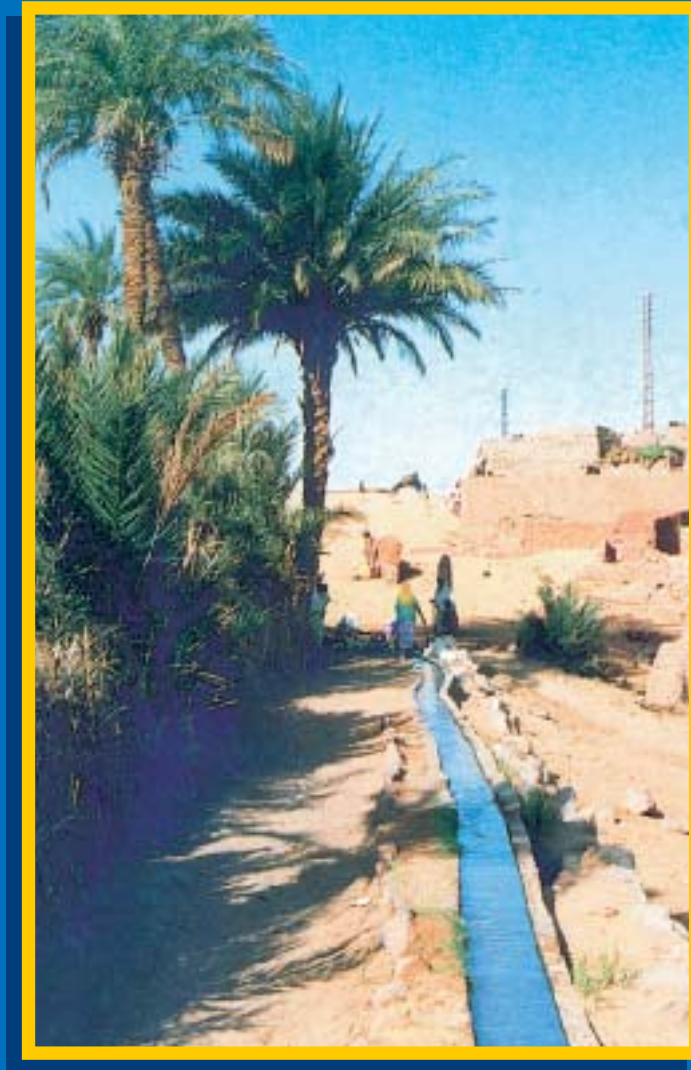




LES RESSOURCES EN EAU DES PAYS DE L'OBSERVATOIRE DU SAHARA ET DU SAHEL



EVALUATION, UTILISATION ET GESTION

Septembre 2001

EDITORIAL

De tous temps, les sociétés ont été tributaires de l'eau. De leurs capacités de gérer et de partager cette ressource rare dépend toujours leur survie. C'est particulièrement le cas dans la zone du Sahara et du Sahel où l'eau est devenue un bien essentiel qui fait partie de l'histoire des pays et de la vie des hommes.

Cette ressource vitale et symbolique conditionne profondément l'imaginaire collectif des sociétés dans ces zones arides et semi-arides de l'Afrique.

L'UNESCO a lancé depuis longtemps des programmes de coopération scientifique internationale dans ce domaine, la Décennie Hydrologique Internationale (1965-1974), suivie des phases successives du Programme Hydrologique International (PHI). L'Objectif principal de ces programmes est de développer les bases scientifiques et technologiques pour une gestion rationnelle des ressources en eau, tant au niveau de la quantité que de la qualité, tout en tenant compte de la protection de l'environnement. Dès le début, l'étude de l'hydrologie des régions arides et semi-arides a été abordée et s'est poursuivie régulièrement dans le PHI. La phase V du PHI (1996-2001) a accordé une importance particulière à la gestion intégrée des ressources en eau dans les régions arides et semi-arides ainsi qu'à l'étude de la pollution et de protection des eaux souterraines.

