10^6 m^3/an
L'eau dessalée produite	2001	13	10^6 m^3/an
Réutilisation des eaux de drainage		-	10^6 m^3/an

En ce qui concerne les ressources renouvelables en eau souterraine on distingue deux catégories en fonction de la profondeur de la nappe:

- jusqu'à 50 m, les eaux sont définies comme phréatiques et peuvent être utilisées pour l'exploitation privée, avec cependant quelques restrictions (périmètres de sauvegarde ou d'interdiction) pour les nappes en surexploitation. Le potentiel est estimé à 0.745 km³/an, mais le volume réellement exploité est de 0.780 km³/an d'où un taux de surexploitation de l'ordre de 5 pour cent;
- au-delà de 50 m, les eaux souterraines dites profondes sont essentiellement réservées à l'exploitation publique. Le potentiel est estimé à 1.400 km³/an dont 0.650 km³ provenant des nappes fossiles du sud.

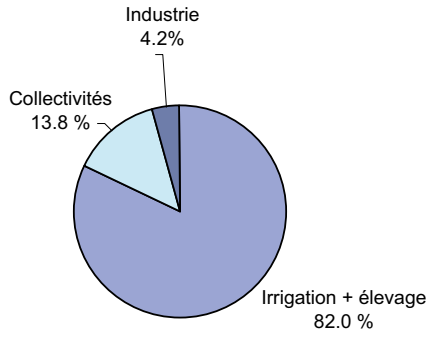
La capacité totale des barrages d'une hauteur de plus que 15 m est estimée à 2.555 km³. Les ressources totales exploitables de la Tunisie, évaluées actuellement sur une base moyenne, sont de l'ordre de 4.245 km³/an. À l'état actuel, le volume développé au moyen de grands barrages, de barrages collinaires, de lacs collinaires, de forages et de puits de surface est estimé à 3.598 km³, soit un taux de mobilisation de l'ordre de 85 pour cent. À la politique de création des grands barrages sont associés des grands aménagements de lutte contre les inondations pour protéger les villes et les terres agricoles.

L'emploi des ressources en eau non conventionnelles a été pris en considération depuis les 30 dernières années. Le potentiel des eaux usées traitées, actuellement estimé à 0.148 km³/an, devrait atteindre 0.385 km³/an en l'an 2020. La production d'eau dessalée à partir des ressources souterraines saumâtres du sud est évaluée au stade actuel à 0.013 km³/an; elle est destinée essentiellement à l'approvisionnement en eau potable des centres urbains dans la région du sud-est.

Utilisation de l'eau

Les prélèvements totaux en eau atteignent 2.640 km³/an dont 2.165 km³/an sont destinés à l'irrigation, soit 82 pour cent (tableau 2 et figure 1). Les eaux souterraines constituent 70 pour cent de ces prélèvements mais elles font l'objet de surexploitation dans certaines nappes phréatiques du nord-est et du centre. À l'avenir, la demande agricole ira sans cesse en augmentant pour atteindre 2.540 km³/an en 2010 tout en conservant sa position prédominante par rapport aux autres secteurs d'utilisation (80 pour cent irrigation, 16 pour cent eau potable, 4 pour cent industrie). L'emploi des eaux usées traitées évoluera, passant de 21 millions de m³/an au stade actuel à 50 millions de m³/an au même horizon 2010. Un vaste programme d'économie d'eau en irrigation a été réalisé depuis 1995 en vue de maîtriser la consommation d'eau agricole et de réduire les exigences de l'irrigation dans le long terme.

FIGURE 1
Prélèvements en eau
Total 2.640 km³ en 2000



Eaux internationales: enjeux

Les écoulements des oueds reçus par la Tunisie à partir de l'Algérie sont de l'ordre de 0.300 km³/an, dont 0.168 km³ provient du bassin de la Medjerda. Les écoulements vers l'Algérie sont estimés à 0.177 km³/an. Les bassins souterrains du continental intercalaire et du complexe terminal constituent des ressources communes entre la Tunisie, l'Algérie et la Jamahiriya arabe libyenne. Suite à des accords entre la Tunisie et l'Algérie, a été instituée en 1984 une Commission technique mixte de l'hydraulique et de l'environnement comme cadre de concertation et d'échange d'informations sur les questions communes relatives à l'eau et à l'environnement.

DÉVELOPPEMENT DE L'IRRIGATION ET DU DRAINAGE

La Tunisie dispose d'une superficie cultivée par habitant parmi les plus élevées d'Afrique (environ 500 ha pour 1000 habitants en 2002), mais le taux d'irrigation de ces terres est faible (< 7 pour cent). L'aridité du climat, la dégradation de la qualité des sols due à l'érosion, l'irrégularité des précipitations et l'insuffisance des ressources en eau expliquent les faibles performances en matière de production de l'agriculture pluviale.

Évolution du développement de l'irrigation

Compte tenu des ressources en eau affectées au secteur de l'agriculture, le potentiel d'irrigation est estimé à 560 000 ha. Ce chiffre comprend 410 000 ha pour les périmètres en maîtrise totale ou partielle et 150 000 ha pour l'irrigation de complément et les épandages de crues.

La superficie totale avec contrôle de l'eau était de l'ordre de 394 000 ha en 2001, à savoir 367 000 ha pour une maîtrise totale ou partielle avec des ressources en eau quasi permanentes, et 27 000 ha d'irrigation par épandage de crues ou d'irrigation de complément selon la disponibilité des ressources (tableau 3 et figure 2). La superficie équipée pour l'irrigation en maîtrise totale ou partielle comprend:

- 166 000 ha d'irrigation de type informel équipés sur de petits périmètres constitués à titre individuel par les agriculteurs (environ 70 000 exploitants agricoles concernés), grâce à des investissements privés, à partir de puits de surface et de forages profonds ou par pompage dans les oueds;
- 201 000 ha équipés sur des périmètres à réseau d'irrigation collectif, à partir de forages profonds et barrages collinaires pour les périmètres moyens (77 000 ha, 25 000 exploitants agricoles concernés), et à partir de retenues de barrages pour les grands périmètres (124 000 ha, 30 000 exploitants agricoles concernés). Ces périmètres ont été réalisés au moyen d'investissements publics.

Les réseaux collectifs sont généralement modernes et étanches en vue d'économiser l'eau et d'éviter dans certains cas l'engorgement des sols: réseaux en canaux préfabriqués ou en conduites basse pression pour l'irrigation de surface, et réseaux en conduites sous pression pour l'irrigation par aspersion. L'efficience de ces réseaux est d'environ 85 pour cent.

Grâce à des subventions accordées par l'État à partir de 1995, les techniques modernes d'irrigation ont évolué d'une façon marquée dans les différents périmètres irrigués. En 2001, les superficies équipées pour une irrigation de surface étaient de 215 000 ha dont 91 000 en irrigation de surface améliorée et 124 000 en irrigation de surface de type traditionnel; les superficie équipées pour l'irrigation par aspersion s'élevaient à 90 000 ha, tandis que 62 000 ha avaient des systèmes d'irrigation localisée. Ces derniers n'occupaient que 6 000 ha en 1991 (tableau 3 et figure 3). L'efficience moyenne à la parcelle est estimée à 68 pour cent.

Les eaux souterraines constituent la source principale d'approvisionnement en eau d'irrigation et plus de 61 pour cent de la superficie équipée est irriguée par ces eaux (tableau 3 et figure 4). Environ 33 pour cent de la superficie équipée reçoit l'eau de surface et 2 pour cent des eaux usées traitées, tandis que la superficie restante, environ 4 pour cent, est irriguée par un mélange d'eaux de surface et d'eaux souterraines. Dans l'ensemble, l'irrigation est à caractère «énergétique» et 95 pour cent des périmètres sont munis d'un

FIGURE 2
Répartition des superficies équipées pour l'irrigation
Total 394 000 ha en 2000

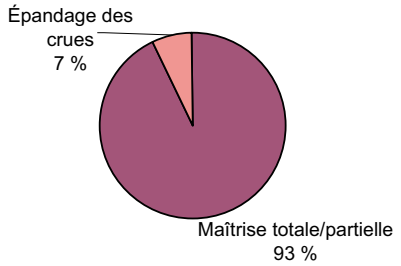


TABLEAU 3
Irrigation et drainage

Potentiel d'irrigation		**560 000**	**ha**
Contrôle de l'eau			
1. Irrigation, maîtrise totale/partielle: superficie équipée	2000	367 000	ha
- irrigation de surface	2000	215 000	ha
- irrigation par aspersion	2000	90 000	ha
- irrigation localisée	2000	62 000	ha
• partie irriguée à partir des eaux souterraines	2000	61.3	%
• partie irriguée à partir des eaux de surface	2000	33.3	%
• partie irriguée à partir d'un mélange d'eau de surface et souterraine	2000	3.5	
• partie irriguée à partir des eaux usées traitées	2000	1.9	
2. Zones basses équipées (marais, bas-fonds, plaines, mangroves)		-	ha
3. Irrigation par épandage de crues	2000	27 000	ha
Superficie totale équipée pour l'irrigation (1+2+3)	**2000**	**394 000**	**ha**
• en % de la superficie cultivée	2000	8	%
• augmentation moyenne par an sur les 9 dernières années	1991-2000	0.3	%
• superficie irriguée par pompage en % de la superficie équipée	2000	88	%
• partie de la superficie équipée réellement irriguée	2000	99.7	%
4. Marais et bas-fonds cultivés non équipés		-	ha
5. Superficie en cultures de décrue non équipée		-	ha
Superficie totale avec contrôle de l'eau (1+2+3+4+5)	**2000**	**394 000**	**ha**
• en % de la superficie cultivée	2000	8	%
Périmètres en maîtrise totale/partielle **Critère**			
Périmètres d'irrigation de petite taille < 50 ha	2000	165 000	ha
Périmètres d'irrigation de taille moyenne 50 - 200 ha	2000	79 000	ha
Périmètres d'irrigation de grande taille > 200 ha	2000	123 000	ha
Nombre total de ménages en irrigation	2000	125 000	
Cultures irriguées dans les périmètres en maîtrise totale/partielle			
Production totale de céréales irriguées		-	tonnes
• en % de la production totale de céréales		-	%
Superficie totale en cultures irriguées récoltées	2000	367 000	ha
• Cultures annuelles/temporaires: superficie totale	2000	195 500	ha
- maraîchage	2000	91 700	ha
- blé	2000	48 900	ha
- autres céréales	2000	14 700	ha
- pomme de terre	2000	19 600	ha
- betterave à sucre	2000	3 800	ha
- légumineuses	2000	1 700	ha
- autres cultures annuelles (pastèques, melons, etc.)	2000	15 100	ha
• Cultures permanentes: superficie totale	2000	171 500	ha
- fourrage	2000	21 700	ha
- agrumes	2000	16 800	ha
- autres cultures permanentes (olives, fruitiers, palmiers dattiers, etc.)	2000	133 000	ha
Intensité culturale des cultures irriguées	2000	100	%
Drainage - Environnement			
Superficie totale drainée	2000	197 000	ha
- partie de la superficie équipée pour l'irrigation drainée	2000	192 000	ha
- autres surfaces drainées (non irriguées)	2001	5 000	ha
• superficie drainée en % de la superficie cultivée		4	%
Superficie protégée contre les inondations		-	ha
Superficie salinisée par l'irrigation	2001	86 000	ha
Population touchée par les maladies hydriques liées à l'eau		-	habitants

système de pompage. La capacité totale de pompage était estimée à 150 000 kW environ en 2000.

Rôle de l'irrigation dans la production agricole, l'économie et la société

Le mode de faire-valoir direct intéresse 91 pour cent des terres irriguées, alors que la location ou le fermage ne couvre que 2.5 pour cent, et le métayage ou les autres formes

6.5 pour cent. Environ 98 pour cent des exploitants agricoles assurent par eux-mêmes la gestion directe des exploitations. La taille moyenne des exploitations agricoles irriguées est de 2.9 ha, ce qui dénote le caractère encore social de l'irrigation et la tendance vers l'intensification agricole dans certains périmètres irrigués en vue de maintenir un niveau de revenu acceptable. Environ 45 pour cent des périmètres irrigués sont des petits périmètres de moins de 50 ha (tableau 3 et figure 5).

Les deux tiers environ des périmètres irrigués en maîtrise totale ou partielle sont consacrés à l'arboriculture et aux cultures maraîchères (tableau 3 et figure 6). L'arboriculture est représentée notamment par les espèces de type méditerranéen: oliviers à huile et de table, agrumes (oranges–maltaises, clémentines) et palmiers dattiers dans le sud (Deglet Nour pour 65 pour cent de la production). Les espèces à noyaux et à pépins se sont notablement étendues au cours des deux dernières décennies. Le maraîchage reste dominé par les tomates, les piments, les pommes de terre et les cucurbitacées. Ce type de culture s'étend sous irrigation dans la majorité des périmètres irrigués. Les cultures sous abri froid se sont développées à partir des années 1970 et occupent actuellement 7 700 ha environ. La géothermie dans certaines régions du sud (Gabès, Kébili, Tozeur) a permis d'étendre les cultures maraîchères sous abri chaud sur 120 ha, ce qui classe la Tunisie au troisième rang pour ce secteur (10 000 tonnes de production dont 20 pour cent destinés à l'exportation).

Les céréales (blé dur et tendre, orge) et les fourrages occupent 17 pour cent et 13 pour cent respectivement des périmètres. La faible superficie irriguée en céréales est remarquable. En effet ce type de culture, présent essentiellement au nord, n'est pas totalement irrigué et dépend beaucoup des pluies automnales. L'encouragement gouvernemental accordé à l'élevage laitier a entraîné une évolution de l'irrigation vers les cultures fourragères. La production du secteur irrigué est estimée à 35 pour cent (en valeur) de la production agricole totale; sa participation à l'exportation agricole est de 20 pour cent et à l'emploi agricole de 27 pour cent.

Les coûts d'aménagement des périmètres publics et privés irrigués se situent entre 5 185 et 7 540 dollars EU/ha selon la taille des périmètres. Le coût de réhabilitation varie entre 975 et 1 540 dollars EU/ha selon le niveau de remplacement des équipements à engager. Le coût d'exploitation et d'entretien annuel va de 96 à 222 dollars EU/ha en fonction du volume d'eau d'irrigation consommé par hectare, dont de 25 à 35 pour cent sont consacrés à l'énergie. Le coût moyen des installations d'irrigation sous pression

FIGURE 3
Techniques d'irrigation en maîtrise totale ou partielle
Total 367 000 ha en 2000

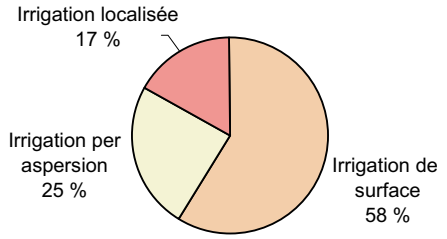


FIGURE 4
Origine de l'eau dans les périmètres en maîtrise totale/partielle
Total: 367 000 ha en 2000

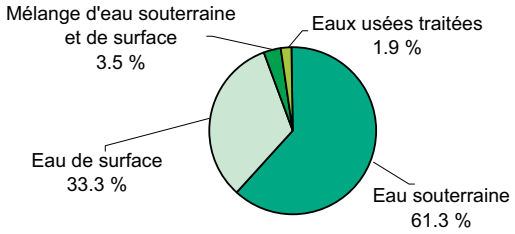


FIGURE 5
Typologie des périmètres en maîtrise totale/partielle
Total 367 000 ha en 2000

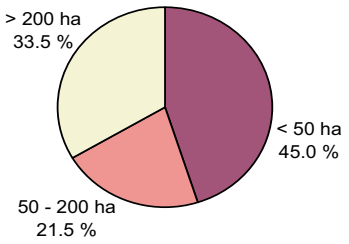
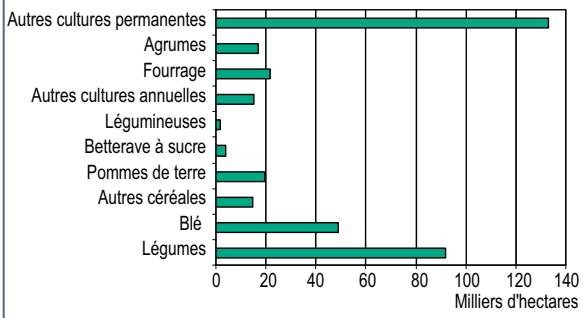


FIGURE 6
Cultures irriguées
Total 367 000 ha en 2000 (intensité culturale 100%)



sur les exploitations agricoles varie selon les techniques utilisées: 1 100 dollars EU/ha pour l'aspersion, 2 200 dollars EU/ha pour l'irrigation localisée.

État et évolution des systèmes de drainage

L'assainissement agricole occupant 192 000 ha intéresse presque exclusivement les périmètres publics irrigués. Le drainage souterrain concerne environ 30 000 ha dans les périmètres où existe le risque d'un rehaussement de la nappe phréatique sous l'effet de l'irrigation. Ce type de drainage s'effectue par fossés profonds ou drains en poterie et PVC. Les périmètres du nord et les oasis sont à fort risque d'hydromorphie liée à l'irrigation. Le coût d'aménagement du drainage souterrain est de l'ordre de 1 100 dollars EU/ha. Seuls 10 pour cent des terres équipées de drainage souterrain le sont par pompage.

GESTION DE L'EAU, POLITIQUES ET DISPOSITIONS LÉGISLATIVES RÉGISSANT L'UTILISATION D'EAU EN AGRICULTURE

Institutions

Le Ministère de l'agriculture, de l'environnement et des ressources hydrauliques (MAERH) est l'opérateur principal dans le domaine de l'eau. Les Directions générales les plus importantes dans ce ministère et qui s'occupent directement de l'eau sont:

- La Direction générale des ressources en eau (DGRE), chargée du suivi et de l'évaluation des ressources en eau.
- La Direction générale des barrages et des grands travaux hydrauliques (DGBGTH), dont les principales activités sont la construction des barrages et des grands aménagements hydrauliques, et la gestion des barrages.
- La Direction générale du génie rural et de l'exploitation des eaux (DGGREE), qui est responsable de l'irrigation/drainage, de l'équipement rural et de l'approvisionnement en eau des populations rurales.

Les commissariats régionaux au développement agricole (CRDA), qui sont rattachés au MAERH, sont des établissements publics administratifs dotés de la personnalité morale et de l'autonomie financière, chargés à l'échelle régionale des travaux d'aménagement des périmètres publics irrigués. La gestion de ces périmètres est partagée entre les CRDA et les groupements d'intérêt collectif. Les CRDA, avec l'appui de l'Agence de la vulgarisation et de la formation agricole (AVFA), sont responsables de la diffusion des techniques agricoles et d'irrigation dans les différents périmètres irrigués.

D'autres établissements publics sous tutelle du même ministère ont un rapport plus ou moins direct avec les opérations d'aménagement et de gestion des périmètres publics: SECADUNORD (exploitation et maintenance des grandes adductions de transfert d'eau), l'Agence foncière agricole (application de la loi de réforme agraire et suivi de la mise en valeur).

La coordination du secteur de l'eau est assurée par le Secrétariat d'État aux ressources hydrauliques et à la pêche.

L'Agence nationale de la protection de l'environnement (ANPE) est l'organisme public sous tutelle du Secrétariat d'État à l'environnement chargé du suivi de la qualité des eaux et de la lutte contre la pollution.

Gestion de l'eau

La gestion des périmètres publics irrigués est assurée directement par les CRDA pour les grands périmètres et par des associations d'usagers ou groupements d'intérêt collectif (GIC) pour les périmètres moyens. Les services des CRDA ou les GIC sont chargés de l'exploitation et de l'entretien des réseaux d'irrigation, ainsi que de la distribution de l'eau aux agriculteurs moyennant une redevance payée au volume. Bien que les coûts d'exploitation et d'entretien soient globalement recouvrés pour les périmètres publics irrigués, l'État continue à prendre en charge les opérations de remplacement des équipements importants, et la réhabilitation ou la modernisation des systèmes d'irrigation.

En l'an 2000, on comptait 966 GIC dont les objectifs et les fonctions incluaient notamment l'exploitation et l'entretien des infrastructures d'irrigation mises à leur disposition par l'État, la fixation des redevances et la répartition de l'ensemble des dépenses relatives à l'eau en fonction de l'intérêt de chaque propriétaire à l'aménagement. Cette gestion associative est en train de s'étendre dans les grands périmètres sous gestion des CRDA, et il est prévu que l'ensemble de ces périmètres soit transféré aux GIC à l'horizon 2006. Parallèlement à cette opération, des projets de réhabilitation et de modernisation des périmètres publics irrigués sont en cours en vue de faciliter la gestion des réseaux par les GIC et de créer les conditions favorables à l'adoption des techniques d'irrigation modernes à la parcelle par les irrigants.

Politiques et dispositions législatives

Le Code des eaux, promulgué en 1975 (Loi N° 75-61 du 31 mars 1975, modifiée et complétée par les lois N° 87-35 du 6 juillet 1987, N° 88-94 du 2 août 1988 et N° 2001-116 du 26 novembre 2001), constitue le texte législatif de base qui régit toute intervention dans le domaine de l'eau. Les dispositions principales de ce code se rapportant à l'usage agricole de l'eau concernent particulièrement l'instauration du droit d'usage, l'économie de l'eau et la lutte contre le gaspillage, l'obligation de la valorisation de l'eau agricole, les conditions de réutilisation des eaux usées traitées à des fins agricoles, et les modalités de tarification de l'eau.

La réforme agraire dans les périmètres publics irrigués est régie par la loi N° 63-18 du 27 mai 1963 (modifiée et complétée par la loi N° 30 du 6 mars 2000). Cette réforme repose sur quatre principes fondamentaux: la limitation de la propriété par la fixation d'une taille minimale et d'une taille maximale variant avec la vocation des périmètres, la contribution des propriétaires aux frais d'aménagement hydraulique, la réorganisation foncière dans le but d'assurer une utilisation rationnelle de l'eau, et l'obligation de mise en valeur des terres aménagées.