Les ressources en eau souterraines, véritables «réserves secrètes», longtemps méconnues, sont aujourd'hui un enjeu considérable pour ces zones considérées, parmi tous les grands ensembles du monde, comme les plus démunies en ressource en eau naturelle.

L'OSS, depuis 1992, marque un intérêt particulier au développement de plate-forme de concertation entre les pays partageant les ressources en eau non renouvelables.

Il s'agit pour l'OSS de promouvoir une «conscience de bassin» en travaillant à l'amélioration et à l'échange des connaissances sur ces ensembles (définition géologique et hydrogéologique mais également reconsidération des modèles...), à la mise en place effective de mécanismes de concertation face à une gestion encore mal maîtrisée, et à l'harmonisation des cadres législatifs.

L'OSS et l'UNESCO ont établi une coopération fructueuse sur ce thème et se sont associés pour diffuser cette réflexion sur les enjeux que représente dans la zone de l'Observatoire pour les années futures cette ressource limitée. Cette réflexion sur les ressources en eau des pays de l'OSS est réalisée avec le concours de Jean MARGAT. Editée pour la première fois en 1995, elle s'est révélée un cadre adéquat pour une évaluation à l'échelle régionale. Elle revêt aujourd'hui une importance particulière suite à la signature de la Convention Internationale de Lutte contre la Désertification par plus de 187 pays à ce jour.

Son actualisation sur la base des données relatives à l'an 2000 en fait un document d'aide à la planification.

Si chaque pays parvient à donner corps à cette «conscience» commune, des progrès rapides permettront à chacun d'être mieux prévoyant et plus efficace.

Nous serons alors plus proches et plus respectueux des fonctions vitales de cet élément précieux.

Le Directeur de la Division
des Sciences de l'Eau de l'UNESCO

András SZÖLLÖSI-NAGY

Le Secrétaire exécutif
de l'OSS

Chedli FEZZANI

SOMMAIRE

EDITORIAL	3
INTRODUCTION	5
1. LES RESSOURCES EN EAU FAITS MAJEURS	6
1.1 - PLACE DE LA RÉGION DE L'OSS DANS LE MONDE	6
1.2 - TYPES ET GÉOGRAPHIE DES RESSOURCES EN EAU	9
1.3 - DONNÉES QUANTITATIVES : DE FORTES INÉGALITÉS	23
1.4 - REGARD COMPARATIF SUR LES PAYS PLUS MÉRIDIONAUX	28
2 - UTILISATIONS PRESENTES : ETAT DES LIEUX ET CONSEQUENCES	30
3 - LES BESOINS ET LES DEMANDES EN EAU FUTURS : ESSAI DE PROSPECTIVE	46
4 - LA GESTION DE L'EAU : PROBLEMES ET SOLUTIONS	61
4.1 - LES CONFLITS PRÉSENTS À RÉGLER OU FUTURS À PRÉVENIR	61
4.2 - LES SOLUTIONS TECHNIQUES	65
4.3 - LA GESTION INTÉGRÉE DE L'EAU	69
5 - CONCLUSIONS ET SUGGESTIONS	72
BIBLIOGRAPHIE	75
TABLE DES FIGURES	84
TABLE DES TABLEAUX	86
TABLE DES ENCADRES	87

INTRODUCTION

La partie du continent africain qui forme le champ de l'Observatoire du Sahara et du Sahel « OSS » est l'une des régions du monde où la rareté des ressources en eau jointe à la pauvreté peut le plus entraver le développement durable. Dans la plupart des pays de la région, la politique de l'eau et l'économie de l'eau doivent dès à présent et devront davantage à l'avenir faire face aux problèmes posés par une tension grandissante entre les ressources en eau limitées et les besoins en eau en croissance. La gestion de l'eau y prend donc une importance cruciale pour le développement. Cela requiert partout des efforts d'aménagement et de répartition des eaux, parfois déjà de production d'eau non conventionnelle, et aussi des efforts d'organisation et d'adaptation des utilisations, notamment de modération des demandes et d'économie d'eau, des arbitrages d'allocation de ressources et de répartition des charges économiques afférentes, croissant le plus souvent plus vite que le P.N.B. de chaque pays.

Suivant le degré des tensions entre les ressources en eau et les utilisations dans chaque pays, voire dans chaque province des pays les plus étendus, suivant aussi les structures et la nature des ressources en eau, suivant encore les moyens et les politiques socio-économiques de chaque pays, ainsi que les poids relatifs actuels et futurs des différents secteurs d'utilisation d'eau, donc des demandes, les approches, les importances relatives et les priorités attachées aux diverses solutions ne sont pas les mêmes :

- intensification des aménagements de maîtrise des eaux et développement de techniques nouvelles,
- transferts d'eau inter-régionaux,
- exploitation plus ou moins temporaire des ressources non renouvelées,
- production industrielle de l'eau : dessalement,
- réutilisation d'eau usée,
- développement des économies d'eau, du recyclage, des usages d'eau plus efficaces par action sur les demandes,
- redéploiement des utilisations et des demandes.

Cet essai réalisé par l'OSS dresse d'abord un bilan comparatif de situation, puis un inventaire des problèmes et des conflits que la gestion a pour objet de résoudre, et une revue des solutions techniques, suivis d'une esquisse des voies et des instruments d'une gestion intégrée de l'eau.

Cette nouvelle version actualise et complète l'édition initiale publiée en Mai 1995 par l'OSS et l'UNESCO.

1. LES RESSOURCES EN EAU : FAITS MAJEURS

Les ressources en eau de la plupart des pays de la région de l'OSS ont fait l'objet de monographies et d'évaluations assez récentes, le plus souvent dans le cadre des études de base des schémas directeurs d'aménagement des eaux liés aux plans de développement. Elles ont fait aussi l'objet de plusieurs synthèses régionales, illustrées par des cartographies spécifiques.

Il sortirait du propos d'exposer, même en abrégé, tous les résultats de ces études d'évaluation, dont on présentera seulement les chiffrages globaux essentiels. En prélude à une revue des problèmes et des objectifs de gestion de l'eau, il convient d'abord de mettre en lumière deux faits majeurs :

- de tous les grands espaces géopolitiques du monde, la Région de l'OSS est, après le Proche et Moyen Orient la plus démunie en ressources en eau naturelles, en grandeur absolue aussi bien que par rapport à sa population,
- à l'intérieur de cette Région, les ressources en eau sont différemment et inégalement réparties. Les types et les structures de ressources en eau des différents pays sont très contrastés et leurs degrés d'indépendance sont variés, ce qui crée des situations et des conditions de gestion très diversifiées.

Quelques données et chiffres essentiels à ces sujets seront rappelés ci-après.

1.1 - Place de la région de l'OSS dans le monde

Quelques chiffres fondamentaux :

	Superficie Millions de km²	Population 2000 (source Nations Unies) Millions d'habitants	Ressources en eau douce naturelles, renouvelables Milliards de m³/an
Région de l'OSS	16,57	359	Intérieures : 407 Totales : 520
Monde entier	149	6 000	42 600 (Source UNESCO)

La région de l'OSS s'étend sur 11% des terres émergées et sa population groupe 6% de celle du monde (en 2000) mais ses ressources en eau intérieures, naturelles et renouvelables, ne s'élèvent qu'à moins de 1% des ressources mondiales qui équivalent à l'écoulement global : en moyenne 24600 m³/an par km², alors que la moyenne mondiale est d'environ 290 000 m³/an par km².