ENVIRONNEMENT ET SANTÉ

Qualité des eaux

Les eaux d'irrigation sont relativement salées (1.5 à 4 g/litre) mais le degré de salinisation des sols irrigués n'atteint pas un niveau alarmant grâce au lessivage par l'eau d'irrigation et par les précipitations, et à l'intensification encore réduite des périmètres considérés à fort risque de salinisation. Ces derniers, couvrant 23 pour cent des superficies aménagées, font l'objet d'un suivi régulier de la salinité et de la piézométrie, notamment pour les terres pouvant être affectées par le rehaussement des nappes phréatiques.

Impact de la gestion de l'eau en agriculture sur l'environnement

Le développement de l'irrigation, ainsi que l'emploi agricole de plus en plus intensif des engrais, ont entraîné, dans certains périmètres irrigués à partir des nappes phréatiques, une salinisation des eaux en raison de la surexploitation de ces nappes, d'une part, et une pollution par les nitrates, d'autre part.

La menace la plus grave pour les ressources en eau de surface vient de l'envasement prématuré des retenues de barrages dû essentiellement à l'érosion des sols. Compte tenu de la mise en eau de nouveaux ouvrages dans le temps et de l'envasement, le volume utile sous retenue normale des barrages varierait de 2.100 km^3 en 2005 à 1.990 km^3 en 2010.

PERSPECTIVES POUR LA GESTION DE L'EAU EN AGRICULTURE

La stratégie de mobilisation des ressources en eau adoptée en 1990 vise à l'horizon 2010 la mise en valeur de 95 pour cent des ressources de surface et 100 pour cent des ressources souterraines. À cet horizon, la Tunisie aura achevé l'aménagement de la quasi-totalité de son potentiel d'irrigation en maîtrise totale ou partielle. Tout en poursuivant cette politique de mobilisation des ressources, la Tunisie a entrepris au cours des dernières années plusieurs réformes qui visent la mise en œuvre d'une politique axée sur la gestion de la demande qui prévoit:

- la réalisation de programmes d'économie d'eau dans le secteur de l'irrigation pour une meilleure préservation des ressources en eau disponibles (amélioration de l'efficience des réseaux d'irrigation, réhabilitation et modernisation des périmètres, extension des techniques modernes d'irrigation à la parcelle, etc.);
- la mise en place de systèmes de tarification de l'eau adaptés aux conditions de chaque périmètre en vue d'améliorer le recouvrement des coûts et d'inciter à la valorisation économique de l'eau;
- la gestion intégrée des ressources dans l'objectif de maîtriser la surexploitation des nappes souterraines et de protéger ces ressources contre la pollution;
- la valorisation des ressources en eau non conventionnelles par l'utilisation de plus en plus intensive des eaux dessalées et des eaux usées traitées à des fins agricoles;
- la participation plus active des usagers à la gestion des eaux agricoles au moyen de la création de groupements d'intérêt collectif;
- la mise en place des actions d'accompagnement nécessaires au développement agricole et à la meilleure mise en valeur des périmètres irrigués.

Outre l'amélioration de la gestion de l'eau, ces différentes mesures visent à renforcer le rôle de l'irrigation dans la production et la sécurité alimentaire. L'objectif est d'élever le niveau de participation de l'irrigation à 50 pour cent en valeur de la production agricole totale du pays.

PRINCIPALES SOURCES D'INFORMATION

Agence nationale de la protection de l'environnement. 2001. *État de l'environnement: rapport national 2000.* Ministère de l'environnement et de l'aménagement du territoire.

Agrar, Coyne et Bellier, GKW, Ministère de l'agriculture. 1992. *Economie d'eau 2000.*

Direction générale des études et du développement agricole. 2003. *Annuaire des statistiques agricoles - 2001 (arabe)*. Ministère de l'agriculture, de l'environnement et des ressources hydrauliques.

Direction générale du génie rural, Ministère de l'agriculture. 1994. *La gestion de l'eau en Tunisie.*

Direction générale du génie rural et de l'exploitation des eaux. 2001. *Enquête sur les PPI, préparation du Xe Plan*. Ministère de l'agriculture, de l'environnement et des ressources hydrauliques.

Direction générale du génie rural et de l'exploitation des eaux. 2001. *Étude d'évaluation du programme national d'économie d'eau en irrigation*. Ministère de l'agriculture, de l'environnement et des ressources hydrauliques.

Direction générale du génie rural et de l'exploitation des eaux. 2003. *Les ressources en eau.* Ministère de l'agriculture, de l'environnement et des ressources hydrauliques.

Direction générale de la planification du développement et des investissements – S/D STAT. 2000. *Résultats de l'enquête sur les périmètres irrigués en intensif.* Ministère de l'agriculture, de l'environnement et des ressources hydrauliques.

Direction générale de la production agricole. 2002. *Exploitation des périmètres irrigués avec des eaux saumâtres (arabe).* Ministère de l'agriculture, de l'environnement et des ressources hydrauliques.

Direction générale des ressources en eau, Ministère de l'agriculture. 1991. *Commission de réflexion sur le développement des ressources en eau de surface.*

Hamdane, Abdelkader. 2002. *L'irrigation en Tunisie*. Institut méditerranéen de l'eau (IME).

Hamza, M. & Khanfir, R. 1992. *Évolution du potentiel et de l'exploitation des ressources en eaux souterraines.*

Institut national de la statistique. 2001. *Annuaire statistique de la Tunisie 2000. Annuaire n°43*. Ministère du développement économique.

Institut national de la statistique. 2001. *Rapport annuel sur les indicateurs d'infrastructure – 2000*. Ministère du développement économique.

Mtimet, A. 1993. *Connaître les sols pour mieux les protéger*. Ministère de l'agriculture, de l'environnement et des ressources hydrauliques.

SONEDE. 2002. *Rapport annuel SONEDE – 2001*.

Uganda

GEOGRAPHY, CLIMATE AND POPULATION

Uganda is a landlocked country located at the equator between 4° North and 1° South and stretching from 29.5° to 35.5° East. It has a total area of 241 040 km², a north-south extent of about 650 km and a maximum east-west extent of about 500 km. The country borders Sudan to the north, Kenya to the east, the United Republic of Tanzania and Rwanda to the south, and the Democratic Republic of the Congo to the west. Much of the country lies at an altitude of 900 to 1 500 m, with an average altitude of 1 200 m. About 18 percent of the total area of the country is open water, and large areas are covered by swamps. The highest mountains of the country are Mount Stanley, 5 109 m at the border with the Democratic Republic of Congo followed by Mount Elgon, 4 321 m at the border with Kenya.

In the south the characteristic scenery consists of flat-topped mesa-like hills and broad intervening valleys frequently containing swamps, while in the north the landscape is more subdued, consisting of gently rolling open plains interrupted by occasional hills, mountains and inselbergs. In the south-west, broken hill country, encircling lowland embayments, forms the transition to the deeply incised plateau that reaches its greatest elevations of over 2 000 m above sea level in the Kabale district.

The country is underlain by some of the world's oldest rocks, which have been modified by deep-seated mountain-building activity. These rocks are overlain by predominantly ferrallitic, and to a lesser extent ferruginous, soils as the most widely distributed soil type, occurring in both forest and savannah ecosystems in the country. The profile of these soils consists of a thin (20-30 cm) topsoil and a deep (5-10 m) subsoil. Organic matter and nutrients are strongly concentrated in the topsoil. These soils range in texture from clay loams to sandy loams, although red clay loams tend to predominate in the wetter regions.

The cultivable area was estimated to be 16.8 million ha in 1991. In 2002, the cultivated area was 7.2 million ha, of which 5.1 million ha arable land and 2.1 million ha under permanent crops (Table 1).

The country can be subdivided into 4 major agro-ecological zones:

- High altitude zone in Kigezi, Sebel, parts of Ankole, west Nile, Toro, Mbale; temperate-zone crops;
- Pastoral dry to semi-arid range lands in east Ankole, west Masaka, Karamoja; pastoral systems;
- Northern and eastern short grasslands zone; short grasslands and cotton-finger millet mixed farming systems;
- Southern and western tall grasslands zone; tall-grass areas, perennial and annual crops in mixed farming systems.

Uganda has an equatorial climate with small regional variations in annual temperature and humidity. Precipitation varies from 750 mm/yr in the Karamajong

TABLE 1
Basic statistics and population

Physical areas			
Area of the country	2002	24 104 000	ha
Cultivated area (arable land and area under permanent crops)	2002	7 200 000	ha
• as % of the total area of the country	2002	30	%
• arable land (annual crops + temp. fallow + temp. meadows)	2002	5 100 000	ha
• area under permanent crops	2002	2 100 000	ha
Population			
Total population	2004	26 699 000	inhabitants
• of which rural	2004	88	%
Population density	2004	111	inhabitants/km^2
Economically active population	2004	12 743 000	inhabitants
• as % of total population	2004	48	%
• female	2004	48	%
• male	2004	52	%
Population economically active in agriculture	2004	9 953 000	inhabitants
• as % of total economically active population	2004	78	%
• female	2004	50	%
• male	2004	50	%
Economy and development			
Gross Domestic Product (GDP)	2003	6 200	million US$/yr
• value added in agriculture (% of GDP)	2003	33.1	%
• GDP per capita	2003	240	US$/yr
Human Development Index (highest = 1)	2002	0.493	
Access to improved drinking water sources			
Total population	2002	56	%
Urban population	2002	87	%
Rural population	2002	52	%

pastoral areas in the northeast to 1 500 mm/yr in the high rainfall areas on the shores of Lake Victoria, around the highlands of Mount Elgon in the east, the Ruwenzori Mountains in the southwest, Masindi in the west and Gulu in the north. Mean annual rainfall is estimated at 1 180 mm. The southern part of the country is generally well-watered with two rainfall peaks occurring in March-May and August-November without any pronounced dry season in between, whereas in the north there is a marked dry season from November to March. Seasonal and spatial variability of precipitation causes specific problems as the country encompasses both humid and semi-arid areas. There are not only differences between distinct wet and dry years, but there are also considerable variations in the timing of the onset of seasons and in the amount of rainfall and hence stream flow. Even in the high rainfall areas around Lake Victoria there is a moisture deficit during the periods December-February and June-September. The mean annual temperature over most of the country is in the range of 18 °C to 35 °C, while the corresponding minimum range is 8° C to 23 °C. Relative humidity is high, ranging between 70 percent and 100 percent and the mean monthly evaporation rates are between 125 and 200 mm.

The total population of the country is estimated at 26.7 million (2004), of which 88 percent are rural (Table 1). The annual population growth rate is 2.8 percent. The national average population density is 111 inhabitants/km^2, with a range from 8 to 157 persons/km^2. About 54 percent of the population is concentrated on the shores of Lake Victoria and in the southern part of the country.

Poverty is mainly a rural phenomenon where 48 percent of the rural population live below the poverty line, while in urban areas 16 percent are estimated to be living below poverty line. Poverty was successfully reduced from 44 percent in 1997/98 to 35 percent in 1999/2000 and statistics reveal that the main determinant in the reduction

of poverty in rural areas of Uganda has been the ability to produce and market traditional cash crops. However, there are regional imbalances; poverty has decreased by 43 percent in urban areas but only by 18 percent in rural areas since 1992 and in the northern region the proportion of the population in poverty rose from 61 percent to 67 percent between the period 1997/98 and 1999/2000, despite the overall national reduction in poverty. Poverty eradication is a fundamental objective of Uganda's development strategy, in which the Government has resolved to reduce the proportion of the population living in absolute poverty to 10 percent by the year 2017. In 2002, 87 percent of the urban and 52 percent of the rural population were using improved drinking water sources (Table 1).

ECONOMY, AGRICULTURE AND FOOD SECURITY

The GDP of Uganda was US$6.2 billion in 2003, and the value added by agriculture was 33.1 percent of GDP. Agriculture provides occupation for almost 10 million people, which is 78 percent of the total economically active population. Male and female workers represent 50 percent each of the population working in agriculture. Agriculture dominates the Ugandan economy and has supplied almost all of Uganda's exports in recent years. Ugandan agriculture is largely dependent on small- and medium- scale farmers with average land holdings of 2.5 ha.

The main food crops are bananas (matoke), with 28 percent of cropped areas in 2000, cereals (maize, rice) (25 percent), root crops (17 percent), pulses (14 percent), oil seeds (8 percent), vegetables, fruits; export crops (coffee, cotton, vegetable, fruits, cocoa, vanilla, sugar cane, tea, and flowers) account for 8 percent. The most important agricultural export crop is coffee with US$296 million in 1998, while the total agricultural export was US$536.5 million in the same year. As an example of non-traditional exports, 6 000 tonnes of exported flowers earned the country foreign exchange of US$23 million in 2003.

Although Uganda had an overall positive food balance in the past, per capita food production has declined mainly because of a rapid population growth and because of the conflicts in the north and northeastern parts of the country. The growth rate in food production, estimated at 1.5 percent, cannot cope with these circumstances and in response the Government has continued to import food, such as 4 000 tonnes of rice/year. The Government has developed a master plan on poverty eradication, with the "Plan for Modernization of Agriculture" of 2000 being one of its core components. In the plan, rice production is seen as a key to food security and increased household income.

Much of the banana crops, particularly in relatively high rainfall areas, still enjoy in-situ water harvesting techniques in crop management as opposed to irrigated agriculture. Coffee farmers, similarly, belong to the same trend although pilot demonstrations have shown that irrigation of clonal coffee can be a viable option. Tea estates enjoy the benefits of the highland area climate while much of the sugar cane is produced under wetland conditions. Crops like cassava, sweet potatoes, millet, sorghum etc. have continued to be grown under rainfed conditions due to their high resistance to drought and low value categorization. In some instances, short-term varieties are being developed by the National Agricultural Research Organization (NARO) to cope with the shorter duration of rainfall.

Although HIV/AIDS is still a critical development problem, Uganda has made significant progress in reducing its prevalence from 14 percent in 1995 to 6.1 percent in 2000. The prevalence of HIV/AIDS in agricultural production has had effects in the districts of Rakai and partially Masaka where most of the families are child-headed. The impact is in the form of the loss of skilled and unskilled labour that would otherwise be engaged in production, research, extension service and in policy formulation and implementation. However, its impact in other parts of the country

has been curbed by effective Government policy. Under this strategy, the Ministry of Agriculture, Animal Industry and Fisheries, has a well-funded and articulated project aimed specifically at sensitization and health education at all levels, beginning from the Entebbe Headquarters' staff. The campaign is to supplement the efforts of the Ministry of Health and the NGOs.

WATER RESOURCES AND USE

Water resources

The Nile Basin constitutes about 98 percent of the total area of the country, while a fringe of about 4 500 km^2 along the country's border with Kenya belongs to the Rift Valley Basin.

The Ugandan part of the Nile Basin shares a large part of the extensive interconnected system of the Equatorial lakes that forms the upper part of the White Nile. Lake Victoria, which drains a total area of about 184 000 km^2 in Rwanda, Burundi, the United Republic of Tanzania, Kenya and the entire southern part of Uganda, has its outlet at Jinja. Passing the Owen Falls Dam, the water flows through the Victoria Nile into Lake Kyoga and subsequently into the northern end of Lake Albert. The other branch of the Lake system, i.e. Lake George and Lake Edward, is connected via the Semliki River, which flows into the southern end of Lake Albert. From Lake Albert, the Albert Nile flows northwards towards Sudan.

The Ugandan Nile Basin is for operational purposes divided into eight sub-basins, which are relatively small contributors to the Nile flow, but their yields dominate the water resources potential within Uganda. While the Nile and its flow characteristics are important from both an international and national point of view, the Ugandan catchments are important from a district and local point of view. The eight sub-basins are: Lake Victoria Basin, Lake Kyoga Basin, Victoria Nile Basin, Lake Edward Basin, Lake Albert Basin, Albert Nile Basin, Achwa Basin and Kidepo Basin.

Productive aquifers are mainly found in the weathered bedrock layer overlying the crystalline basement rock, and in faults and fractures in the basement. In mountain areas, however, aquifers occur in volcanic formations and groundwater occurrence is often in the form of springs.

Uganda's wetlands are widespread and complex. About 10 percent of the country, or approximately 24 000 km^2, is covered by wetlands (swamps), of which about one-third is permanently flooded. In the south and west of the country, they form an extensive low gradient drainage system in steep V-shaped valley bottoms with a permanent wetland core and relatively narrow seasonal wetland edges. In the north, they mainly consist of broad flood plains. In the east, they exist as a network of small, vegetated valley bottoms in a slightly undulating landscape. Wetlands may reduce the effects of both floods and droughts, provide fish resources and support cropping and grazing along their margins, and they are centres of high biodiversity and productivity as well as valuable refuges and sources of food for fish. Furthermore, they are active biological filters in the treatment of effluents, but due to this function they are also sensitive to the accumulation of pollution.

Internal surface water resources are estimated to be 39 km^3/yr, while groundwater is believed to be around 29 km^3/yr, but all of this is considered to be overlap between surface water and groundwater, keeping the total IRWR at 39 km^3/yr (Table 2). External resources of 27 km^3/yr comprise inflow from Lake Victoria (25 km^3/yr) as well as inflow via Lake Edward and Lake Albert from the Democratic Republic of Congo. The total renewable water resources of the country are estimated to be 66 km^3/yr. The potential yield from deep aquifers is above 3 m^3/hr in the southwest, southeast, northwest and along the eastern border of the country. In large areas of the central parts of the country potential yields are between 2 and 3 m^3/hr, while in some areas it is below 1 m^3/hr. The major lakes in Uganda are given in Table 3.

TABLE 2
Water: sources and use

Renewable water resources			
Average precipitation		1 180	mm/yr
		284.4	10^9 m³/yr
Internal renewable water resources		39	10^9 m³/yr
Total actual renewable water resources		66	10^9 m³/yr
Dependency ratio		40.9	%
Total actual renewable water resources per inhabitant	2004	2 472	m³/yr
Total dam capacity	2002	1	10^6 m³
Water withdrawal			
Total water withdrawal	2002	300	10^6 m³/yr
- irrigation + livestock	2002	120	10^6 m³/yr
- domestic	2000	134	10^6 m³/yr
- industrial	2000	46	10^6 m³/yr
• per inhabitant	2002	12	m³/yr
• as % of total actual renewable water resources	2000	0.4	%
Non-conventional sources of water			
Produced wastewater		-	10^6 m³/yr
Treated wastewater		-	10^6 m³/yr
Reused treated wastewater		-	10^6 m³/yr
Desalinated water produced		-	10^6 m³/yr
Reused agricultural drainage water		-	10^6 m³/yr

TABLE 3
Major lakes in Uganda

Name	Total surface area (km²)	Total volume (km³)	Total catchment area (km²)	Maximum depth (m)	Altitude (m)	Part in Uganda (%)
Lake Victoria	68 800	2 750	184 000	84	1 134	41
Lake Albert	5 300	280	-	56	615	55
Lake Edward	2 325	39.5	12 096	112	912	29
Lake George	250	0.8	9 705	4.5	914	100
Lake Kyoga	1 720[1]	-	75 000	5.7	914	100
Lake Kwania	465[2]	-	-	-	-	100
Lake Bisina	192[3]	-	-	Shallow	1 030	100

[1] Other sources give 2 700 km²
[2] Including associated swamp the surface area is about 1 700 km²
[3] Other sources give 160, 250 and 308 km²

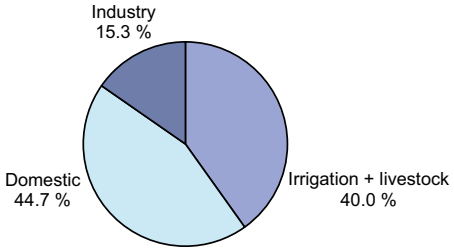
Apart from the major lakes, there are over 160 minor water bodies, covering 1 707 km². There are also over 1 000 dams and valley tanks for both aquaculture and livestock watering. The Government currently carries out a programme to construct valley tanks, and by the beginning of 2004, 30 out of the planned 50 of these surface water reservoirs in 6 districts had been completed.

The Owen Falls Dam is located at the outlet of Lake Victoria, Completed in 1954, it had an installed hydropower capacity of 180 MW, which has recently been extended by 90 MW. The construction of the 250 MW Bujagali hydropower plant near Jinja, about 8 km north of Lake Victoria, began in January 2003. Its reservoir will have a capacity of 750 000 m³. Other projected schemes located along the Nile downstream of Owen Falls include Ayago (240/300 MW) and Murchison (600 MW).

Water use

Total water withdrawal of the country was 300 million m³ in 2002, representing 0.4 percent of total renewable water resources (Table 2). The greatest water user was the domestic sector with 134 million m³, followed by irrigation and livestock with 120 million m³, and industry with 46 million m³ (Figure 1).

FIGURE 1
Water withdrawal
Total 0.300 km³ in 2002



Groundwater represents the main source of domestic water supply for the rural population of Uganda. It is also important for livestock use particularly in the drier regions. Groundwater extraction takes place from springs, boreholes and to a lesser extent from hand dug wells. Surveys have identified some 12 000 springs in Uganda, of which more than 4 500 have been developed and protected for safe use. About 9 000 boreholes, typically drilled to a depth of 60 to 90 meters, are equipped with hand pumps. Rates of actual extraction are low and most boreholes are fitted with handpumps with capacities between 0.6 and 1.2 m^3/hr depending on the pumping head.

International water issues

The Nile Basin States have taken initiatives towards reaching and concluding a River Basin Cooperative Framework Agreement, so as to achieve sustainable socio-economic development through an equitable utilization of and benefit from the common Nile River Basin water resources. While the agreement is still in a draft form, the Nile Basin States at the meeting of their Council of Ministers held in the United Republic of Tanzania in February 1999 established the "Nile Basin Initiative" (NBI), whose headquarters are at Entebbe, pending the conclusion of the agreement. In February 2002 in Egypt, the Council of Ministers decided that the Nile Basin Initiative should enjoy a legal personality in the territory of each Nile Basin state. In terms of the institutional framework and regulation, the Nile Basin Initiative is vital for large-scale projects utilizing Nile River water.

IRRIGATION AND DRAINAGE DEVELOPMENT

Evolution of irrigation development

Past estimates of irrigation potential varied between about 200 000 and 400 000 ha, with the largest potential areas in the Lake Kyoga catchment, the Western Region, the Albert Nile Valley and in the Jinja and Iganga districts on Lake Victoria in the southeast of the country. In contrast to the areas defined in the past, the latest study in 2003 identified only 90 000 ha of irrigation potential.

Small-scale informal irrigation has been practised in Uganda since the 1940s. The majority of the irrigated areas are located on the fringes of swamps. Smallholder irrigation is considered 'informal irrigation' as smallholders developed it spontaneously without planning and with little or no technical assistance; often the technology used is basic and sometimes inappropriate.

Formal irrigation development in the country commenced in the 1960s with the following schemes:

- The Mubuku irrigation settlement scheme in the Kasese District was established as a settlement scheme with gravity irrigation and water intakes from Sebwe and Mubuku rivers. Its command area was 600 ha, of which 430 ha were irrigated in 1998.
- The Kiige scheme in the Kamuli District has Lake Nabigaga as a water source for sprinkler irrigation of citrus fruits. Its command area was 150 ha, of which 10 ha were irrigated in 1998.
- The Labori and Odina schemes were abstracting water from Lake Kyoga for sprinkler irrigation; the Labori scheme, in the Soroti District, had a command area of 40 ha but by 1998 no irrigation took place.

- The Ongom scheme in the Lira District is a sprinkler irrigation scheme for citrus fruits with water from a reservoir of 4 500 m^3 capacity. The scheme had a command area of 40 ha, of which 10 ha were irrigated in 1998.
- The Atera irrigation scheme in the Apac District was designed to abstract water from the Nile through pumping and subsequent gravitational flow through pipes and water hydrants to the fields. The scheme had a command area of 20 ha but by 1998 no irrigation took place.
- The Agoro self-help irrigation project in the Kitgum District is a gravity-fed scheme with intake from the Agoro River. All of its 120 ha command area was irrigated in 1998.

In the 1970s the Chinese initiated the development of rice schemes, with the Kibimba rice scheme as a rice technology development scheme and the Doho rice scheme for seed multiplication and popularization of production. The Kibimba scheme is in the Kasese District and has a command area of 600 ha, all of which was irrigated by 1998. The Doho scheme in the Tororo District has a command area of 1 000 ha, all of which was irrigated by 1998. Floriculture private-sector farmers started green houses concentrated in the Lake Victoria area in the 1990s. The latest Government constructed and implemented scheme, the Olweny swamp rice irrigation project with a command area of 50 ha, went into operation in 1997 (nucleus site) and 2001 (Itek and Okile).

The progress with formal irrigation has been very slow and with limited success. One reason is the top-down approach adopted in most schemes. The farmer-based schemes of Mubuku, Doho and Agoro were considerably more successful. On the other hand, informal small-scale irrigation has been increasing, especially for rice, vegetable and fruit production. The increased area of informal rice production is a result of technology adoption from the Chinese in the Kibimba Rice Scheme. Informal small-scale irrigation is practised mostly in the southeast of the country. Currently an FAO pilot project is adopting a bottom-up approach at 7 small-scale irrigation sites with an area of about 36 ha and about 100 farmers.

In 1998 the area equipped for irrigation was 5 580 ha, most of which is located in the southeast part of the country in the districts between Lake Victoria and Lake Kyoga (Table 4). Of this, 2 330 ha were actually irrigated. Surface irrigation is the main irrigation technique, while 230 ha are equipped for sprinkler irrigation and localized irrigation is practised at a pilot-scale at three sites (Figure 2). Large schemes (> 500 ha) dominate the sector with 4 800 ha equipped, medium schemes account for 680 ha and small schemes (< 50 ha) for 100 ha (Table 4 and Figure 3). Surface water is almost exclusively used as water source. In 1998, about 53 350 ha of fringes of swamps were cultivated, of which 3 570 ha were equipped in 1987.

FIGURE 2
Irrigation techniques in full/partial control irrigation schemes
Total: 5 580 ha in 1998

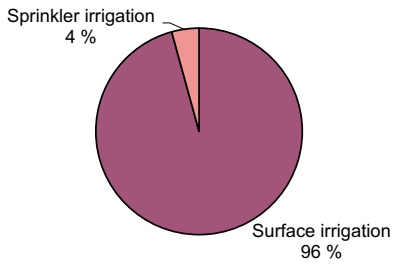
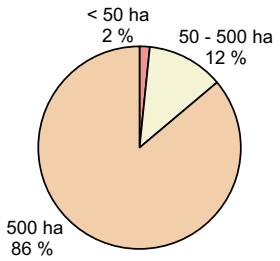


FIGURE 3
Irrigation typology in full/partial control irrigation schemes
Total: 5 580 ha in 1998



Role of irrigation in agricultural production, the economy and society

In 1998, 2 220 ha of the equipped area of 2 620 ha of formal schemes were actually irrigated,

TABLE 4
Irrigation and drainage

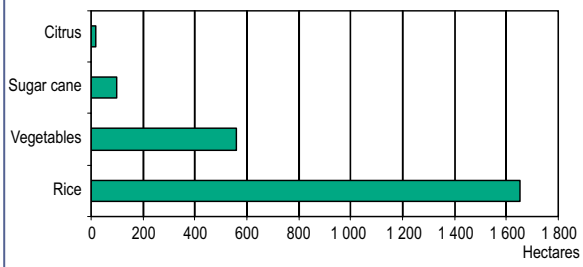
Irrigation potential			**90 000**	**ha**
Water management				
1. Full or partial control irrigation: equipped area		1998	5 580	ha
- surface irrigation		1998	5 350	ha
- sprinkler irrigation		1998	230	ha
- localized irrigation			-	ha
• % of area irrigated from groundwater			-	%
• % of area irrigated from surface water			-	%
2. Equipped lowlands (wetland, ivb, flood plains, mangroves)		1987	3 570	ha
3. Spate irrigation			-	ha
Total area equipped for irrigation (1+2+3)		**1998**	**9 150**	**ha**
- as % of the cultivated area		1998	0.1	%
- average increase per year over the last ... years			-	%
- power irrigated area as % of total area equipped			-	%
- % of total area equipped actually irrigated		1998	64.5	%
4. Non-equipped cultivated wetlands and inland valley bottoms		1998	49 780	ha
5. Non-equipped flood recession cropping area			-	ha
Total water-managed area (1+2+3+4+5)		**1998**	**58 930**	**ha**
• as % of the cultivated area		1998	0.8	%
Full or partial control irrigation schemes	**Criteria**			
Small-scale schemes	< 50 ha	1998	100	ha
Medium-scale schemes	50 – 500 ha	1998	680	ha
Large-scale schemes	> 500 ha	1998	4 800	ha
Total number of households in irrigation			-	
Irrigated crops in full or partial control irrigation schemes				
Total irrigated grain production			-	tonnes
• as % of total grain production			-	%
Total harvested irrigated cropped area			-	ha
• Annual crops: total			-	ha
- rice		1998	1 650	ha
- vegetables		1998	560	ha
- sugar cane		1998	100	ha
• Permanent crops: total			-	ha
- citrus		1998	20	ha
Irrigated cropping intensity			-	%
Drainage - Environment				
Total drained area			-	ha
- drained area in full or partial control irrigated areas			-	ha
- drained area in equipped wetland and ivb			-	ha
- other drained area			-	ha
• drained area as % of the cultivated area			-	%
• power drained area as % of total drained area			-	%
Flood-protected areas			-	ha
Area salinized by irrigation			-	ha
Population affected by water-related diseases			-	inhabitants

of which 1 650 ha of rice, 430 ha of vegetables, 120 ha of mixed rice and vegetables, and 20 ha of citrus fruits (Table 4 and Figure 4). Of the 2 960 ha equipped area of formal schemes, only 110 ha were irrigated, of which 100 ha sugar cane and 10 ha mixed vegetables-cotton-sugar cane-maize-rice. High value crops such as flowers are being grown under irrigation for export but only to a limited extent and within a restricted area close to export gateways. In informal schemes in the wetlands mainly rice, but also green maize, some vegetables and other cash crops are grown.

The Mubuku irrigation scheme is considered the food basket for the Kasese district. This is because, in addition to the provision of employment, farmers from different highly populated districts moved to settle in the scheme. The scheme also acts as a

seed multiplication center for maize, soybeans and groundnuts. It has currently accessed European markets for the export of okra and French beans in addition to supplying the tomato sauce factory in Kasese with raw materials (tomatoes and papayas). The Kibimba rice scheme (private sector) provides work for to the surrounding community while the Doho rice scheme has substantially raised the standard of living of its farmers. This is demonstrated by the sprouting permanent buildings, rice milling machines and changed eating habits of the farmers coupled with the education of children. Rice from Doho finds its way to Rwanda and occasionally to the Democratic Republic of Congo.

FIGURE 4
Main irrigated crops in 1998



For small-scale (1-4 ha) systems it was found that for all crops gross margins from treadle pump technology are higher than the gross margins under rainfed cultivation. In the case of motorized pumps with surface irrigation, gross margins for coffee, maize, beans, cassava and bananas are less than the gross margins under rainfed cultivation. However, under motorized pumps with sprinkler irrigation, all crops except coffee, cassava and bananas (rice is not considered for irrigation under sprinklers) gave higher gross margins. In all three cases of supplementary irrigation technologies, tomatoes, onions and rice give distinctly increased gross margins compared to rainfed cultivation. Preliminary results from the introduction of supplementary irrigation to clonal coffee show an annual yield of 5.6 tonnes/ha of green coffee. This is more than twice the 2.5 tonnes/ha yield obtained before introducing supplementary irrigation.

The following costs for irrigation development were estimated:

- Treadle pump, including 50 m polyethylene pipe, with surface irrigation: US$150-600/ha;
- Treadle pump, elevated drums and low pressure, low volume sprinklers: US$1 250/ha;
- Simple gravity-fed system in lowlands: US$150/ha;
- Small motorized pump including 50 m polyethylene pipe, and surface irrigation: US$600-1 200/ha;
- Portable sprinkler systems: available in Uganda for about US$2 500/ha;
- Localized systems: on-farm installation cost of about US$4 000/ha.

Estimates on annual average costs of operation and maintenance are of US$32-395. The lower figure applies to treadle pump irrigators while the latter applies to motorized pump irrigators.

Status and evolution of drainage systems

It is estimated that about 3 000 ha are drained in Uganda.

WATER MANAGEMENT, POLICIES AND LEGISLATION RELATED TO WATER USE IN AGRICULTURE

Institutions

During the 1960s responsibility for the identification, planning, development, operation and maintenance of irrigation schemes was split between two institutions: the Department of Water Development in the Ministry of Mineral and Water Resources was responsible for investigation, surveying, design and construction and the Department of Agriculture in the Ministry of Agriculture was responsible for the operation and maintenance of irrigation schemes.

Institutional changes affecting the irrigation sector came into force in 1998. Under the newly restructured Government institutions, the following are directly or indirectly involved with water utilization for agricultural production:

- The Department of Farm Development (DFD) within the Ministry of Agriculture, Animal Industry and Fisheries (MAAIF);
- The Department of Farm Planning (DFP) within MAAIF.

The DFD has the mandate to promote and spearhead sustainable agriculture through the provision of guidance and strategies in, among others, irrigation, drainage and water harvesting and also to promote, test, and popularize the utilization of appropriate machinery and equipment. The DFD's major responsibility is to modernize agriculture by transforming subsistence agriculture into an economically viable venture, through the promotion of appropriate technologies in the water sector. In this transformation process, irrigation, water harvesting, water conservation and wetland management are major activities. Within the DFD, the sections directly involved with agricultural water utilization are:

- the Irrigation and Drainage Section within the Division of Watershed Management of DFD;
- the Soil and Water Conservation Section within the Division of Watershed Management of DFD;
- the Water for Agricultural Production Section within the Division of Agricultural Engineering of DFD.

The functions of the Irrigation and Drainage Section are to:

- Provide policy guidelines on irrigation and drainage and the utilization and management of wetlands;
- Participate in the planning, selection, design and construction of replicable and sustainable irrigation and drainage systems;
- Provide technical guidance in popularizing farmer-managed smallholder irrigation systems;
- Provide training for staff and other stakeholders in irrigation technology and the sustainable utilization and management of wetlands;
- Coordinate the development of irrigation in the country;
- Monitor and evaluate progress in irrigation activities in liaison with district subject matter specialists.

The functions of the Soil and Water Conservation Section are to:

- Provide guidelines in the formulation of agricultural policies for the conservation of soil and water;
- Plan the promotion of conserving soil and water in farming systems through catchment area approaches;
- Provide technical guidance to promote water harvesting for agricultural production;
- Coordinate all activities in soil and water conservation and watershed development;
- Inspect and provide standards and by-laws for soil and water conservation;
- Provide training and technical backup for staff and other stakeholders on soil and water conservation issues;
- Provide technical advice on the development of fragile lands;
- Provide policy guidelines on sustainable agriculture in semi-arid and marginal lands;
- Participate and coordinate the promotion of agroforestry and other agricultural practices that combat desertification and promote environmental conservation;
- Monitor and evaluate agricultural activities on fragile lands.

The functions of the Water for Agricultural Production Section are:

- The overall coordination and implementation of provision of water for agricultural production;
- To prepare workplans, strategies, management and supervisory schedules for agricultural water use.

It is felt that the activities of the Water for Agricultural Production Section are rather repetitive and could therefore be incorporated into the other two sections that deal with water issues.

Some of the former functions of the MAAIF were diverted to the National Agricultural Research Organization (NARO) and under its new mandate the NARO has to ensure that the technologies, which are generated and developed, reach the end users through various delivery agencies in the districts. It will carry out extension functions at four different levels as follows: national level, zonal level, district level and subcounty level.

The Ministry of Water, Lands and Environment (MWLE) has the overall responsibility for initiating the national policies and for setting national standards and priorities for water development and management. It has the mandate to promote and ensure the rational and sustainable utilization and development and safeguarding of land and water resources and the environment, for social and economic welfare and development as well as for regional and international peace. The central institutions in the MWLE responsible for interventions in the water and sanitation sector are:

- The National Water and Sewerage Corporation (NWSC), an autonomous parastatal entity established in 1972 is responsible for the delivery of water supply and sewerage services in 15 large urban centres.
- The Directorate of Water Development (DWD) is the leading Government agency responsible for managing water resources, coordinating and regulating all sector activities. The DWD also provides support services to Local Governments and other service providers.
- Local Governments (districts, towns and lower Local Governments) together with the communities are responsible for implementation, operation and maintenance of water supply and sanitation facilities in their area of jurisdiction, except in the large urban centres where this is under the NWSC.

The Directorate of Water Development (DWD) works to promote coordinated, integrated and sustainable water resources management and the utilization and provision of water for all social and economic activities. The sector covers water resources management, water for production, rural water supply and sanitation and urban water supply and sanitation. The DWD's activities include the development of surface water reservoirs such as dams and valley tanks in the drier parts of the country to increase accessibility to water, as well as the rehabilitation of existing dilapidated dams.

Water management

In the past, from the 1960s onwards, the Government of Uganda applied top-heavy approaches in developing irrigation schemes. The Government was expected to transfer the management of these schemes to farmer cooperatives. While most of these projects were operational for a number of years, poor management combined with social and financial problems resulted in their abandonment. The Agoro and Doho Schemes, developed for rice irrigation in the 1960s and the 1980s respectively, have been under Government management. An effort to transfer the management of these schemes to farmers was initiated with the establishment of Irrigation Associations and the initiation of the payment of user fees. In Doho, about 50 percent of the farmers pay the fees and Government staff are jointly managing the scheme together with the beneficiaries. The collected fees are used for the maintenance of the scheme.

In the early 1990s the first effort to introduce farmer participation in small-scale irrigation schemes was undertaken with the development of the Kekite, Gayaza

and Zirobwe schemes. Another effort to introduce farmer participatory approaches was made with the development of Olweny pilot rice irrigation project. However, the technologies introduced (pumping for both irrigation and drainage water) were imposed on the farmers, making the sustainability of this project doubtful without Government involvement. In the Kibimba Rice Scheme the management of the scheme failed after the departure of the Chinese technical assistance team in 1991, and the infrastructure was deteriorating up until 1997 when it was privatized. Since then the performance of the scheme has improved substantially.

Part of the current approach to irrigation development and management of water resources is to encourage both crop and livestock farmers to form Water Users Associations (WUAs). Furthermore, emphasis is laid on capacity building for irrigation development at all levels.

Finances

Irrigation promotion and development is central in current Government policy on "Modernization of Agriculture", where strategic intervention on export promotion of high value crops is emphasized. However, there is still a need for agricultural subsidies and incentive interest rates for farmers to acquire recommended technologies. Short of these, the alternative would be longer grace periods on loans to enable farmers afford technologies for irrigation development.

Policies and legislation

The two major policies of the Government of Uganda impacting on irrigation development are the National Water Policy (1999) and the Plan for Modernization of Agriculture (2000). In addition, the National Policy for the Conservation and Management of the Wetlands (1995) gives a basis for the planning and development of rice irrigation. Internationally, ten countries within the Nile Basin formed the Nile Basin Initiative in February 1999 to realize the shared vision to achieve the equitable utilization of, and benefit from, the common Nile Basin water resources.

The law relating to irrigated agriculture is scattered over many pieces of legislation. There is no legislation that deals specifically with irrigated agriculture.

The Constitution of Uganda 1995 vests in the State the duty to protect important natural resources including water and to take all practical measures to promote a good water management system.

The Water Statute 9/1995, among others, provides for the use, protection and management of water resources and supply and for the constitution of water and sewerage authorities. The objectives of the statute are *inter alia* to allow for the orderly development and use of water resources for purposes other than domestic use, such as irrigation and agriculture, in ways that would minimize harmful effects to the environment. Domestic use, as interpreted herein, includes use for the purpose of irrigating a subsistence garden. A subsistence garden means a garden not exceeding 0.5 ha in area, appurtenant to or used in connection with a dwelling or group of dwellings and the produce is for subsistence and not sale or barter. General rights to use water for irrigation where there is a natural source of water are limited to irrigating a subsistence garden. Extraction of water is prohibited unless authorized.

The National Environment Statute 4/1995 provides for the sustainable management of the environment among other things and it establishes the National Environment Management Authority (NEMA). Projects relating to dams, rivers and water resources are to be considered for environmental impact assessment before they can take off. The NEMA, in consultation with the leading agency, is required to establish minimum water quality standards for different uses including water for agricultural purposes.

The Local Governments Act 1/1997 aims to put into effect the decentralization and devolution of functions, powers and services. The provision and maintenance of water

supplies is vested in the district councils in liaison with the Ministry responsible for Natural Resources.

The Water Resources Regulations 9/1997 provide for the procedure through which one can obtain a water permit.

The Environmental Impact Assessment Regulations 13/1998 require a developer seeking to implement a project for which an environmental impact assessment is required under the statute to carry out such an assessment.

ENVIRONMENT AND HEALTH

In general, the surface water used for irrigation in the country has no problem with the salinity. However, saline water is expected in semi-arid areas of the country where samples of borehole water have tested positive. In case the need arises for irrigation in these areas, blending of the water with surface runoff or use of tolerant crops will be taken into consideration. Waterlogging has been observed in the Mubuku irrigation scheme.

Through the Environmental Impact Assessment, precautions are always taken to avoid pollution of lakes, rivers and streams in the event of developing irrigation schemes. Farmers are encouraged to leave a vegetative area with distance of 50 m and 100 m from the water source depending on whether it is a small stream or a large river, respectively. Additionally, farmers are continuously educated on the use of agrochemicals in combination with water management.

Partial and total sedimentation of dams and valley tanks has occurred in most structures of the 1960s (over 1 000) and it is a common phenomenon in the Karamoja area where most of the soils are sandy-sandy loam in nature. This has substantially curtailed valley tank/dam construction in the area for livestock watering, and sedimentation would be one of the risks when the need arises for construction of irrigation structures. These structures are breeding grounds for mosquitoes hence the prevalence of malaria among the surrounding communities. Bilharzia on the other hand flourishes in streams or swamps with low water velocities and farmers are in constant contact with the water. Consequently, farmers in Kibimba, Doho and Olweny irrigation schemes have fallen prey to the disease. Incidences of river blindness have been reported in some parts of western Uganda.

PERSPECTIVES FOR AGRICULTURAL WATER MANAGEMENT

The Uganda Government is working towards an optimum utilization of natural water resources for production purposes; hence the Water Sector Review reviewed water for crop, livestock, wildlife, aquaculture and industry. Till the year 2015, there is no plan to reallocate water from one subsector to the other since the country is well endowed with the resource. Furthermore, the type of irrigation quoted is supplementary thus drawing fewer water resources from relevant catchment areas for the purpose. Simultaneously, there is a drive to integrate aquaculture with small-scale irrigation and considerations are underway to stock dams and valley tanks, meant for livestock watering, with fish. This would depend entirely on the sensitization of the beneficiaries.

Disincentive policies are being redressed to facilitate irrigation development. Originally, the Government was distancing itself from the construction of large-scale irrigation schemes, but there is now a need to turn around since it is an investment similar to the construction of roads, hospitals and schools for public use. Donor support for funding is expected to rise since the Government has an elaborate plan on poverty eradication.

According to the Directorate of Water Development (DWD), the long-term objective of providing water for agricultural production is "to promote the development of the water supply for agricultural production in order to modernize agriculture and mitigate the effects of climatic variations on rain-fed agriculture". Specifically this

includes the provision of water for livestock, irrigation, aquaculture and water supply for rural industry. Presently the Government through the DWD is undertaking a Water for Production subsector reform study that will, among other things, provide a guide on the most appropriate and affordable methods of water supply for irrigation.

The objective of the Plan for Modernization of Agriculture regarding the irrigation subsector is "availability of water all year round for increased and sustainable commercial agricultural production without degrading the environment". In specific terms, the following actions will be taken:

- Provision for research and demonstration of on-farm small-scale irrigation and water harvesting technologies, small to medium valley dams/tanks and fishponds;
- Construction of strategic cost effective irrigation schemes, community valley dams/tanks and regional fish hatcheries by Local Governments in partnership with the private sector;
- Re-appraisal and rehabilitation of all existing irrigation schemes and valley dams/tanks in partnership with the private sector;
- Private sector and Local Governments' capacity building to effectively take over the planning, designing, construction/installation and management of water for production facilities;
- Establish fish farming laboratory and equipment for research, setting standards and quality control.

MAIN SOURCES OF INFORMATION

FAO. 2001. *Uganda. Annual Report*. Office of the FAO Representative. Kampala, Uganda.

IPTRID. 1998. *Irrigation subsector review, Uganda. Draft report*. Rome.

Mihajlovich, D. 1993. *Assistance in small-scale irrigation.* Irrigation Engineering Consultancy. Project FAO-TCP/UGA/0154.

Ministry of Natural Resources. 1995. *Rapid water resources assessment (DOC 007)*. Publication for Uganda Water Action Plan.

Multiplan Consulting Engineers and COWI Consultants. 2003. *Water for agricultural production strategy 2003-2015*. Kampala.

The Republic of Uganda. 1995. *National policy for the conservation and management of wetland resources.*

Ministry of Water, Lands and Environment, Republic of Uganda. 1999. *A national water policy*.

Ministry of Agriculture, Animal Industry and Fisheries and Ministry of Finance, Planning and Economic Development, Republic of Uganda. 2000. *Plan for Modernization of Agriculture: Eradicating poverty in Uganda, "Government Strategy and Operational Framework"*.

UNEP. 1988. *Strategic Resources Planning in Uganda*, Volume IV: Water Resources.

World Bank. 1993. Uganda: *Agricultural Sector Memorandum*. Three volumes. Report No. 10715-UG.

United Republic of Tanzania

GEOGRAPHY, CLIMATE AND POPULATION

The United Republic of Tanzania consists of the mainland and Zanzibar, which is made up of the islands Unguja and Pemba. Its total area is 945 090 km^2. The country is bordered in the north by Kenya and Uganda, in the east by the Indian Ocean, in the south by Mozambique and in the west by Rwanda, Burundi, the Democratic Republic of the Congo and Zambia. The Indian Ocean coast is some 1 300 km long, while in the northwest there are 1 420 km of shoreline on Lake Victoria, in the centre-west there are 650 km of shoreline on Lake Tanganyika and, in the southwest, 305 km of shoreline on Lake Malawi.

The terrain comprises plains along the coast, a plateau in the central area, and highlands in the north and south. The northeast border with Kenya is dominated by Mt. Meru and Mt. Kilimanjaro. Southwards is the Central Plateau reaching elevations above 2000 m. The mountain range of the Southern Highlands separates the Eastern plateau from the rest of the country.

Land cover is dominated by woodland, grassland and bushland which account for about 80 percent of the total land area. Cultivable area is estimated to be 40 million ha, or 42 percent of the total land area. In 2002, 13 percent of the cultivable area was actually cultivated, comprising 4 million ha of arable land and 1.1 million ha under permanent crops (Table 1).

The climate varies from tropical along the coast to temperate in the highlands. There are two types of seasonal rainfall distribution:

- The unimodal type, where rainfall is usually from October/November to April, found in the central, southern and southwestern highlands;
- The bimodal type, comprising two seasons: the short rains (*Vuli*) fall from October to December, while the long rains (*Masika*) fall from March to June. This type occurs in the coastal belt, the northeastern highlands and the Lake Victoria Basin.

Annual rainfall varies from 500 mm to 1 000 mm over most of the country. The highest rainfall of 1 000 mm to 3 000 mm occurs in the northeast of the Lake Tanganyika basin and in the Southern Highlands. Mean annual rainfall is 1 071 mm. Zanzibar and the coastal areas are hot and humid and average daily temperatures are around 30 °C. October-March is the hottest period. Sea breezes however temper the region's climate and June-September is coolest with temperatures falling to 25 °C. In the Kilimanjaro area, temperatures vary from 15 °C in May-August to 22 °C in December-March.

The total population is 37.7 million (2004), of which 63 percent is rural (Table 1). The population density is 40 inhabitants/km^2. The vast majority of the population lives inland, far away from the coastline. Poverty is concentrated in the rural areas; however, urban poverty has accompanied rapid urbanization. The national poverty rate is about

TABLE 1
Basic statistics and population

Physical areas			
Area of the country	2002	94 509 000	ha
Cultivated area (arable land and area under permanent crops)	2002	5 100 000	ha
• as % of the total area of the country	2002	5	%
• arable land (annual crops + temp. fallow + temp. meadows)	2002	4 000 000	ha
• area under permanent crops	2002	1 100 000	ha
Population			
Total population	2004	37 671 000	inhabitants
• of which rural	2004	63	%
Population density	2004	40	inhabitants/km^2
Economically active population	2004	19 337 000	inhabitants
• as % of total population	2004	51	%
• female	2004	49	%
• male	2004	51	%
Population economically active in agriculture	2004	15 214 000	inhabitants
• as % of total economically active population	2004	79	%
• female	2004	54	%
• male	2004	46	%
Economy			
Gross Domestic Product (GDP)	2003	9 900	million US$/yr
• value added in agriculture (% of GDP)	2003	43.4	%
• GDP per capita	2003	268	US$/yr
Human Development Index (highest = 1)	2002	0.407	
Access to improved drinking water sources			
Total population	2002	73	%
Urban population	2002	92	%
Rural population	2002	62	%

36 percent. In 2002, 92 percent of the urban and 62 percent of the rural population were using improved drinking water sources (Table 1).

ECONOMY, AGRICULTURE AND FOOD SECURITY

The country's GDP was US$9.9 billion in 2003, and the value added in agriculture was 43.4 percent of GDP. The agricultural sector continues to lead economic growth, in spite of the recent emergence of the new high-growth sectors of mining and tourism, and it continues to have the highest impact on the levels of overall economic growth. Agriculture provides work for 14.7 million people, or 79 percent of the total economically active population, and 54 percent of agricultural workers are female. Small-scale subsistence farmers comprise more than 90 percent of the farming population, with medium- and large-scale farmers accounting for the rest.

The main food crops grown are maize, sorghum, millet, paddy, wheat, sweet potato, cassava, pulses and bananas. Maize is the dominant crop with a planted area of over 1.5 million ha during recent years, followed by paddy with more than 0.5 million ha over recent years. The main agricultural products exported by the United Republic of Tanzania are green coffee, cashew nuts and tobacco that, in 2001, represented about 41 percent of all agricultural exports. The main agricultural products imported are wheat and palm oil.

In recent years, the country has not been self-sufficient in cereals, but it is self-sufficient in non-cereals at the national level. However, there is a clear difference in the supply capabilities of staple-food crops among the regions:

- In Arusha, Coast, Dar es Salaam, Dodoma, Kigoma, Kilimanjaro, Mara, Tabora and Tanga, the supply is constantly less than demand;
- Iringa, Mbeya, Mwanza, Rukwa, Ruvuma and Shinyanga have attained self-sufficiency or produce surpluses.

Rainfed cropping systems can be classified into three broad categories:
- Short rains (*Vuli*) season from September/October to January/February;
- Long rains (*Masika*) season from February/March to June/July;
- A combination of the two (*Musumi*) from November to June.

WATER RESOURCES AND USE

Water resources

Tanzania has nine major drainage basins that, according to the recipient water body, can be categorized as follows:

Draining to the Mediterranean Sea:
- The Lake Victoria basin, which is part of the Nile River basin.

Draining to the Indian Ocean:
- The Pangani River basin;
- The Ruvu/Wami River basin;
- The Rufiji River basin;
- The Ruvuma River and Southern Coast basin;
- The Lake Nyasa (Lake Malawi) basin, which is part of the Zambezi River basin.

Draining to the Atlantic Ocean:
- The Lake Tanganyika basin, which is part of the Congo River basin.

Rift Valley (endorheic) basins, of which amongst others:
- The Lake Eyasi and Bubu depression; Lake Manyara;
- The Lake Rukwa basin.

River regimes follow the general rainfall pattern. River discharge and lake levels start rising in November-December and generally reach their maximum in March-April with a recession period from May to October/November. Many of the larger rivers have flood plains, which extend far inland with grassy marshes, flooded forests and ox-bow lakes.

Total renewable water resources amount to 93 km^3/yr (Table 2), of which 84 km^3/yr are internally produced and 9 km^3/yr are accounted for by the Ruvuma River, which

TABLE 2
Water: sources and use

Renewable water resources			
Average precipitation		1 071	mm/yr
		1 012	10^9 m^3/yr
Internal renewable water resources		84	10^9 m^3/yr
Total actual renewable water resources		93	10^9 m^3/yr
Dependency ratio		9.7	%
Total actual renewable water resources per inhabitant	2004	2 469	m^3/yr
Total dam capacity	2002	4 196	10^6 m^3
Water withdrawal			
Total water withdrawal	2002	5 184	10^6 m^3/yr
- irrigation	2002	4 425	10^6 m^3/yr
- livestock	2002	207	10^6 m^3/yr
- domestic	2002	527	10^6 m^3/yr
- industry	2002	25	10^6 m^3/yr
• per inhabitant	2002	143	m^3/yr
• as % of total actual renewable water resources	2002	5.6	%
Non-conventional sources of water			
Produced wastewater		-	10^6 m^3/yr
Treated wastewater		-	10^6 m^3/yr
Reused treated wastewater		-	10^6 m^3/yr
Desalinated water produced		-	10^6 m^3/yr
Reused agricultural drainage water		-	10^6 m^3/yr

TABLE 3
Main dams in Tanzania

Name of Dam/reservoir	Riverbasin	Height (m)	Storage capacity (million m³)	Installed hydropower capacity (MW)
Kidatu	Rufiji	40	125	204
Lower Kihansi	Rufiji	25	1	180
Mtera	Rufiji	45	3 200	80
Nyumba ya Mungu	Pangani	-	875	8

flows on the border between Tanzania and Mozambique. Renewable groundwater resources are estimated at 30 km³/yr, of which all but 4 km³/yr are considered to be overlap between surface water and groundwater.

About 5.7 percent of the total land area of the United Republic of Tanzania is covered by three lakes, which also form the border to neighboring countries:

- Lake Victoria, which is part of the Nile River basin, is shared with Kenya and Uganda. Its total area is 68 800 km², of which 51 percent belong to the United Republic of Tanzania.
- Lake Tanganyika, which is part of the Congo River basin, is shared with Burundi, Democratic Republic of Congo and Zambia. Its total area is 32 900 km², of which 41 percent belong to the United Republic of Tanzania.
- Lake Nyasa or Lake Malawi, which is part of the Zambezi River basin, is shared with Malawi and Mozambique. Its total area is 30 800 km², of which the United Republic of Tanzania claims 5 569 km² or 18 percent.

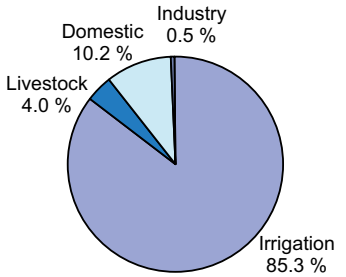
Other lakes include Lake Rukwa, Lake Eyasi, Lake Manyara, Lake Natron, Lake Balangida. The main dams in the United Republic of Tanzania are given in Table 3.

In the 1970s, 21 small-scale earthfill-type dams were constructed mainly on seasonal rivers in the Tabora region for irrigation and domestic supply purposes. All except seven of them suffer from serious sedimentation. In addition to these dams, there are many smaller dams over the whole land, called Charco dams, for irrigation, domestic and livestock purposes. In general, dam construction is largely restricted by hydrological and topographic conditions.

Water use

Total water withdrawal in mainland Tanzania was estimated for the year 2002 to be 5 142 million m³ (Table 4). Agriculture consumes the largest share with 4 624 million m³ (almost 90 percent of total) of which 4 417 million m³ for irrigation and 207 million m³ for livestock, while the domestic sector uses 493 million m³. Total water withdrawal by the domestic sector and irrigation in Zanzibar is estimated to be about 42 million m³. Of this, withdrawal on Unguja Island is 33 million m³ and on Pemba Island it is 9 million m³. Industry in Tanzania consumes an estimated 25 million m³ (Figure 1).

FIGURE 1
Water withdrawal
Total 5.184 km³ in 2002



International water issues

The United Republic of Tanzania shares three major lakes (Lake Victoria, Lake Tanganyika and Lake Nyasa (Malawi)) with neighbouring countries, as well as Ruvuma River on the border with Mozambique.

Since Lake Victoria is part of the Nile River basin, the United Republic of Tanzania is one of the member countries of the Nile Basin Initiative, which was officially launched in

TABLE 4
Irrigation and drainage

Irrigation potential			**2 132 221**	**ha**
Water management				
1. Full or partial control irrigation: equipped area		2002	184 330	ha
- surface irrigation			-	ha
- sprinkler irrigation			-	ha
- localized irrigation			-	ha
• % of area irrigated from groundwater		2002	0.2	%
• % of area irrigated from surface water		2002	99.8	%
2. Equipped lowlands (wetland, ivb, flood plains, mangroves)			-	ha
3. Spate irrigation			-	ha
Total area equipped for irrigation (1+2+3)		**2002**	**184 330**	**ha**
• as % of the cultivated area		2002	3.6	%
• average increase per year over last 9 years		1993-2002	2.3	%
• power irrigated area as % of total area equipped		2002	0.8	%
• % of total area equipped actually irrigated			-	%
4. Non-equipped cultivated wetlands and inland valley bottoms			-	ha
5. Non-equipped flood recession cropping area			-	ha
Total water-managed area (1+2+3+4+5)		**2002**	**184 330**	**ha**
• as % the cultivated area		2002	3.6	%
Full or partial control irrigation schemes	**Criteria**			
Small-scale schemes (mainland only)	< 50 ha	2002	5 533	ha
Medium-scale schemes (mainland only)	50 - 500 ha	2002	71 212	ha
Large-scale schemes (mainland only)	> 500 ha	2002	107 243	ha
Total number of households in irrigation			-	
Irrigated crops in full or partial control irrigation schemes				
Total irrigated grain production			-	tonnes
• as % of total grain production			-	%
Total harvested irrigated cropped area		2002	227 000	ha
• Annual crops: total		2002	227 000	ha
- rice		2002	89 000	ha
- maize		2002	57 000	ha
- others (beans, vegetables)		2002	81 000	ha
• Permanent crops: total		2002	0	ha
Irrigated cropping intensity		2002	123	%
Drainage - Environment				
Total drained area			-	ha
- part of the area equipped for irrigation drained			-	ha
- other drained area (non-irrigated)			-	ha
• drained area as % of the cultivated area			-	%
Flood-protected areas			-	ha
Area salinized by irrigation		1999	50 000	ha
Population affected by water-related diseases			-	inhabitants

February 1999 in Dar es Salaam, following an agreement of the Ministers of Water Affairs of the Nile Basin States.

The Kagera River basin covers the upper part of the Nile Basin until its entry into Lake Victoria and involves Burundi, Rwanda, the United Republic of Tanzania and Uganda. The Kagera Basin Organization (KBO) (defunct in 2004) was set up as the organization for the management and development of the Kagera River basin. The objective of the KBO was to deal with all questions concerning the activities to be carried out in the Kagera River basin. In addition, an agreement to manage Lake Victoria has been signed by the countries of the East African Community and programmes to implement the agreement are being studied.

At the bilateral level, the United Republic of Tanzania is implementing a project on the stabilization of the Songwe River course jointly with Malawi, through the Malawi/Tanzania Joint Permanent Commission of Cooperation (JPCC).

The United Republic of Tanzania, together with Angola, Burundi, Cameroon, the Central African Republic, the Congo, the Democratic Republic of the Congo, Rwanda, and Zambia, shares the Congo (Zaïre) River; and in the Zambezi River Basin with Angola, Botswana, Malawi, Mozambique, Namibia, Zambia, and Zimbabwe. The Zambezi Watercourse Commission (ZAMCOM) was created in 2004 between the eight countries sharing the basin.

IRRIGATION AND DRAINAGE DEVELOPMENT

Evolution of irrigation development

Irrigation potential is estimated by the 2002 Study on the National Irrigation Master Plan (NIMP) to be 2 123 700 ha in mainland Tanzania, while for Zanzibar it is estimated to be 8 521 ha. The criteria for this estimate are water resources potential, land resources potential and socio-economic potential. The high potential areas are located in roughly four locations:

- Mara, Mwanza and Kagera regions;
- Arusha and Kilimanjaro regions;
- Morogoro region;
- Mbeya and Iringa regions.

Irrigation in the form of traditional irrigation schemes goes back hundreds of years in the country. Those schemes have however become inadequate as a result of an increase in population, wear and tear, catchment degradation etc. The response to the increasing shortcomings of these schemes from colonial times until recently has largely been:

- the construction of new irrigation estates for parastatal organizations;
- the construction of new modern style schemes to be run by smallholders;
- the rehabilitation or upgrading of traditional irrigation schemes.

However, the great majority of those schemes have had very limited success and the only successful ones are in the private sector. In general, the development of irrigated agriculture in the United Republic of Tanzania has been slow, for reasons such as:

- the absence of vital irrigation data for planning purposes;
- a lack of resources on the part of the government (funds and trained irrigation personnel);
- the absence of national irrigation investment criteria;
- the lack of any national coordination of irrigation development, despite available funding from donors.

According to the NIMP, the total area equipped for irrigation is 184 330, of which 183 988 ha in mainland Tanzania and 342 ha in Zanzibar (Table 4). The NIMP had inventoried 1 428 irrigation schemes (including water harvesting schemes) in mainland Tanzania, of which 29 were being implemented, 79 did not need rehabilitation and 37 had been rehabilitated within the last five years. The rest, about 90 percent of all schemes, needed some form of rehabilitation. In Zanzibar, 19 irrigation schemes were inventoried. Rainwater harvesting schemes cover 7 934 ha in mainland Tanzania, mainly located in the regions of Dodoma, Mara, Mwanza, Shinyanga, Singida and Tabora. In these schemes, runoff is diverted from residential areas, paths and transient streams to fields in the bottom of the valleys, where mainly paddy rice is grown. The most important system is the diversion of ephemeral streams for distances up to 2 km.

Most of the irrigated areas are under surface irrigation, mainly used by smallholders. Water distribution is usually by lined and unlined canals, and furrows and basins are widely used. Sprinkler irrigation is used by few large-scale commercial farmers. It is not common amongst smallholders. Drip irrigation is rarely used. Almost all irrigation water on the mainland is surface water, and groundwater is utilized on only 0.2 percent of all irrigated areas (Figure 2).

The following types of irrigation schemes are distinguished in the United Republic of Tanzania (Figure 3):

- Modern irrigation schemes (35 847 ha): these are formally planned and designed schemes with full irrigation facilities and usually a strong element of management by the government or other external agencies. Those schemes are developed in the regions of Kilimanjaro, Morogoro and Mbeya. All parastatal managed irrigation schemes also fall under this category.
- Traditional irrigation schemes (122 630 ha): these have been initiated and operated by the farmers themselves, with no intervention from external agencies. They include schemes based on traditional furrow irrigation for the production of fruit and vegetables in the highlands and simple water diversion schemes on the lowland for paddies.
- Improved traditional irrigation schemes (25 511 ha): these are traditional irrigation schemes on which, at some stage, there was intervention by an external agency, such as the construction of a new diversion structure.
- Water harvesting schemes: water harvesting and flood recession schemes, on which sub-subsistence farmers have introduced simple techniques to artificially control the availability of water to the crops.

Of the 1 428 irrigation schemes inventoried by the NIMP, 1 328 were smallholder schemes, 85 private schemes and 15 government-managed schemes. About 3 percent of the total area is covered by small schemes with an area of less than 50 ha each, while 58 percent is covered by schemes of over 500 ha each (Table 5 and Figure 4).

Gravity-fed irrigation schemes account for over 99 percent of the irrigated area, while the rest uses pumps for water abstraction (Table 6 and Figure 5). The latter schemes are mainly located in the regions of Kagera, Mara and Mwanza.

FIGURE 2
Source of irrigation water
Total: 183 988 ha in 2002 (Zanzibar not included)

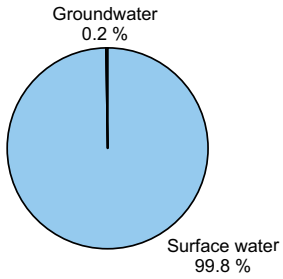


FIGURE 3
Type of full/partial control irrigation
Total 183 988 ha in 2002 (Zanzibar not included)

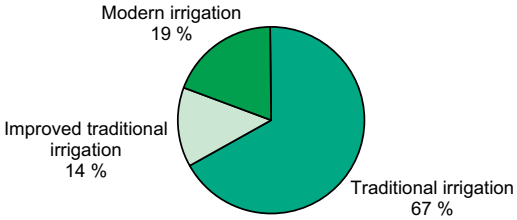


FIGURE 4
Type of irrigation schemes
Total 183 988 ha in 2002 (Zanzibar not included)

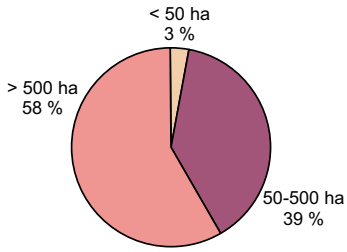
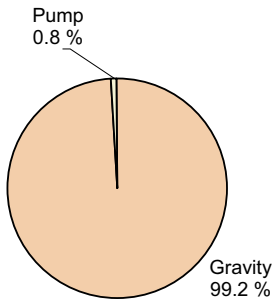


FIGURE 5
Type of abstraction of irrigation water
Total 183 988 ha in 2002 (Zanzibar not included)



Role of irrigation in agricultural production, the economy and society

The main irrigated crops are paddy rice and maize, accounting for about 48 percent and 31

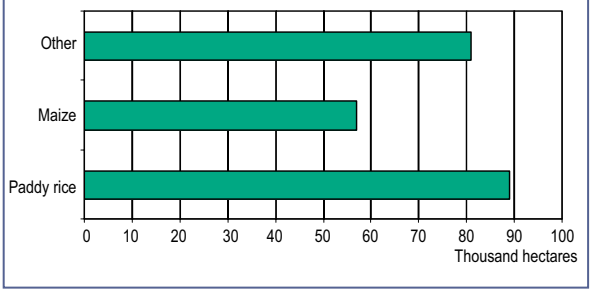
TABLE 5
Irrigation schemes by type of irrigation and management type in Mainland Tanzania

Type of irrigation	Area (ha)	Number of schemes by management type		
		Smallholder	Private	Government
Modern irrigation	35 847	95	25	8
Traditional irrigation	122 630	924	52	6
Improved traditional irrigation	25 511	105	7	1
Sub-total irrigation	**183 988**	**1 124**	**84**	**15**
Water harvesting	7 934	204	1	0
Total	**191 922**	**1 328**	**85**	**15**

TABLE 6
Irrigated areas by type of irrigation and type of abstraction in Mainland Tanzania

Type of irrigation	Gravity (ha)	Pump (ha)
Modern irrigation	34 850	997
Traditional irrigation	122 199	431
Improved traditional irrigation	25 486	25
Total	**182 535**	**1 453**

FIGURE 6
Irrigated crops
Total harvested area 227 000 ha in 2002 (cropping intensity 123%) (Zanzibar not included)



percent of the irrigated areas in 2002 (Table 4 and Figure 6). Other irrigated crops account for 44 percent of the irrigated areas and comprise beans, vegetables (including onion, tomato and leaf vegetables), bananas and cotton. From the above figures, the cropping intensity is 123 percent. Private irrigation schemes produce cash crops such as tea, coffee, cashew and sugar cane. In the National Irrigation Development Plan of 1994 (NIDP), the yields of rainfed and irrigated rice were compared and are shown in the Table 7.

The cost for the rehabilitation, improvement and construction of irrigation schemes was estimated by the NIMP (2002), as given in Table 8, where the lower values reflect the cost of rehabilitating irrigation canal only, while the higher costs refer to the construction or replacement of both diversion weir and irrigation canal. For the implementation of the NIMP, the operation and maintenance cost was assumed to be US$15/ha per year.

WATER MANAGEMENT, POLICIES AND LEGISLATION RELATED TO WATER USE IN AGRICULTURE

Institutions

The main institutions involved in agricultural water management are:

- The Irrigation Section (IS) within the Ministry of Agriculture and Food Security (MAFS) which is responsible for irrigation development.
- The Water Division within the Ministry of Water and Livestock Development (MWLD) which is responsible for the design, construction, equipment, maintenance and operation of laboratories, water planning, water supply, water research, sewerage and sanitation.

TABLE 7
Typical rainfed and irrigated paddy yields in Tanzania

Type of irrigation	Yield (tonnes/ha)	Remarks
Rainfed	1.0 – 1.8	Hand cultivation
Traditional irrigation	1.0 – 2.0	Water harvesting/river diversions
Improved traditional irrigation	4.0	River diversion/improved land development
New smallholder scheme	2.0 – 6.0	Mechanization/high inputs/modern varieties
State farms	2.8	Mechanization/high inputs/modern varieties

- The Central Water Board (CWB) within the MWLD which is the principal advisory body to the government on matters pertaining to the utilization of water nationally and to the allocation of water rights. It is given executive power over pollution control.
- The National Environmental Management Council (NEMC) within the Ministry of Tourism, Natural Resources and Environment (MTNRE) which is the advisory body to the Government on environmental matters.
- The Regional Secretariat which is a local agency of central government with the function to encourage local governments to execute and implement policies. Its staff has been significantly reduced, and part of the personnel transferred to local governments because of the Local Government Reform Programme (LGRP), which is a major decentralization effort. In the Regional Secretariat, the agricultural officer is responsible for irrigation development.
- Local Government Authorities (LGA) which are given greater autonomy. Some executive functions are transferred to them from central government, under the abovementioned LGRP. These reforms will be critical to the delivery of support services to smallholders and rural infrastructure development. In the District Council, the District Agriculture and Livestock Development Officer (DALDO) is in charge of irrigation development. However, not all DALD Offices have irrigation officers and many are seriously understaffed.

TABLE 8
Cost of rehabilitation, improvement and construction by type of irrigation

Type of irrigation	Cost (US$/ha)
Modern irrigation	2 000 – 5 000
Traditional irrigation	1 500 – 3 000
Improved traditional irrigation	2 000 – 5 000
Water harvesting	500 – 1 500

Water management

The responsibility for managing the water resources of the country lies with the MWLD. Water resources management involves water resources development, water allocation, pollution control and environmental protection. Until the 1990s, water was managed by the MWLD on the basis of administrative regions. Since then, the emphasis has changed to managing water resources on the basis of river basins. To strengthen river basin management, the MWLD was implementing the river basin management component of the River Basin Management and Smallholder Irrigation Improvement Project (RBMSIIP) in the Rufiji and Pangani basins. The project, the implementation of which began in December 1996, was intended to deal effectively with water management problems and improve the efficiency of smallholder irrigation.

Irrigators' Associations (IAs), or Irrigators' Groups (IGs), have been formed from the early 1990s onwards, for example in the Pangani basin. They are expected to become a main actor in the irrigation sector, representing part of the private sector. The rights and obligations of these groups cannot always be clearly and uniformly defined under the present legal framework. A new legal framework for the IGs seems to be very important and necessary.

Finances

The average share of irrigation development for the five years 1998/99-2002/3 was 1.46 percent of the Government's Development Expenditure.

Policies and legislation

The regulatory and institutional framework for water resources management is provided for under the Water Utilization (Control and Regulation) Act. No.42 of 1974 as amended by the Water Laws (Control and Regulation) Act of 1997 and the Water Laws (Miscellaneous amendments) Act of 1999. They stipulate that all water in mainland Tanzania is vested in the United Republic of Tanzania and the Minister

responsible for water development is empowered to regulate the use of water from any source in any area of the country on a national basis, to declare such a source to be a national water supply for the purpose of the Act. The Law sets conditions on the use of water and appoints the Principal Water Officer, under the direction of the CWB, to be responsible for setting policy and allocation of water rights at the national level. The Water Act is currently under review. The new Act is expected to establish a mechanism for a more participatory management of water resources. With irrigation an important economic activity in most if not all of the river basins of the United Republic of Tanzania, a more balanced approach will probably be adopted.

In 1994, the National Irrigation Development Plan (NIDP) was prepared including the objectives of "Removal of Sectoral Constraints" and "Implementation of Irrigation Infrastructure". Progress so far has only been about 30 percent for the components related to both the objectives mentioned above, while completion is envisaged by 2014. The main reasons for the slow progress are inadequate institutional reforms and lack of human and financial resources.

Existing land tenure arrangements do not attract long-term commitments of resources for improving the productivity of land through irrigation or drainage. The 1999 Land Act has laid the foundation for a more transparent execution of land-based transactions and property rights. However, problems in the administrative procedures and in the use of land as collateral for obtaining credit still need to be addressed.

The Agricultural Sector Development Strategy (ASDS), finalized in 2001, focuses on the period 2002-2007 and proposes to apply the principles of integrated soil and water management, emphasizing the use of low-cost approaches by smallholders and to promote and support small-scale irrigation.

In July 2002, the Government issued the National Water Policy whose main goals are to establish a comprehensive framework for sustainable development and management of water resources and for participatory agreements on the allocation of water use. The Government will not be in charge of executive functions, i.e. the actual delivery of the services, which are the responsibility of the LGAs. Central statements of the Policy are that "water will be subject to social, economic and environmental criteria" and that "every water use permit shall be issued for a specific duration". This could mean that irrigation might have to compete with industrial sectors and that a continuous irrigation water supply might not be guaranteed.

ENVIRONMENT AND HEALTH

The National Environment Policy of 1997 identified the following major environmental problems:

- Lack of accessible, good quality water for both urban and rural inhabitants;
- Deterioration of aquatic systems;
- Pollution and poor management threatening the productivity of lake, river, coastal and marine waters.

The reasons identified for the above problems are inadequate water management, inadequate monitoring and inadequate involvement of stakeholders. Alleviation of the problems will be achieved through:

- Control of the agricultural runoffs of agrochemicals to minimize the pollution of surface and groundwater;
- Improvement of water-use efficiency in irrigation, including controls on water logging and salinization.

The sectoral policy for water and sanitation of the National Environment Policy of 1997 includes:

- Planning and implementation of water resources and other development programs in an integrated manner and in ways that protect catchment areas and their vegetation cover;

- Improved management and conservation of wetlands;
- Promotion of technology for efficient and safe water use, particularly for water and wastewater treatment, and recycling;
- Institution of user charges that reflect the full value of water resources.

Existing data on the incidence of water-borne, water-related and water-washed diseases indicate that these are mostly prevalent where people use contaminated water or have little water available for daily use. Such diseases account for over half of the diseases affecting the population.

PERSPECTIVES FOR AGRICULTURAL WATER MANAGEMENT

The NIMP (2002) proposed an irrigation development programme that includes only smallholder schemes and is to be implemented by 2017. The whole programme plans to develop a total of 405 421 ha (Table 9).

A major challenge in order to improve the irrigation sector is to overcome the following problems in irrigation schemes, as identified by the NIMP (2002):

- Lack of appropriate participatory approaches;
- Unsound logical structure of projects and weak linkage between purpose and output of projects;
- Misunderstanding of the concept of "simple and low-cost technology", taken to mean "easy and no concern of technical know-how and understanding";
- Lack of feedback system on the lessons learnt through actual experience in implementation of irrigation projects;
- Inadequate guidelines and manuals in planning, design and construction supervision, and lack of proper application of them;
- Need for an effective support system for the WUAs' (IGs') activities;
- Lack of human resources and active participation of local government authorities in irrigation development.

The public sector will gradually but increasingly limit its role to financing the provision of collective goods and services, including land and water resource utilization and management. Mechanisms will be developed for private and public sector collaboration in the delivery of effective support services.

Floodplains, mainly used for agriculture and notably rice cultivation, have a conspicuous future in the extensive Maasai and Wembere Steppe, Usangu Plains and the Rukwa and middle Malagarasi River basins. They are the most promising areas for the introduction of the pedal pump for lifting up water for irrigation and fish farming. Experience has shown that the use of pedal pumps allows the farmers to irrigate vegetable gardens, the benefits of which are twofold: i) as an off-farm income generating activity; ii) vegetables could bring additional nutritional value to the village community.

The unexploited natural resource base of 40 million ha of cultivable land of the United Republic of Tanzania, abundant sources of water and several agro-ecological zones, permits virtually unlimited expansion and diversification in crop production, and in particular the development of irrigated agriculture. Such development, especially for rice and cash crop production, could contribute significantly to stabilizing agricultural production and increasing income and is, according to the above, not likely to be

TABLE 9
Irrigation development plan until 2017

Type of water management	Existing 2002 (ha)	New development until 2017 (ha)	Total in 2017 (ha)
Traditional & improved traditional	148 141	126 524	274 665
New (modern) smallholder schemes	35 847	26 734	62 581
Water harvesting	7 934	60 241	68 175
Total	**191 922**	**213 499**	**405 421**

constrained by the supply of natural resources in the country. However, access to these natural resources may be a binding constraint in some cases.

MAIN SOURCES OF INFORMATION

FAO. 2001. *Support to SPFS Extension Phase I: Vegetable Gardens irrigating from shallow wells using pedal pump technology*. GCP/URT/118/SWI. Project Document.

FAO. 2004. *Country Brief Tanzania*. Policy Assistance Division, Technical Cooperation Department.

Geheb, K., and Sarah, M.T. (eds.). 2002. *Africa's inland fisheries: the management challenge*. Fountain Publishers. Kampala.

International Centre for Hydropower (ICH). 2003. *Hydropower Development in Tanzania*. Fact Sheet.

International Commission for Irrigation and Drainage (ICID). Undated. *Country Profile Tanzania*.

Kitova, H.H. 2001. *Presentation Paper on the Development and Management of Hydropower Resources in Tanzania*.

Ministry of Agriculture and Food Security (MAFS) and Japan International Cooperation Agency (JICA). 2002. *The Study on the National Irrigation Master Plan in the United Republic of Tanzania.* Prepared by Nippon Koei CO. Ltd. and Nippon Giken Inc.

Ministry of Agriculture and Food Security (MAFS) and Japan International Cooperation Agency (JICA). 2002. *Zanzibar Irrigation Master Plan*. Prepared by Nippon Koei CO. Ltd. and Nippon Giken Inc.

Ministry of Agriculture and Food Security (MAFS). 2004. *Irrigation development in Tanzania: Current performance, institutional support, agronomy, community participation, environmental, infrastructure, water and land related policies*. Draft report by Working Group 2 Task Force 1, Agricultural sector development programme.

Morse, K. 1996. *A Review of Soil and Water Management Research in Semi-Arid Areas of Southern and Eastern Africa*. Natural Resources Institute, Chatham, UK.

United Republic of Tanzania. 1994. *National Irrigation Development Plan (NIDP)*. Agriculture and Irrigation Department.

United Republic of Tanzania. 1997. *National Environmental Policy*. Vice President's Office, Dar es Salaam.

United Republic of Tanzania. 2001. *Agricultural Sector Development Strategy*.

United Republic of Tanzania. 2002. *National Water Policy*.

World Bank. 2002. *Tanzania at the Turn of the Century. Background Papers and Statistics*. Washington D.C., U.S.A.

Zambia

GEOGRAPHY, CLIMATE AND POPULATION

The landlocked Republic of Zambia covers 752 610 km² between the latitudes 8°15' and 18°7' South of the equator and the longitudes 22° to 34° East of the Greenwich Meridian. The cultivable area is estimated at 16.35 million ha. Almost 5.3 million hectares, or 7 percent of the total area and 32 percent of the cultivable area, are cultivated including sugar cane, coffee and bananas (Table 1). About 100 000 ha of dambos or inland valley bottoms (wetlands) are utilized for crop production by small-scale farmers.

The Zambezi valley and Luangwa valley escarpments are mountainous and rocky, while the rest of the country is by and large a level to gently undulating plateau with slopes rarely exceeding 3 to 5 percent. Interfluves mostly comprise deep weathered soils, which occupy large tracts of land in the main drainage systems consisting of the Zambezi, Luangwa, Luapula/Chambeshi and Kafue rivers. Major soil types include the black clays (vertisols) and sandy clays commonly found in the Kafue basin and the

TABLE 1
Basic statistics and population

Physical areas			
Area of the country	2002	75 261 000	ha
Cultivated area (arable land and area under permanent crops)	2002	5 289 000	ha
• as % of the total area of the country	2002	7	%
• arable land (annual crops + temp. fallow + temp. meadows)	2002	5 260 000	ha
• area under permanent crops	2002	29 000	ha
Population			
Total population	2004	10 924 000	inhabitants
• of which rural	2004	64	%
Population density	2004	15	inhabitants/km²
Economically active population	2004	4 597 000	inhabitants
• as % of total population	2004	42	%
• female	2004	44	%
• male	2004	56	%
Population economically active in agriculture	2004	3 078 000	inhabitants
• as % of total economically active population	2004	67	%
• female	2004	48	%
• male	2004	52	%
Economy and development			
Gross Domestic Product (GDP) (current US$)	2003	4 300	million US$/yr
• value added in agriculture (% of GDP)	2003	19.3	%
• GDP per capita	2003	398	US$/yr
Human Development Index (highest = 1)	2002	0.389	
Access to improved drinking water sources			
Total population	2002	55	%
Urban population	2002	90	%
Rural population	2002	36	%

dambo areas. Red clays, sand veldt and clay loam soils are common in plateau areas. These soils are generally of moderate fertility status with no salinity problems.

Although lying within the Tropics, because of the high altitude much of Zambia enjoys a subtropical climate, which is characterized by two seasons:

- The cool and hot dry season from May to October. During this season rainfall is absolutely absent and full-serve irrigation and wetland utilization becomes important. Mean temperatures vary from 16 °C to 21 °C. This season is split into a 'dry cool period' from May to July, called midwinter season, that exhibits low temperatures averaging up to 16 °C and a 'dry hot period' with mean temperatures of 24 °C. Maximum daily temperatures of 30 °C to 40 °C are not uncommon particularly for low-lying valley areas such as the Zambezi, Gwembe and Luangwa valleys. For this reason, these areas offer high potential for winter-maize production under irrigation. Frost is usually registered in some parts of the country during the dry cool period.
- The wet season between November and April is in every respect characterized by rainfall. December and January/February are the wettest months. Mean temperatures during this season are around 21 °C.

Rainfall is unimodal and is mainly influenced by the Inter-Tropical Convergence Zone (ITCZ) with variations due to altitude, latitude, temperature, relative humidity and control of air masses. The ITCZ is essentially a low air-pressure zone or belt that attracts the moist northeasterly/westerly winds, which in effect bring rainfall to the area. This low-pressure zone mostly lies over the Democratic Republic of the Congo and the northern parts of Zambia for a long period during summer, bringing about the rainy season between the months of November and April.

Mean annual rainfall is 1 020 mm. In the south it is lowest, at 750 mm, while the central parts of the country get between 900 and 1 200 mm and the north about 1 400 mm. The country has been divided into agro-ecological zones I, II and III, representing the south, central and northern parts of Zambia respectively and are characterized by this rainfall distribution. Rainfall totals and intra-seasonal distribution vary greatly from year to year, particularly in the south. This makes rainfed agriculture, which is easily affected by droughts, highly undependable. Paradoxically agro-ecological zone III with excessive high rainfall has acidic soils due to leaching, limiting crop production.

Zambia's population is about 10.9 million (2004), of which 64 percent is rural (Table 1). The annual population growth rate is about 1.5 percent, showing a considerable reduction compared to the 3.1 percent registered for the period 1980-1990. This reduction is attributed to reduced fertility and increased mortality levels. The population density stands at 15 inhabitants/km^2. Water supply coverage shows that 36 percent of the rural population and 90 percent of the urban population respectively were using improved drinking water sources in 2000 (Table 1). More than 80 percent of the population is believed to be below the poverty datum line. Although the unemployment level of 18.2 percent has decreased to 9.5 percent, it has not reduced poverty primarily due to insufficient wages from informal sector jobs. Generally incomes are too low to meet livelihood demands adequately.

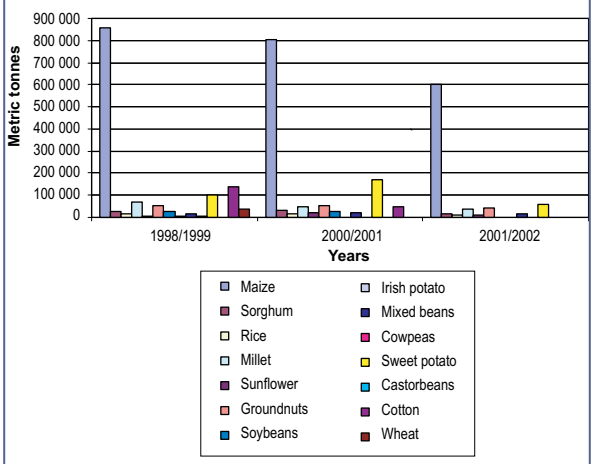
ECONOMY, AGRICULTURE AND FOOD SECURITY

The country's GDP was US$4.3 billion in 2002 showing an annual growth of 3 percent. The inflation rate of 26.7 percent poses a lot of hardships especially for the poor people. Agriculture's contribution to GDP is usually affected by characteristic droughts and was 19.3 percent in 2003. The sector has been given top priority, in particular because mining activities have sharply declined and some mines have been closed. The agricultural export potential is enormous considering that it increased from US$46.5 million in 1995 to US$133.9 million in 1999. Out-grower schemes

have led to accelerated crop diversification and subsequent commercialization. Eighty percent of the population is dependent on agriculture, which provides employment for about 70 percent of the labour force.

In rainfed farming, four farmer categories are distinguished based on land size owned by a respective farmer: i) small-scale farmers owning 0.5-10 ha; ii) emergent farmers owning 10-20 ha; iii) medium-scale farmers owning 20-60 ha; iv) large-scale, or commercial, farmers own more than 60 ha. Small-scale farmers are food crop oriented whereas large-scale farmers primarily produce cash crops. The emergent farmers produce a mix of food and cash crops. There are about 600 000 small-scale farmers of which 119 200 are emergent farmers. The number of medium-scale farmers is 100 000 countrywide whilst there are 1 500 large-scale farmers.

FIGURE 1
Crop production in Zambia



Drought occurrences continue to depress food production and thus food insecurity threatens 80 percent of the population. The Lusaka province, for example, registered a reduced maize production from 85 715 tonnes in 1993 to a meager 19 329 tonnes in 1995, whereas paddy rice showed systematic reduction from about 600 tonnes in 1991 to less than 5 tonnes in 1996 and cereal wheat from 20 251 to 11 504 tonnes in the same period. Similar trends of crop production were registered in other provinces and overall at the national level. Reduced crop production has been attributed to the heavy dependency on rainfed agriculture, which is unreliable due to severe droughts, and thus food deficits, particularly maize, frequently occur. Figure 1 shows the production over a recent period.

According to the Poverty Reduction Strategy Paper (PRSP), agriculture is the main source of income and employment for rural women who constitute more than half of the total rural population. From that it may be concluded that an increase in rural income will result in overall poverty reduction and increased food security; in order to achieve the latter, the country's main focus is on agriculture and particularly on irrigation development.

WATER RESOURCES AND USE

Water resources

Zambia lies entirely within two large river basins, the Zambezi River basin and the Congo River basins. Below are three major river systems within the Zambezi River basin and two within the Congo River basin:

- The upper main Zambezi River system is joined by the Luangwa and Kafue tributaries in Zambia. The upper Zambezi originates in Angola and flows to Mozambique after forming the border with Zimbabwe.
- The Kafue River system covers an area of 152 000 km^2. The river has two important dams, the Itezhi-Tezhi dam and the Kafue Gorge dam, the latter of which is used for hydropower generation.
- The Luangwa River has a catchment area of 165 000 km^2. It drains most of the central parts of the country and empties into the Zambezi.
- The Chambeshi River and the Luapula River are associated with lakes Mweru and Mweru-Wantipa and drain their water into the Congo River system.
- The small Tanganyika drainage system is also part of the large Congo River system.

TABLE 2
Water: sources and use

Renewable water resources			
Average precipitation		1 020	mm/yr
		767.7	10^9 m³/yr
Internal renewable water resources		80.2	10^9 m³/yr
Total actual renewable water resources		105.2	10^9 m³/yr
Dependency ratio		23.8	%
Total actual renewable water resources per inhabitant	2004	9 630	m³/yr
Total dam capacity *	2002	106 000	10^6 m³
Water withdrawal			
Total water withdrawal	2000	1 737	10^6 m³/yr
- agricultural	2000	1 320	10^6 m³/yr
- domestic	2000	286	10^6 m³/yr
- industrial	2000	131	10^6 m³/yr
• per inhabitant	2000	167	m³/yr
• as % of total actual renewable water resources	2000	1.7	%
Non-conventional sources of water			
Produced wastewater		-	10^6 m³/yr
Treated wastewater		-	10^6 m³/yr
Reused treated wastewater		-	10^6 m³/yr
Desalinated water produced		-	10^6 m³/yr
R-used agricultural drainage water		-	10^6 m³/yr

*The total capacity of the Kariba Dam on the Zambezi River bordering Zambia and Zimbabwe is 188 km³.
In each country 50% of the Kariba Dam capacity will be included, which is 94 km³.
This gives a total dam capacity for Zambia of 94 + 12 (other dams) = 106 km³.

The total renewable water resources of Zambia amount to about 105 km³/year, of which about 80 km³/year are produced internally (Table 2). An extensive area of 25 000 km² is covered with Limestone aquifer layers extending from Lusaka to the northwest.

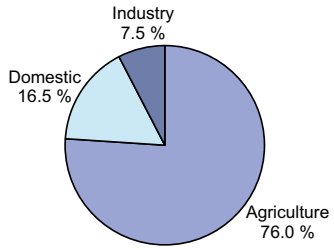
There are about 1 700 dams. The total capacity is about 106 km³, but this includes 50 percent of Lake Kariba on the Zambezi River, which is shared between Zambia and Zimbabwe and which accounts for 94 km³ of this capacity. Not taking into consideration this shared dam, the total capacity is thus about 12 km³. However, this figure probably also includes small dams with a height of less than 15 metres. Information related to dams at the Water Board is fragmented; although the Board in 1994 initiated a study to compile a dam inventory for the country, this is not available yet. In drought prone areas of the Eastern, Lusaka, Central and Southern provinces, water needs to be conserved for livestock, agriculture and domestic use. This has led to the construction of low-cost earth dams and water impoundment earth bunds, spearheaded by the farmers themselves or the government for drought relief since 1991. The number of such structures is estimated to be between 2 000 and 3 000. However, most of them are in a state of disrepair either because of breaching, lack of or insufficient maintenance or poor design.

Zambia has an installed hydropower capacity of 1 670 MW. The present capacity of the Kafue Gorge dam mentioned above is 900 MW, while the Lake Kariba dam contributes about 600 MW and the Victoria Falls 108 MW. The hydropower stations Northeastern and ZCCM hydropower have capacities of 24 MW and 38 MW respectively.

Wetlands, including dambos, which cover about 3.6 million hectares or 4.8 percent of the total land area, are a source of livelihood for the majority of small-scale farmers in Zambia. Dambos are used for grazing animals in the dry season when upland vegetation is dry and with little nutritive value. They are also important for fishing, livestock-watering, hunting of small animals, collection of thatching grass and most importantly, for dry season vegetable growing. Seepage zones and shallow wells are

used as sources of water. Sometimes water storage needs for irrigation may dictate the construction of a low-cost earth dam. This type of use at small-scale does not entail the use of heavy machinery for cultivation or draining water.

FIGURE 2
Water withdrawal
Total: 1.737 km³ in 2000



Water use

Total water withdrawal was 1.737 km³ in 2000, with agricultural water use accounting for 1.320 km³ (77 percent), or more than three-quarters of the total domestic water use claiming 0.286 km³ and dwindling industries taking 0.131 km³ (Table 2 and Figure 2). Future water use is estimated to reach 1.922 km³/year by 2012, assuming that land under irrigation will continue to expand at the rate of 1 200-1 500 ha/yr, industrial use will increase by 10 percent and the population will increase at a moderate rate.

International water issues

Zambia has had no conflicts over its internationally shared waters so far. International agreements on shared management of the Zambezi River and of Lake Tanganyika/ Congo River basin are covered within the Southern African Development Community (SADC) protocol on shared watercourse systems that was signed by all heads of the 14 SADC member states. The international protocol applies to all countries with shared watercourse systems and no separate agreements are made if the watercourse system is just shared between two countries.

IRRIGATION AND DRAINAGE DEVELOPMENT

Evolution of irrigation development

Zambia's irrigation potential is 2.75 million ha based on water availability and soil irrigability. From this potential, it is believed that 523 000 ha can be economically developed. However, the fact that different but not documented figures of the potential are quoted by other authors indicates the need for a systematic assessment to determine the correctness of the findings.

The following categories of irrigated farming are found in the country:

- Informal irrigation by small-scale farmers;
- Smallholder irrigation schemes;
- Former quasi-government schemes;
- Private or commercial irrigation schemes.

Since time immemorial, small-scale farmers all over the country have practised informal irrigation in their gardens, i.e. they applied water in an undocumented, casual, artificial way using buckets, watering cans and hosepipes to grow vegetables, rice, bananas and some local sugar cane varieties along streams, rivers and in dambos. This form of irrigation is usually not capital intensive, is farmer-operated and is often spontaneous in origin, responding to the needs felt by individual farmers. Drought occurrences, for example, directly prompt the genesis of such irrigation developments. Areas irrigated in this manner are usually small in size ranging from 100 - 200 m². However, the introduction of treadle pumps has improved the efficiency of watering these gardens and farmers are now able to irrigate with one treadle pump areas ranging from 1 000 - 2 500 m².

In the late 1960s to early 1970s, the Government developed and managed smallholder irrigation schemes through the then Projects Division of the then Ministry of Rural Development. These schemes included:

- the Buleya Malima (62 ha furrow irrigation), Nkadabwe (12 ha), Chiyabi (12 ha) and Siatwiinda (12 ha) schemes in the Gwembe valley;
- the Chapula (272 ha) horticultural scheme in the Copperbelt;
- the Luapula and Eastern provinces vegetable schemes;
- the Ikelenge pineapple scheme in Northwestern province;
- the Mulumbi and Lukulu North (6 000 ha) projects in Mansa and Kasama.

The primary objectives for the construction of such irrigation schemes were:

- Compensation for the land that local farmers lost, since they were displaced because of national projects such as the construction of the Lake Kariba dam in the Gwembe valley;
- Production of crops that would meet local community requirements, particularly for hunger relief during drought periods;
- Introduction and promotion of irrigated agriculture.

Most of these irrigation schemes have not performed well due to a top-down management approach, which did not empower farmers to operate and maintain them by themselves. Some of these irrigation schemes are in a collapsed state while others were not completed at construction stage. The Government's current policy is to rehabilitate or complete construction of these schemes and then transfer the management responsibility for operation and maintenance of the systems to its beneficiaries.

Other irrigation schemes that followed the ones described above are parastatal schemes, which were initiated by the Government for the sole purpose of producing specific crops for throughput to their industries. Such crops included coffee (Kateshi and Ngoli irrigation schemes), bananas (Munushi and Chiawa schemes) and tea (Kawambwa scheme). These schemes range from medium- to large-scale irrigation schemes and include the Nakambala Sugar Estate developed by Tate and Lyle, which is now managed by the Illovo sugar group, a South African company.

The irrigation farms of the private and commercial sector cover some 37 015 ha in the large-scale irrigation schemes category. These have been developed purely on economic lines and grow high-value commercial crops for export and local consumption. One single large scheme of its kind in this category is Nakambala Sugar Estate plc, which covers 11 349 ha. It has an out-grower scheme which includes the Kaleya smallholder scheme (2 383 ha), Garner (440 ha), Ceres (545 ha), Kapinga (81 ha), Syringa (80 ha), Mapula (235 ha), Anchor (33 ha) and Nanga Farms plc (1 272 ha). All these schemes grow sugar cane, which has satisfied local demand and some is exported. Other schemes producing sugar cane on a 2 000 ha land include the Nampundwe and the Northern Province sugar estates.

Until recently the majority of Zambians shunned irrigation with a view that it entailed huge investments requiring pump sets and pipe network. However, frequent and disastrous droughts, which led to the failure of rainfed crops, forced farmers to go into some form of irrigation using available surface water resources.

Currently 155 912 ha of land are irrigated in Zambia, which is about 30 percent of the economical irrigation potential (Table 3). It can be broken down as follows according to the technology used (Figure 3):

- 32 189 ha is under surface irrigation; sugar cane covers more than 50 percent of this area;
- 17 570 ha is irrigated by sprinklers; wheat accounts for 68 percent of this area;
- Drip irrigation covers some 5 628 ha; coffee production accounts for 92 percent of this area;
- Small-scale farmers are growing vegetables in dambos over an area of 100 000 ha, which are equipped with small drains, impoundment furrows and shallow wells for irrigating a wide range of vegetables in the dry season (May-October);

- Some of the small-scale farmers use treadle pumps to irrigate areas of about 525 ha; it is estimated that more than 3 000 treadle pumps are in use.

About 100 000 ha of non-equipped lowland areas are cultivated particularly in the rainy season in the interfluves. Around 10 ha around Lake Kariba is used for flood recession cropping (Table 3 and Figure 4).

Improved water management under rainfed agriculture has been advocated to realize the best possible water supply for the crops. This has been achieved through advocacy programmes for adopting conservation farming using micro-basins of sizes of 35 cm x 15 cm x 15 cm prepared by hand hoes. When it rains, they act as water harvesting basins that store water for much longer. This method has proved to yield 3 tonnes/ha of maize compared to 1.5 tonnes/ha using conventional methods. This performance has led to an accelerated adoption of this farming system. There are currently an estimated 200 000 ha under conservation and/or water harvesting farming by small-scale farmers. Although quite rare, supplementary irrigation is mainly practised by commercial farmers on fields that are planted with rainfed soybean in rotation with irrigated wheat. A few commercial farmers supplement cotton with irrigation before the onset of the rains in November.

Zambia's irrigated areas equipped for full control irrigation can be broken down by size as follows (Figure 5):

- Small-scale and informal irrigation covers 11 000 ha (20 percent of total area) and is characterized by vegetables growing mainly on dambos and riverbanks. Shallow wells are dug and small drains where it is too wet to grow crops. Farmers use either treadle pumps or buckets tied to a rope for lifting water from these shallow wells or rivers.
- Medium-scale irrigation schemes cover 7 372 ha (13 percent) and commonly use motorized pumps (diesel or petrol).
- Large-scale commercial irrigation schemes cover 37 015 ha (67 percent) and use electrically driven pumps to lift water and irrigate large areas. Commercial crops like sugar cane, wheat and coffee are commonly irrigated in these schemes.

About 88 percent of the area equipped for full or partial control irrigation draws its water from surface water and 12 percent from groundwater (Figure 6)r.

FIGURE 3
Irrigation techniques
Total: 55 387 ha in 2002

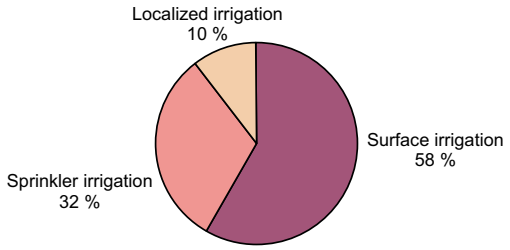


FIGURE 4
Water managed areas
Total: 255 922 ha in 2002

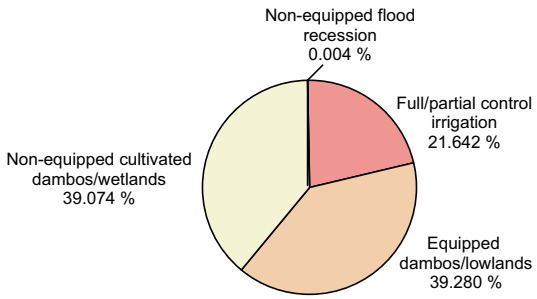


FIGURE 5
Irrigation scheme size in full/partial control irrigation schemes
Total: 55 387 ha in 2002

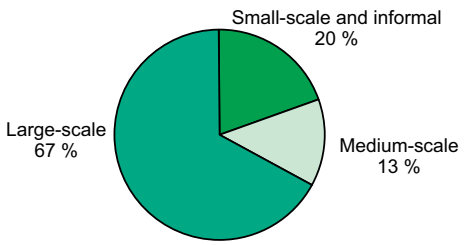


TABLE 3
Irrigation and drainage

Irrigation potential		**523 000**	**ha**
Water management			
1. Full or partial control irrigation: equipped area	2002	55 387	ha
- surface irrigation	2002	32 189	ha
- sprinkler irrigation	2002	17 570	ha
- localized irrigation	2002	5 628	ha
• % of area irrigated from groundwater	2002	12	%
• % of area irrigated from surface water	2002	88	%
2. Equipped lowlands (wetland, ivb, flood plains, mangroves)	2002	100 525	ha
3. Spate irrigation		-	ha
Total area equipped for irrigation (1+2+3)	**2002**	**155 912**	**ha**
• as % of the cultivated area	2002	3	%
• average increase per year over the last ... years		-	%
• power irrigated area as % of total area equipped	2002	25	%
• % of total area equipped actually irrigated	2002	100	%
4. Non-equipped cultivated wetlands and inland valley bottoms	2002	100 000	ha
5. Non-equipped flood recession cropping area	2002	10	ha
Total water-managed area (1+2+3+4+5)	**2002**	**255 922**	**ha**
• as % of the cultivated area	2002	5	%
Full or partial control irrigation schemes **Criteria**			
Small-scale schemes	2002	11 000	ha
Medium-scale schemes	2002	7 372	ha
Large-scale schemes	2002	37 015	ha
Total number of households in irrigation			
Irrigated crops in full or partial control irrigation schemes			
Total irrigated grain production		-	tonnes
• as % of total grain production		-	%
• Annual crops: total	2002	26 599	ha
- sugar cane	2002	18 418	ha
- wheat	2002	12 200	ha
- rice	2002	8 000	ha
- vegetables	2002	3 000	ha
- maize	2002	1 500	ha
- tea	2002	520	ha
- cotton	2002	35	ha
- other annual crops	2002	1 344	ha
• Permanent crops: total	2002	28 788	ha
- coffee	2002	5 160	ha
- bananas	2002	3 000	ha
- citrus	2002	2 210	ha
Irrigated cropping intensity	2002	100	%
Drainage - Environment			
Total drained area		-	ha
- part of the area equipped for irrigation drained		-	ha
- other drained area (non-irrigated)		-	ha
• drained area as % of cultivated area		-	%
Flood-protected areas		-	ha
Area salinized by irrigation		-	ha
Population affected by water-related diseases		-	inhabitants

Role of irrigation in agricultural production, the economy and society

Irrigated agriculture has been shown to yield two- to four-fold compared to rainfed agriculture. For example rainfed wheat yields between 1.5 and 2 tonnes/ha compared to the national figure of 6 tonnes/ha for irrigated wheat. Similarly rainfed maize yields 1.5 tonnes/ha using conventional methods compared to 3 tonnes/ha under conservation farming and/or water harvesting conditions and 9 tonnes/ha under irrigation. The

main irrigated crops are sugar cane, wheat and rice (Table 3 and Figure 7). Other irrigated crops include coffee, bananas, vegetables, citrus fruits, maize and tea. Cotton irrigation has virtually collapsed in the country due to commercial farmers opting for high-value irrigated crops like paprika.

Urban and peri-urban irrigation in Zambia has become increasingly important since 1992. This period coincides with the advent of the most severe drought experienced in southern Africa and the transition from a command economy to a market economy wherein all subsidies on agricultural inputs were removed and the Government's role in marketing produce completely ceased. The combination of these events led to the failure of most urban and peri-urban people to practise rainfed farming in their remote fields away from town. Furthermore, the privatization of most companies led to massive job losses in towns. To cope with the cost of living, most people started growing irrigated vegetables and fruit trees in backyard gardens and on their smallholdings. Women marketers buy the vegetables and fruits harvested from these gardens. They sell them in urban markets and along streets and shop corridors. This kind of business acts as a socio-economic safety net since it provides women with an opportunity to generate income at the household level. The producers create employment particularly for young people who work in the gardens as well as market the produce. There are, for example, approximately 2 000 ha of such irrigated gardens around Lusaka town.

FIGURE 6
Origin of irrigation water in full/partial control irrigation schemes
Total: 55 387 ha in 2002

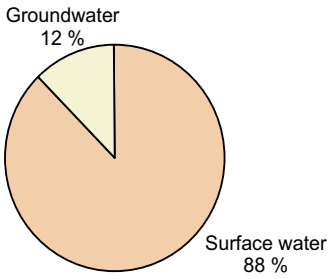
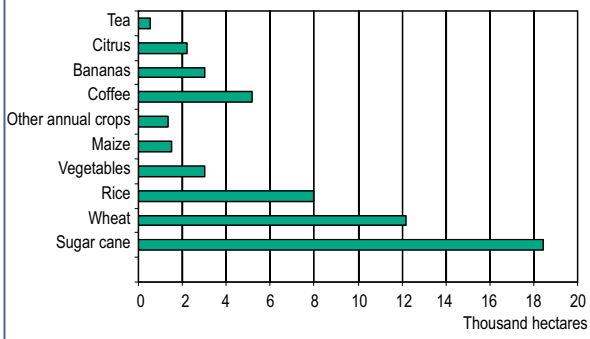


FIGURE 7
Irrigated crops
Total: 55 387 ha in 2002 (cropping intensity 100%)



In smallholder irrigation, the installation of small drains, furrows and micro-basins are activities that men are heavily involved in. Women are mainly in charge of watering the crops as well as weeding or cleaning the conveyance canals. Mainly women and youths operate the treadle pumps. In pressurized systems, men do the changing of lateral lines and operation of the pumps.

The costs of operation and maintenance of irrigation schemes have not been well documented. However, at Buleya Malima, a surface irrigation scheme using furrow and basin systems, each scheme-member irrigating 0.25 ha paid US$58/year as fee. There are 130 farmers in this scheme, which includes a 3.5 ha orchard whose proceeds go towards operation and maintenance.

WATER MANAGEMENT, POLICIES AND LEGISLATION RELATED TO WATER USE IN AGRICULTURE

Institutions

The Technical Services Branch (TSB) in the Department of Field Services of the Ministry of Agriculture and Cooperatives (MACO) is the main institution mandated to plan and develop all aspects related to irrigation and water management. The TSB consists of three sections, namely: i) Irrigation Engineering Section; ii) Land Husbandry Section; iii) Farm Power and Machinery Section. The TSB through the

Irrigation Engineering Section provides services to farming enterprises in irrigation agronomy, catchment hydrology and related hydraulic and civil engineering aspects. It also helps the Government to formulate policies for irrigation development, to carry out water resources assessments and to implement irrigation projects.

While many other government agencies and some NGOs with interest in the irrigation sector exist, the Ministry of Energy and Water Development (MEWD) is the key one. It houses the Department of Water Affairs and the Water Development Board of Zambia, both of which are mandated to deal with water resources development and management. The Water Development Board of Zambia allocates water rights although no water charges have been levied on any irrigation abstractions. All land allocations for any development purposes, including irrigation, are the responsibility of the Ministry of Lands (MOL), which is also responsible for issuing title deeds. Its current policy is to set aside at least 30 percent of the demarcated land for women and other vulnerable groups.

The private sector and NGOs play an important role in community mobilization for irrigation, with respect for traditional farmers or emerging farmers adopting irrigation.

Water management

The expertise for irrigation water management available at the field level is very poor if not non-existent among most farmers in Zambia. This situation is even worse among small-scale farmers than among medium-scale and commercial farmers. Conveyance water losses are tolerated without due regard, leading to localized flooding and inefficient water application. The situation is exacerbated by the fact that most farmers over-irrigate their crops, which also is an economic loss for the farmers because they pay more money for pumping water but get diminishing returns from their production.

The reasons for the above phenomenon are many. Firstly, there is an absence of water management regulations. Secondly, the Water Board committee has no capacity to enforce existing water rights regulations and fees and, as a result, water users, including major users like ZESCO and the Nakambala Sugar Estates, owe thousands of US dollars to the Water Board. Because of this users of irrigation water do not think of water as an economic good; only when there is a shortage do users consider water important.

Training for communities in water use and management is provided by the TSB through its provincial, district and camp officers. NGOs like CLUSA, IDE and Total Land Care also have a large focus on water management and water use capacity building among small-scale farmers. The main thrust of training offered to water users is on aspects of leadership and group organization and on technical aspects of management and maintenance of infrastructure such as canals, furrows, small dams and pumps. Such training will build the capacity of the irrigation communities to run the affairs of the schemes without external help from the Government. It will also ensure that all irrigation schemes under rehabilitation will be handed over to the farmers for operation and maintenance. As an result, scheme operators realized that they have to charge fees for pumped irrigation schemes.

Finances

Irrigation development funds are controlled at the ministerial level. The funds are thus allocated to provinces for further disbursement to districts where programmes are implemented at grass roots level. The running of any irrigation scheme is the responsibility of the community, which is involved in its operation and maintenance activities. The scheme management may charge fees for operation and maintenance on the basis of demands.

Policies and legislation

The Water Policy of 1994 recognized water as an economic good by drafting a water tariff legislation to cover the provision and allocation of water resources for consumptive and non-consumptive use. For agriculture, the policy recognizes water use for irrigation, livestock watering and aquaculture. Other uses include hydropower generation, water transport, water recreation and tourism, industrial and health. Access to land and water is open to all, although procedures for acquisition have to be followed. In recognition of the importance of the irrigation sector and its needs for a suitable legal framework, the Government is in the process of revising the Water Act to accommodate the needs of the irrigation and other water- using sectors.

Two land tenure systems, customary tenure and statutory tenure, exist according to the draft Land Policy of 2002. Customary land forms the bulk of Zambia's land (94 percent) and is under traditional chiefs and their headmen. Statutory land is under state control and comprises 6 percent of the total land.

A first Irrigation Policy is under preparation, of which the first draft is already available. In retrospect, the National Development Plan of 1989-1993 placed emphasis on the development and promotion of small-scale and large-scale irrigation programmes through developing dams, irrigation infrastructure, gravity-driven irrigation systems and economically sustainable irrigation systems for small-scale farmers, expanding the electricity grid to cater for the irrigation areas, preparing a National Water Resources Master Plan and expanding the area under irrigation.

ENVIRONMENT AND HEALTH

The current National Environmental Action Plan being implemented by the Ministry of Environment and Natural Resources (MENR) will help to improve environment-related institutional capacity within the country. The positive impacts of the present irrigation programmes include the reduction of random settlements, the intensification of production (reduces extensive agriculture), the reduction of soil erosion, the improvement of self-sufficiency in staple food and increases in household incomes and the wellbeing of smallholder families. Increased incomes will indirectly improve health conditions through better nutrition and improved water and sanitation. However, the construction and rehabilitation of informal systems may create or increase the possibility of water-borne diseases such as bilharzia. Irrigation development may also lead to increased cases of malaria.

PERSPECTIVES FOR AGRICULTURAL WATER MANAGEMENT

The primary purpose of the irrigation policy and strategy which is under preparation is to shed the dependence on the volatile production from rainfed systems and ensure food security. Beyond the satisfaction of basic needs, the prudent positioning of irrigated agriculture within Zambia's economic framework can make positive contributions to poverty alleviation and economic growth. While formal irrigation can directly enhance food security and economic growth, there is no direct link between formal irrigation and poverty alleviation. Therefore, the style and quantity of investment in irrigation has to be carefully judged. The strategy has determined four strategic paths that can be followed, each with its specific impact on the three types of player in the irrigated sub-sector: commercial farmers, emerging farmers and traditional farmers. The strategic aim is to expand the emerging farmer base in Zambia by promoting commercial irrigation enterprises building on the experience of the large-scale commercial sector. This will hinge on the correct identification of market opportunities at the local, national and regional level. Four programmatic paths have been identified in which specific sub-programmes are elaborated: i) enabling the environment (marketing, support services, capacity building, legislation); ii) alternatives to formal irrigation (water harvesting,

dambo development); iii) improving existing assets (rehabilitation and upgrading, infrastructure upgrade, irrigation management transfer); iv) promoting new investment (public/private development, new infrastructure).

MAIN SOURCES OF INFORMATION

Daka, A.E. 1986. *An Assessment of Irrigation Potential in Zambia.* Unpublished MSc Thesis. Catholic University of Leuven (K.U.L), Belgium. PP159

Daka, A.E. 2001. *Development of a technological package for sustainable use of Dambos by small-scale farmers.* PhD Thesis. Pretoria, South Africa. PP224

FAO & IFAD. 2003. *Smallholder Irrigation and Water Use Programme*. Draft Project Completion Report. Rome.

Japan International Cooperation Agency, JICA. 1992. *Master Plan Study on Hydrology Observation Systems of Major River Basins in Zambia*. Final Report.

Japan International Cooperation Agency, JICA. 1994. *The Study on the National Water Resources Master Plan in the Republic of Zambia*. Progress report No. 2. Prepared by Yachingo Engineering Co. Ltd.

Ministry of Agriculture and Cooperatives. 2002. *Draft Agricultural Policy.* pp 32

Ministry of Agriculture and Cooperatives. 2002. *Draft Irrigation Policy.*

Ministry of Agriculture and Cooperatives. 2002. *Strategic Plan for Irrigation Development 2002 - 2006.* Draft strategy paper. pp 33

Ministry of Agriculture Food and Fisheries. 1993. *Irrigation Water Master Plan for State Land and New Proposed Farm Blocks*. Technical Proposal. Report prepared by DHV Consultants.

Ministry of Agriculture, Food and Fisheries. 1994. *Agricultural Sector Investment Programme. Irrigation Sub-Programme*. Prepared by Akayombokwa, I.M., Chibinga, P., Moono, D., & Choseni, P.

Ministry of Agriculture. Irrigation and Land Husbandry Branch. 1990. *Two Decades of Irrigation for Higher Productivity.* Proceedings of the International Seminar on Policies for Irrigation Development in Zambia. 2 vols. Government Service for Land and Water Use. The Netherlands.

Ministry of Energy and Water Development. 1994. *National Energy Policy.* pp 55

Ministry of Energy and Water Development. 1994. *National Water Policy.* pp 35

Ministry of Finance and Economic Development. 2001. *Poverty Reduction Strategy Paper*.

Ministry of Finance and National Planning. 2002. *Transitional National Development Plan 2002 - 2005.* PP349

Ministry of Lands. 2002. *The Draft Land Policy.* pp 36

SADCC [Southern African Development Coordination Conference]. 1992. *Regional Irrigation Development Strategy.* Country Report: Zambia. Harare.

UNDP. 2000. *Zambia Human Resource Development Report. Employment and Sustainable Livelihoods*. Available at http:/www/undp.org. pp 112

Zimbabwe

GEOGRAPHY, CLIMATE AND POPULATION

Zimbabwe is a landlocked country, located in southern Africa between a latitude of about 15 and 22° south and a longitude of between 26 and 34° east, with a total area of 390 760 km². The country is bordered by Zambia in the north, Mozambique in the east, South Africa in the south, and Botswana and Namibia in the west. Four major relief regions are generally recognized on the basis of their elevation: i) the lowveldt (< 600 m above mean sea level); ii) the middleveldt (600–1 200 m); iii) the highveldt (1 200–2 000 m); iv) the Eastern Highlands (2 000–2 400 m). Zimbabwean soils are derived predominantly from granite and are often sandy, light textured and of fair agricultural potential. However soils with significant clay content and of excellent agricultural potential are also found in all regions of the country. The cultivated area was estimated at 3.35 million ha in 2002, of which 3.22 million ha arable land and 0.13 million ha permanent crops (Table 1).

TABLE 1
Basic statistics and population

Physical areas			
Area of the country	2002	39 076 000	ha
Cultivated area (arable land and area under permanent crops)	2002	3 350 000	ha
• as % of the total area of the country	2002	8.6	%
• arable land (annual crops + temp. fallow + temp. meadows)	2002	3 220 000	ha
• area under permanent crops	2002	130 000	ha
Population			
Total population	2004	12 932 000	inhabitants
• of which rural	2004	64	%
Population density	2004	33	inhabitants/km²
Economically active population	2004	5 905 000	inhabitants
• as % of total population	2004	46	%
• female	2004	44	%
• male	2004	56	%
Population economically active in agriculture	2004	3 555 000	inhabitants
• as % of total economically active population	2004	60	%
• female	2004	56	%
• male	2004	44	%
Economy and development			
Gross Domestic Product (GDP) (current US$)	2002	8 300	million US$/yr
• value added in agriculture (% of GDP)	2002	17.4	%
• GDP per capita	2002	647	US$/yr
Human Development Index (highest = 1)	2002	0.491	
Access to improved drinking water sources			
Total population	2002	83	%
Urban population	2002	100	%
Rural population	2002	74	%

Climatic conditions in Zimbabwe are largely subtropical with one rainy season, from April to August, a cool winter season from April to August and the hottest and driest period from September to mid-November. Average annual rainfall is 657 mm, but ranges from over 1 000 mm in the Eastern Highlands to around 300–450 mm in the lowveldt in the south. Rainfall reliability in the country decreases from north to south and also from east to west. Evaporation varies over the country to a much smaller extent than rainfall. Values of net annual pan evaporation range from about 1 400 mm in the Eastern Highlands up to 2 200 mm in the lowveldt. Only 37 percent of the country receives adequate rainfall for agriculture. For the rest of the country the rainfall pattern is insufficient, erratic and unreliable making supplementary or full-time irrigation indispensable for successful agriculture.

Total population is estimated at about 12.9 million of which 64 percent is rural (2004). The estimated annual growth rate is about 1.02 percent. In 2002, population access to improved drinking water sources was said to be 100 percent in urban areas and 74 percent in rural areas (Table 1).

Currently the economy is not performing well and from 1997 to 2002 the GDP has declined by more than 15 percent. Inflation was estimated to be about 160 percent and direct foreign investment had all but evaporated. Unemployment levels were above 50 percent.

ECONOMY, AGRICULTURE AND FOOD SECURITY

Agriculture is the cornerstone of the Zimbabwean economy and about 60 percent of the economically active population depends on it for food and employment. Women play an important role in agriculture and it is estimated that 70 percent of small-scale farmers are women. The agricultural sector accounts for about 17 percent of the country's Gross Domestic Product (GDP), 60 percent of the raw materials required by the manufacturing industry and 40 percent of total export earnings.

The country is divided into five Natural Regions (NRs) which relate climate, soils and topography to appropriate farming systems. The highest agricultural potential is found in NR I in the Eastern Highlands and the potential declines when moving from NR I to NR V, the latter being located in the southern part of the country and in the northwest.

The major constraint to agricultural production in the country is drought. Whereas in years of good rainfall the country produces enough to feed the nation and enjoys a surplus for export, in years of drought the reverse is the case. About 80 percent of the land area lies in NRs III, IV and V where rainfall is erratic and inadequate, making rainfed agriculture a risky venture. In these areas irrigation is a prerequisite for successful crop production.

WATER RESOURCES AND USE

Water resources

Total internal renewable water resources have been estimated at 12.26 km^3/year, of which 11.26 km^3 are surface water resources, 6.00 km^3 are groundwater resources. The overlap between surface water and groundwater resources has been estimated to be 5.00 km^3 (Table 2).

Zimbabwe is bordered to the north by the Zambezi River and to the south by the Limpopo River, both of which flow into Mozambique. The country consists of the following major river systems which form the basis of the seven river catchments the country has been divided into: Save, Runde, Mzingwane, Gwayi, Sanyati, Manyame and Mazowe. With the exception of the Save and Runde the other main rivers drain into either the Zambezi or Limpopo. The annual potential yield at 10 percent risk (resources in a dry year of a 10th year frequency) from all river basins in the country has been estimated to be 11.26 km^3/year. This assessment excludes external surface water resources from such bordering international rivers like the Zambezi and Limpopo.

TABLE 2
Water: sources and use

Renewable water resources			
Average precipitation		657	mm/yr
		256.73	10^9 m^3/yr
Internal renewable water resources		12.26	10^9 m^3/yr
Total actual renewable water resources		20.00	10^9 m^3/yr
Dependency ratio		38.70	%
Total actual renewable water resources per inhabitant	2004	1 547	m^3/yr
Total dam capacity *	2003	103 000	10^6 m^3
Water withdrawal			
Total water withdrawal	2002	4 205	10^6 m^3/yr
- irrigation + livestock	2002	3 318	10^6 m^3/yr
- domestic	2002	589	10^6 m^3/yr
- industry	2002	298	10^6 m^3/yr
• per inhabitant	2002	328	m^3/yr
• as % of total actual renewable water resources	2002	21	%
Non-conventional sources of water			
Produced wastewater		-	10^6 m^3/yr
Treated wastewater		-	10^6 m^3/yr
Reused treated wastewater		-	10^6 m^3/yr
Desalinated water produced	2004	0	10^6 m^3/yr
Reused agricultural drainage water		-	10^6 m^3/yr

*The total capacity of the Kariba Dam on the Zambezi River bordering Zambia and Zimbabwe is 188 km^3.
In each country 50% of the Kariba Dam capacity will be included, which is 94 km^3.
This gives a total dam capacity for Zimbabwe of 94 + 9 (other dams) = 103 km^3.

Out of this potential yield and allowing for topographical constraints and disparities between locations of storage sites and regions where water is required, the estimated exploitable yield is 8.5 km^3/year, of which 56 percent (4.8 km^3/year) is already committed. This leaves 3.7 km^3/year available for irrigation and other sectors.

Dams are the core of significant progress towards the full development of the country's water resources. The government has embarked on an aggressive large and medium-size dam construction programme in the country both for irrigation and other purposes. Total capacity is about 103 km^3, but this includes 50 percent of Lake Kariba on the Zambezi River which is shared between Zambia and Zimbabwe and accounts for 94 km^3 of this capacity. Not taking into consideration this shared dam, total capacity is thus about 9 km^3.

The overall groundwater resource is small when compared to estimates of surface water resources, mainly because the greater part of Zimbabwe consists of ancient igneous rock formations where groundwater potential is comparatively low. The estimated groundwater potential is between 1 and 2 km^3/year. Four aquifer systems of relatively high groundwater potential are known and these are:

- The Lomagundi dolomite aquifer which occurs northwest of Chinhoyi, a town about 120 km northwest of the capital Harare;
- The Forest sandstone which occurs in the Save, Limpopo and Zambezi basins;
- The Kalahari sands which are widespread in the southwestern part of the country and where exploitable groundwater resources are related to the thickness of the sands;
- Alluvial deposits which mainly occur in the Save valley where they form a local aquifer, along the Zambezi, Manyame (Mushumbi pools area) and Musengezi rivers (Muzarabani areas).

Water use

Total water withdrawal was estimated at 4.2 km^3 in 2002. Agriculture is the greatest water user in Zimbabwe accounting for 79 percent of total water use (Table 2 and

FIGURE 1
Water withdrawal
Total: 4.205 km³ in 2002

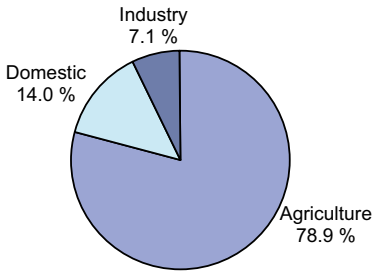


Figure 1). Agricultural water uses are for irrigation, fish farming and livestock watering. Irrigated agriculture will continue to dominate the water demands for Zimbabwe in the foreseeable future.

International water issues

Zimbabwe is cooperating with other members of the Southern Africa Development Community (SADC) on the shared management of the region's river systems. The country is a signatory to the recent Shared Water Course Systems Protocol, which provides the basis for the management of international rivers in SADC. The country is actively participating in the formation of the Limpopo and Zambezi basin commissions which will oversee joint management of these international rivers.

IRRIGATION AND DRAINAGE DEVELOPMENT

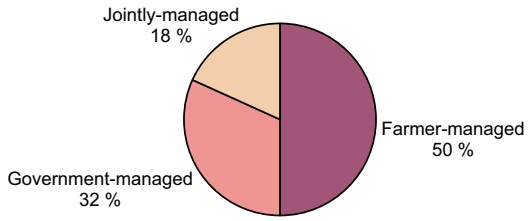
Evolution of irrigation development

Irrigation development has been considered of high importance to the country by all successive governments in Zimbabwe. Before independence in 1980 the then government invested heavily in dam construction and irrigation infrastructure although this mainly benefited the large-scale commercial farmers. From 1980 onwards the new government recognized the importance of extending the benefits of irrigation to the small-scale farming sector and intensified its efforts in that direction. The trend has been to promote farmer-managed smallholder schemes, although government-managed and jointly-managed schemes were also developed.

The irrigation potential for the country is estimated at 365 624 ha, which takes into consideration only the available internal renewable water resources and not water from the Zambezi and Limpopo border rivers. Water is far a greater constraint than land as the overall area of soils classified as irrigable in Zimbabwe is estimated at 600 000 ha. The estimate for irrigation potential does not take into account the economic, technical or social feasibility of further irrigation development.

In 1999, it was estimated that the total equipped area under irrigation was 173 513 ha (Table 3). These are full or partial control irrigated areas and refer to formal irrigation, i.e. those schemes that are usually developed, controlled and operated by the government on behalf of smallholders or the government itself, or by owners such as commercial farmers and estates (Figure 2). Out of this area, 49 647 ha or 28.6 percent is equipped but not functional because the equipment was damaged during the current land redistribution exercise. This leaves 123 866 ha as the operational area under irrigation in the country. Because of its informal nature, micro-scale irrigation, including irrigation on dambos, is not usually included in official estimates of the total irrigation area. Estimates of this area vary from 20 000 to about 50 000 ha. This type is called informal irrigation.

FIGURE 2
Types of irrigation scheme management by number of schemes



Due to the dualistic nature of Zimbabwean agriculture there is almost no intermediate position between the large-scale and the small-scale farmers. Four broad categories of farming

TABLE 3
Irrigation and drainage

Irrigation potential			**365 624**	**ha**
Water management				
1. Full or partial control irrigation: equipped area		1999	173 513	ha
- surface irrigation		1999	46 849	ha
- sprinkler irrigation		1999	112 783	ha
- localized irrigation		1999	13 881	ha
• % of area irrigated from groundwater			-	%
• % of area irrigated from surface water			-	%
2. Equipped lowlands (wetland, ivb, flood plains, mangroves)			-	ha
3. Spate irrigation			-	ha
Total area equipped for irrigation (1+2+3)		**1999**	**173 513**	**ha**
• as % of cultivated area			5.2	%
• average increase per year over the last 6 years		1993-1999	6.9	%
• power irrigated area as % of total area equipped			-	%
• % of total area equipped actually irrigated		1999	71.4	%
4. Non-equipped cultivated wetlands and inland valley bottoms		1999	20 000	ha
5. Non-equipped flood recession cropping area			-	ha
Total water-managed area (1+2+3+4+5)		**1999**	**193 513**	**ha**
• as % of cultivated area		1999	5.8	%
Full or partial control irrigation schemes	**Criteria**			
Small-scale schemes	< ha	1999	81 575	ha
Medium-scale schemes		1999	0	ha
Large-scale schemes	> ha	1999	91 938	ha
Total number of households in irrigation			-	
Irrigated crops in full or partial control irrigation schemes				
Total irrigated grain production		1999	390 720	tonnes
• as % of total grain production		1999	15.4	%
Total harvested irrigated cropped area		1999	202 430	ha
• Annual crops: total		1999	188 750	ha
- wheat		1999	49 100	ha
- maize		1999	18 000	ha
- other cereals (barley, sorghum)		1999	6 200	ha
- sugar cane		1999	33 700	ha
- cotton		1999	27 300	ha
- soybeans		1999	19 400	ha
- tobacco		1999	12 150	ha
- vegetables, pulses, potatoes		1999	8 900	ha
- fodder		1999	8 600	ha
- other annual crops (groundnuts, sunflower, flowers)		1999	5 400	ha
• Permanent crops: total		1999	13 680	ha
- coffee		1999	5 200	ha
- tea		1999	3 500	ha
- other permanent crops (citrus, nuts)		1999	4 980	ha
Irrigated cropping intensity		1999	163	%
Drainage - Environment				
Total drained area			-	ha
- part of the area equipped for irrigation drained		2002	46 849	ha
- other drained area (non-irrigated)			-	ha
• drained area as % of cultivated area			-	%
Flood-protected areas			-	ha
Area salinized by irrigation			-	ha
Population affected by water-related diseases			-	inhabitants

sectors can be identified as far as full or partial control irrigation is concerned in the country (Figure 3). These are:

- Large-scale commercial schemes: these are operations on land owned by private individuals or groups including estates and plantations (80 854ha).

FIGURE 3
Typology of full/partial control irrigation schemes
Total: 173 523 ha in 2002

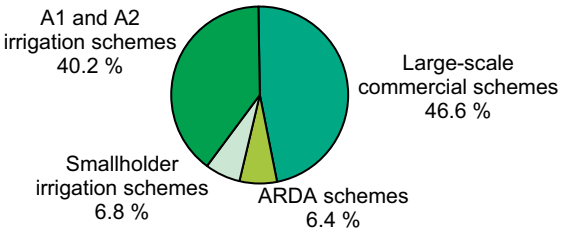


FIGURE 4
Irrigation techniques
Total: 173 513 ha in 2002

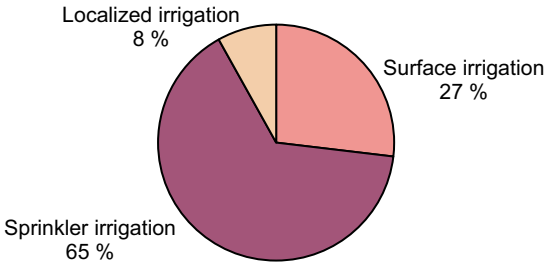
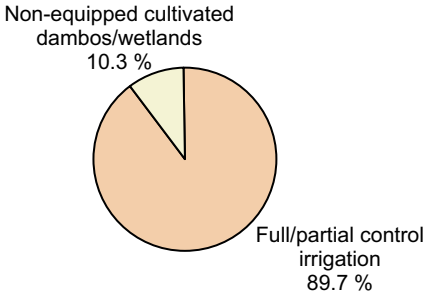


FIGURE 5
Distribution of water managed areas
Total: 193 513 ha in 1999



- ARDA (Agricultural and Rural Development Authority) schemes: these are parastatal operations responsible for running government-owned estates and farms, and for agricultural and rural development in rural areas (11 084 ha).
- Smallholder irrigation schemes: these refer to a group of farmers irrigating together and sharing the same water source and supply line. However there is individual control of irrigation and farming activities by each farmer in his/her plot. Plot sizes are normally 0.12 ha (11 861 ha).
- A1 and A2 irrigation schemes: this is a new kind of irrigation scheme in the country. The land reform undertaken by the government has increased the area under smallholder irrigation. The reform has split up commercial irrigation schemes and ushered in two new groups of farmers, namely A1 who irrigate small areas at times with shared infrastructure and A2 who are commercial irrigators. In some cases, the A2 farmers also share irrigation infrastructure (69 714 ha).

Of the total irrigated area in Zimbabwe it was estimated in 1999 that 112 783 ha was under sprinkler irrigation (including centre pivots), 46 849 ha under surface irrigation and 13 881 ha under localized irrigation (Table 3 and Figure 4).

Most formal irrigation schemes in the country depend on water stored in small- and medium-sized dams. Other important water sources are boreholes/deep wells, direct river diversion, shallow wells/springs and sand abstraction systems (a technique for extracting water from sand layers in river beds through a network of perforated pipes buried in the river bed which collects water into a sump from which it is pumped).

Opportunities also exist in the country for the cultivation of wetlands or dambos. These cover a national area of 1.28 million ha, of which about 260 000 ha are in communal areas and the remainder in commercial farming areas. Only around 20 000 ha are cultivated in the communal areas (Table 3 and Figure 5). Although local research has confirmed the safety and advantages of dambo cultivation there is still no enabling national legislation and policy to promote their sustainable use.

Water harvesting is another important activity in the country. In-situ techniques are the most commonly practised and are dominant in the drier natural regions IV and V. The most common systems are the use of infiltration pits, tied furrows, dead level contours, potholing and fanya juus. Despite the obvious benefits of water harvesting in the country, as claimed by farmers and researchers, there is still a lack of quantitative

data the extent of its use in the country and of local scientific information on how the various techniques are performing.

Role of irrigation in agricultural production, the economy and society

About 70 percent of the population of Zimbabwe depends on agriculture for food and employment. However irrigation is important for successful crop production in the country as the greater part of the country (NRs III, IV and V) receives inadequate rainfall for agriculture. Even in the wetter NRs I and II mid-season droughts are common making supplementary irrigation necessary. Supplementary irrigation is also used to extend the growing season of certain crops or ensure the early planting of such crops as tobacco and cotton. The major irrigated crops in the country are wheat, cotton, sugar cane, tobacco, soybeans, fruit, vegetables and maize (Table 3 and Figure 6). Crops grown under irrigation constitute almost half of the total value of the crops marketed. Crop yields under irrigation have been shown to increase greatly as compared to yields from dry land (Table 4).

In Zimbabwe, the figures shown in Table 5 and 6 are indicative values of crop water requirements used for irrigation planning purposes. Overall irrigation efficiencies on irrigation schemes in Zimbabwe are generally about 45 percent or lower for surface schemes, between 65 and 70 percent for sprinkler schemes and from 80 to 90 percent for drip schemes.

The cost of irrigation development in the country is normally site specific. It also depends on the type of technology to be installed, whether it is a new or rehabilitated development or and whether it is a single-user commercial scheme or a multi-user smallholder scheme. Normally the costs are divided into capital, operation and maintenance (O&M) (Table 7).

TABLE 4
Average yields of main crops in Zimbabwe

Crop	Dry land yield (tonnes/ha)	Irrigated yield (tonnes/ha)
Maize	1.6	5.8
Groundnuts	0.5	2.7
Soybeans	1.4	2.4
Cotton	0.8	2.4
Tobacco	2.0	2.9
Sugar cane	**	110
Wheat	**	5.2
Barley	**	5.0
Beans	1.0	1.3
Coffee	1.2	1.7
Tea	2.8	3.2
Tomatoes	**	20

** Crop not normally grown under dry land

FIGURE 6
Irrigated crops
Total: 202 430 ha in 1999
(cropping intensity 163%)

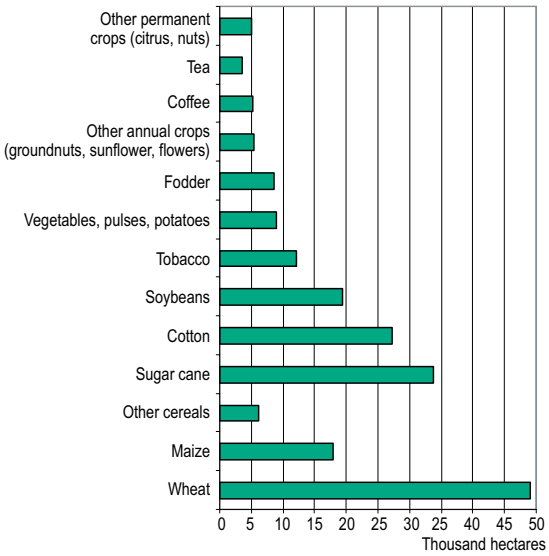


TABLE 5
Indicative irrigation water requirements, according to season

Season	Irrigation water requirements (m^3/ha)
Early summer	3 000
Summer supplementary	4 500
Winter	7 500
Year round	12 000

Status and evolution of drainage systems

Drainage issues have received less prominence and are less documented in the country compared with the development of new irrigation infrastructure. Drainage is seasonal in the country and the most common drainage system found is surface drainage and this is installed in both large-scale commercial and smallholder irrigation schemes as part of the water management system. Drainage systems are mainly found in surface irrigation schemes. Generally the drainage systems are made up of field drains (open

TABLE 6
Indicative irrigation water requirements, based on irrigation technique

Irrigation technique	Irrigation water requirements (m^3/ha)
Drip	9 000
Sprinkler	13 000
Surface	16 000

TABLE 7
Indicative average costs of irrigation development in Zimbabwe

Irrigation technique	Capital costs (US$/ha)	Rehabilitation costs (US$/ha)	O&M costs (US$/ha per year)
Surface	10 000	4 500	375
Sprinkler	8 500	3 000	500
Drip	13 000	6 000	250

canals) which collect excess irrigation water and rainfall runoff from the fields. The field drains discharge into a network of secondary drains which in turn discharge into the main (primary) drain which delivers drainage water out of the scheme. A general rule for the country is that 12 mm must be drained in 24 hours, which equals a steady drainage flow of approximately 1.4 l/sec per ha.

The main problem with surface drainage systems in all irrigation schemes is the lack of proper maintenance resulting in below optimum functioning of the systems. In smallholder irrigation schemes farmers have a tendency to plant fruit trees or dump manure in the drains rendering them non- functional.

WATER MANAGEMENT, POLICIES AND LEGISLATION RELATED TO WATER USE IN AGRICULTURE

Institutions

Several government institutions, parastatal agencies and other non-governmental organizations are involved in irrigation and water management in the country. The major ones are as follows:

- The Ministry of Agriculture and Rural Development (MARD) is responsible for the overall development and implementation of the government's policy on agriculture and irrigation. The Ministry is directly involved through its departments and parastatal agencies as follows:
  - The Department of Research and Extension Services (AREX) provides extension services to all irrigators and its research section is responsible for soil surveys and testing for irrigation development.
  - The Agricultural and Rural Development Authority (ARDA) is a parastatal agency responsible, on behalf of the government, for the operation of government-owned irrigated estates and farms. It works closely with the Department of Irrigation.
  - The Grain Marketing Board (GMB) is a parastatal agency in charge of marketing the country's strategic crops. All controlled crops such as maize and wheat from irrigation schemes are sold to the GMB at regulated prices. The GMB also administers the government input credit scheme for irrigators.
  - The Department of Irrigation (DOI) is a new department which was initially in the Ministry of the then Rural Resources and Water Development (MRRWD) and was recently moved over to MARD. The Department is mandated with all the irrigation activities in the country which include planning, identification of schemes, designing, construction, operation and management of existing irrigation schemes.
- The Ministry of Rural Resources and Infrastructural Development (MRRID) is the custodian of water rights and develops policies on water development. Three departments and one parastatal agency under this ministry are involved in irrigation and water:
  - The Department of Water Development (DWD) is in charge of the overall formulation of national policies and standards for the planning, management and development of the nation's water resources. It acts as a policy and regulatory unit on water within the Ministry.

- The Zimbabwe National Water Authority (ZINWA) is a water planning and bulk supply parastatal agency which works with Catchment Councils to which it will devolve responsibility for managing river systems and enforcing laws and regulations at the local level. The organization plays an important role in the management of the water permit system and the operationalization of water pricing.
- The District Development Fund (DDF) provides tillage services to irrigators and offers a nationwide public works facility for maintaining public infrastructure including boreholes and small dams. It also plans and constructs small irrigation schemes, but under the supervision of the DOI.

- The Ministry of Local Government, Public Works and National Housing is a lead ministry working through the Rural District Councils to mobilize the local community, farmer selection and irrigation plot allocation in smallholder irrigation development.
- The Ministry of Finance and Economic Development has a key role in defining priorities and in determining the availability of resources for development activities such as irrigation. It also coordinates externally sourced development finance for irrigation and relations with donors.

Water management

At the national level the responsibility for the planning, coordination, management of water resources and the delivery of water is vested in ZINWA in conjunction with the Catchment Councils. ZINWA is supervised by its parent ministry MRRID. There are seven Catchment Councils in the country and each is supposed to represent all stakeholders in a given catchment area. Irrigation schemes, both smallholder and large-scale commercial schemes, are represented in some of these councils.

In terms of irrigation scheme management generally, and water management in particular, the large-scale commercial schemes including estates and plantations are managed and run by their private owners. ARDA is responsible for managing the schemes under its jurisdiction on behalf of the government.

Within the smallholder irrigation schemes, three broad types of management can be found: government-managed, farmer-managed and jointly-managed schemes. Government-managed schemes are developed and maintained by the government. Farmer-managed schemes are developed by the government but owned and managed by the farmers with no external assistance. In the case of jointly-managed schemes, the farmers and the government share the financial responsibility for operation and maintenance. In terms of scheme numbers, it is estimated that about 50 percent of the schemes are farmer-managed, about 32 percent government-managed and 18 percent jointly-managed. However, in terms of hectares the government is still managing a bigger area given that most farmer-managed schemes tend to be small.

At the level of farmers in smallholder irrigation schemes, Irrigation Management Committees (IMCs) have been established to help encourage farmer management. The government's policy since 1980 has been to promote farmer-managed schemes where possible. The IMCs have no legal standing and their effectiveness varies from scheme to scheme.

The departments of AREX and DOI play a central role in providing extension and training to the irrigation sector. These departments are present at the provincial level and, in the case of AREX, also at the district level. The DOI also has an approved structure at the district level. In most irrigation schemes in the smallholder sector, there is at least one full-time extension worker from AREX. Farmer organizations and unions also provide training and extension services to irrigators. The main farmers' unions are the Commercial Farmers' Union (CFU), which represents large-scale

commercial farmers, and the Zimbabwe Farmers' Union (ZFU), which represents smallholder farmers.

Finances

Large-scale commercial irrigators, including estates and plantations, source funding for irrigation development privately. However, irrigation development for ARDA, smallholder irrigation schemes and dam construction by ZINWA have been traditionally provided by the government through funds allocated under the Public Sector Investment Programme (PSIP). The government has also set up a means of obtaining credit, namely the Agricultural Development Assistance Fund (ADAF) which is administered on behalf of the government by AGRIBANK, a commercial bank. ADAF offers credit for agricultural projects including irrigation development, but is charging concessionary interest rates. Both large and small farmers can borrow from this fund.

Dam construction costs are unusually high and from time to time the government has shared the cost of particular storages with private investors who have received special allocations in return for their contribution. Until recently, irrigation development in the smallholder subsector has also received substantial financial support from donors and non-governmental organizations (NGOs).

Large-scale commercial farmers and ARDA pay for their O&M costs. Within the smallholder farmer-managed schemes, farmers also pay for their O&M costs. On government-managed schemes, farmers pay the DOI an annual maintenance fee. In turn, the DOI receives an annual financial allocation from the government to subsidize these schemes by paying their O&M costs.

Farmers in the country now pay ZINWA for irrigation water and the billing is based on the volume of water used per month. Irrigation schemes are being supplied with water on the basis of water agreements with ZINWA.

Policies and legislation

Several attempts have been made to formulate an irrigation policy for the country as evidenced by the writing of the Derude Policy paper on small-scale irrigation schemes (1983) and the FAO Irrigation policy and strategy document (1994). However neither of these documents have been formally endorsed by the government as policy on irrigation development.

National policies and objectives for the agricultural sector are set out in Zimbabwe's Agricultural Policy Framework (ZAPF) 1995-2020. ZAPF clearly states the government's policy on water resources and irrigation development. Specific national policy objectives include:

- Growth in the irrigated area particularly in the smallholder sector with minimal negative impacts on the environment and human health;
- Equitable allocation and efficient use of scarce water resources;
- Establishment of a water pricing structure which is consistent with cost and social efficiency;
- Establishment of an effective institutional structure;
- Implementation of drought mitigating strategies.

The Zimbabwe Environmental Impact Assessment Policy of 1997 stipulates that irrigation is a prescribed activity which shall not receive the required authorization to proceed from the authorities unless and until the authorities have exempted the activity from the requirements of an Environmental Impact Assessment (EIA) or has granted EIA acceptance.

Recent milestones in water- and land-related legislation are:

- The Water Act [Chapter 20:25] (1998) reformed the water sector to ensure a more equitable distribution of water and stakeholder involvement in the

management of water resources. Water can no longer be privately owned. The "priority date water right system" has been replaced by water permits of limited duration which will be allocated by Catchment Councils. Water is now treated as an economic good and the "user pays principle" applies. Pollution of water is now an offence and the "polluter pays" principle applies.

- The Zimbabwe National Water Authority Act [Chapter 20:25] (1998) led to the establishment of ZINWA, a parastatal agency responsible for water planning and bulk supply. ZINWA plans and manages water resources on a catchment basis and involves all stakeholders. Other responsibilities include the management of the water permit system, operationalization of water pricing, operating and maintaining existing infrastructure and executing development projects. ZINWA works with seven river catchment councils to which it will devolve responsibility for managing river systems and enforcing laws and regulations at the local level.
- The Land Acquisition Act [Chapter 20:10] (2000) has empowered the government to compulsorily acquire any land for resettlement purposes under the land reform. The land redistribution carried out by the government has resulted in an increase in the land under irrigation in the smallholder sector since commercial irrigated farms have been acquired and split into smaller pieces. This has ushered in two new groups of farmers namely A1 who irrigate small areas with shared equipment and A2 who are the new breed of commercial farmers. In some cases the A2 farmers also share irrigation infrastructure;
- The Environmental Management Act (2002) empowers the government to command public and private development institutions to undertake an EIA before undertaking any activity and adhere to mitigating activities to protect the environment as recommended in the EIA. Irrigation development is one such prescribed activity which requires an EIA.

ENVIRONMENT AND HEALTH

Surface water in Zimbabwe is usually of good quality for irrigation: generally conductivity is less than 500 micro siemens/cm. Groundwater on the other hand tends to be more variable in quality, with some being saline, sodic or saline sodic. Current knowledge about the quality of groundwater in the country is limited. Chemical analyses of water are done before the implementation of drip systems but are rarely done for surface and sprinkler systems.

Poor drainage and salinity are not a major problem in irrigated areas in Zimbabwe, although it has been observed in some schemes under surface irrigation and it is normally associated with poor land levelling and poor water management or the use of poor quality irrigation water.

There is a general increase in the use of agrochemicals in the country due to the intensification of crop production. It is thought that the regular use of commercial levels of agrochemicals is an occupational risk for irrigation farmers and increases the risk of contamination of both surface water and groundwater resources. However, data on water analysis showing agrochemicals levels in natural water sources in Zimbabwe are not obtainable and it is thus difficult to establish the extent of pollution due to irrigated agriculture.

In Zimbabwe the net effect on human health of irrigation development tends to be positive. There is an improvement of the nutritional status of the people both on the scheme and in the surrounding area. Indirectly, benefits are twofold: i) because of the economic progress resulting from irrigation, communities can afford better health care; ii) the upgraded infrastructure (roads, electricity, etc.) that accompanies irrigation ensures better basic health services such as child immunization, family planning and mother and child health. However, despite the net positive effect on human health,

irrigation (especially surface irrigation) in the country is associated with an increased risk of malaria, schistosomiasis, enteric diseases like diarrhoea, agrochemical poisoning, skin and eye diseases.

PERSPECTIVES FOR AGRICULTURAL WATER MANAGEMENT

Due to recurrent droughts in the past few years the government has realized the importance of irrigation to the country and as a result has declared irrigation as strategic to the country's agricultural development. This means that wherever possible, agriculture in the country will be irrigation-based. In the past irrigation development has favoured the traditional large-scale commercial farmers. However, of late the benefits of extending this development to the smallholder subsector have been realized. The current trend is to focus irrigation development on the smallholders, especially in the context of the current government's land redistribution exercise where large-scale commercial farms are being acquired for the resettlement of smallholders. Wherever possible, the government is promoting farmer-managed irrigation schemes.

Enabling new legislation to support this development has been recently enacted in the form of the New Water Act (1998), the Land Acquisition Act (2000) and the Environmental Management Act (2002). The ZAPF (1995) clearly states the government's future policy on irrigation and water. To allow a more coordinated development, institutional reforms within government are under way to bring all irrigation functions under a single and stronger government department.

The limiting factor in irrigation development in the country is water availability and lack of capital. Provision of water depends entirely on expensive storage works. However due to the past uncoordinated approach to irrigation development, many irrigation dams have been constructed without the corresponding irrigation infrastructure. The short-term plan is to utilize all the water in existing dams reserved for irrigation before embarking on new dam construction. The tradition has been to allocate irrigation water from dams based on a 10 percent risk factor. This is rather conservative and is unlike the rest of the world. Current thinking is that one way of increasing irrigated area at minimal cost could be to lower the reliability levels of water from existing dams by accepting a 20 percent risk factor rather than the traditional 10 percent. More recently, donor funding in irrigation has been declining but the government has stepped up funding for irrigation from its own limited resources.

Due to the government's land reform, many new farmers with no prior experience of irrigation have been allocated plots on former commercial farmers' irrigated land. The future challenge for the country is to train these new farmers in irrigation so that they will be able to produce more efficiently and on a sustainable basis. In some cases there is need for massive re-planning of some of the allocated irrigation systems to convert them from single-user systems to multi-user systems.

MAIN SOURCES OF INFORMATION

Department of Agricultural Engineering and Technical Services. 2002. *Report on the status of irrigation development in Zimbabwe*. Harare.

FAO. 1994. *Zimbabwe: Irrigation Policy and Strategy*. Harare

FAO.1999. *Zimbabwe: Smallholder Irrigation Development Project*. Preparation Report, Volumes 1-3. Report No 99/030 ADB-ZIM . Rome.

IFAD. 1997. *Smallholder Irrigation Support Programme*, Appraisal Report, Volumes I – II, Report No. 901-ZW. Rome.

Makadho, J. 1991. *Procedure for a farmer's application for a water right.* Department of Agricultural, Technical and Extension Services (AGRITEX). Harare.

Ministry of Lands, Agriculture and Rural Resettlement. 1995. *Zimbabwe's Agricultural Policy Framework: 1995 -2020*. Harare.

Ministry of Lands, Agriculture and Rural Resettlement. 2001. *The Agricultural Sector of Zimbabwe: Statistical Bulletin – 2001*. Harare.

CAHIERS TECHNIQUES DE LA FAO

FAO RAPPORTS SUR L'EAU

1 Prevention of water pollution by agriculture and related activities, 1993 (A/E)
2 Irrigation water delivery models, 1994 (A)
3 Water harvesting for improved agricultural production, 1994 (A)
4 Use of remote sensing techniques in irrigation and drainage, 1995 (A)
5 Irrigation management transfer, 1995 (A)
6 Methodology for water policy review and reform, 1995 (A)
7 Irrigation in Africa in figures/L'irrigation en Afrique en chiffres, 1995 (A/F)
8 Irrigation scheduling: from theory to practice, 1996 (A)
9 Irrigation in the Near East Region in figures, 1997 (A)
10 Quality control of wastewater for irrigated crop production, 1997 (A)
11 Seawater intrusion in coastal aquifers – Guidelines for study, monitoring and control, 1997 (A)
12 Modernization of irrigation schemes: past experiences and future options, 1997 (A)
13 Management of agricultural drainage water quality, 1997 (A)
14 Irrigation technology transfer in support of food security, 1997 (A)
15 Irrigation in the countries of the former Soviet Union in figures, 1997 (A) (also published as RAP Publication 1997/22)
16 Télédétection et ressources en eau/Remote sensing and water resources, 1997 (F/E)
17 Institutional and technical options in the development and management of small-scale irrigation, 1998 (A)
18 Irrigation in Asia in figures, 1999 (A)
19 Modern water control and management practices in irrigation – Impact on performance, 1999 (A)
20 El riego en América Latina y el Caribe en cifras/ Irrigation in Latin America and the Caribbean in figures, 2000 (E/A)
21 Water quality management and control of water pollution, 2000 (A)
22 Deficit irrigation practices, 2002 (A)
23 Review of world water resources by country, 2003 (A)
24 Rethinking the approach to groundwater and food security, 2003 (A)
25 Groundwater management: the search for practical approaches, 2003 (A)
26 Capacity development in irrigation and drainage. Issues, challenges and the way ahead, 2004 (A)
27 Economic valuation of water resources: from the sectoral to a functional perspective of natural resources management, 2004 (A)
28. Water charging in irrigated agriculture – an analysis of international experience, 2004 (A)
29. L'irrigation en Afrique en chiffres – Enquête AQUASTAT– 2005, 2005 (F/A)

Disponibilité: décembre 2005

A – Anglais
Ar – Arabe
C – Chinois
E – Espagnol
F – Français
P – Portugais
Multil – Multilingue
** Epuisé*
*** En préparation*

On peut se procurer les Cahiers techniques de la FAO auprès des points de vente des publications de la FAO, ou en s'adressant directement au Groupe des ventes et de la commercialisation, FAO, Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italie.

L'irrigation en Afrique en chiffres

Enquête AQUASTAT – 2005

Le programme d'AQUASTAT a été lancé en vue de présenter une image détaillée et complète des ressources en eau et de l'irrigation dans les pays en développement et de fournir des informations systématiques, à jour et fiables sur l'eau pour l'agriculture et le développement rural. Ce rapport présente les résultats de l'enquête la plus récente menée dans les 53 pays d'Afrique, et analyse les changements survenus durant les dix années écoulées depuis la première enquête. Conformément à la méthodologie d'AQUASTAT, l'enquête repose dans la mesure du possible sur les statistiques et les informations venant des pays eux-mêmes. Dans le sommaire général est présentée une synthèse sur la mise en valeur des ressources en eau, l'irrigation et le drainage dans la région. Le CD-ROM joint à ce rapport contient des monographies détaillées par pays sur la situation dans chaque pays.