C'est naturellement la conséquence de la situation de la plus grande partie de la région dans la zone aride ou semi-aride, comme l'illustre bien la carte régionalisant les productions d'écoulement moyen annuel, de source UNESCO, présentée par la figure 1. Les apports locaux, on le voit, n'en sont pas moins très différenciés d'à peine 1 000m³/an à plus de 100 000m³/an/km² en année moyenne- et très inégalement répartis dans la région, ce qui entraîne de fortes disparités des ressources intérieures globalisées par pays (cf. infra. 1.3). La grande irrégularité saisonnière et pluriannuelle des écoulements aggrave, en outre, la faiblesse des moyennes.

Tableau 1 : Ressources en eau naturelles renouvelables dans le monde (chiffrages arrondis)

Régions géopolitiques (groupes de pays)	Ressources totales, internes et externes moyennes en km ³ /an	Part d'origine extérieure à la région (ressources externes) en km ³ /an	Part relativement régulière (superficielle et souterraine) en km ³ /an
Région de l'OSS ⁽¹⁾	520	113	~200
Europe	1 900	10	600
ex URSS	4 400	430	1400
Amérique du Nord (USA et Canada)	6 700	0	1700
Amérique latine (avec Caraïbes)	13 000	3	4 000
Afrique hors région de l'OSS. (avec Madagascar)	3 500	0	1200
Proche et Moyen Orient	480	17	100
Sous-continent indien et Asie du S.E.	6 600	1 000	1 600
Chine (avec Mongolie et Corée N)	2 800	0	1 000
Japon et «4 dragons»	700	0	200
Australie et Océanie	2 000	0	300
TOTAL (Sans double compte)	42 600		12 300

Ces ressources intérieures de la région de l'OSS sont un peu accrues (de 20% globalement) par les apports externes de fleuves issus de zones plus humides -dans les pays du Sahel d'Afrique de l'Ouest essentiellement, plus les riverains méridionaux du Lac Victoria- ce qui ne corrige que faiblement la disparité globale, tout en créant une dépendance en plusieurs pays receveurs.

La région de l'OSS est à l'évidence la plus pauvre en eau de toutes les régions géopolitiques du monde, après le Moyen-Orient (Tableau 1).

Autant d'inégalité affecte les ressources naturelles rapportées aux populations : **en 2000, 1135 m³/an par habitant (ressources internes) et 1450 m³/an (avec les ressources externes) en moyenne pour toute la région mais moins de 1 000 m³/an par habitant en quelques pays, face à une moyenne mondiale de 7 500 m³/an (Fig. 2).**

Il est généralement considéré que des ressources en eau moyennes par habitant de 1000m³ /an, ce qui correspond à une «densité de population» de 1 000 habitants par million de m³/an de ressource, dans des pays où l'autosuffisance alimentaire nécessite l'irrigation, forment le seuil au dessous duquel des tensions apparaissent entre les besoins et les ressources, avec des risques de pénurie d'eau locales ou conjoncturelles.

Dès à présent, six pays de la région de l'OSS ont des ressources en eau naturelles inférieures à 1 000 m³/an par habitant (Maghreb, essentiellement, plus Egypte et Kenya), dont un a moins de 100 m³/an (Libye). La population de ces pays s'élève, en 2000, à 145 millions d'habitants (40% de l'ensemble des pays de l'OSS). Cette situation s'aggraverait sensiblement au XXI^e siècle en fonction des accroissements de population, généralement forts malgré quelques écarts entre pays (Fig. 3) : en 2025, quatre pays de plus (Maroc, Burkina Faso, Ethiopie et Somalie) auront des ressources inférieures à 1000m³/an par habitant, ce qui concernera en tout dix pays et 405 millions d'habitants (69% de la population de l'ensemble des pays de l'OSS).

(1) Région OSS : Pays de l'UMA : Mauritanie, Maroc, Algérie, Tunisie, Libye + Egypte
Pays du CILSS : Cap Vert, Sénégal, Gambie, Burkina Faso, Guinée Bissau, Niger, Mali, Tchad + Mauritanie
Pays de l'IGAD : Soudan, Ethiopie, Djibouti, Somalie, Erythrée, Kenya, Ouganda

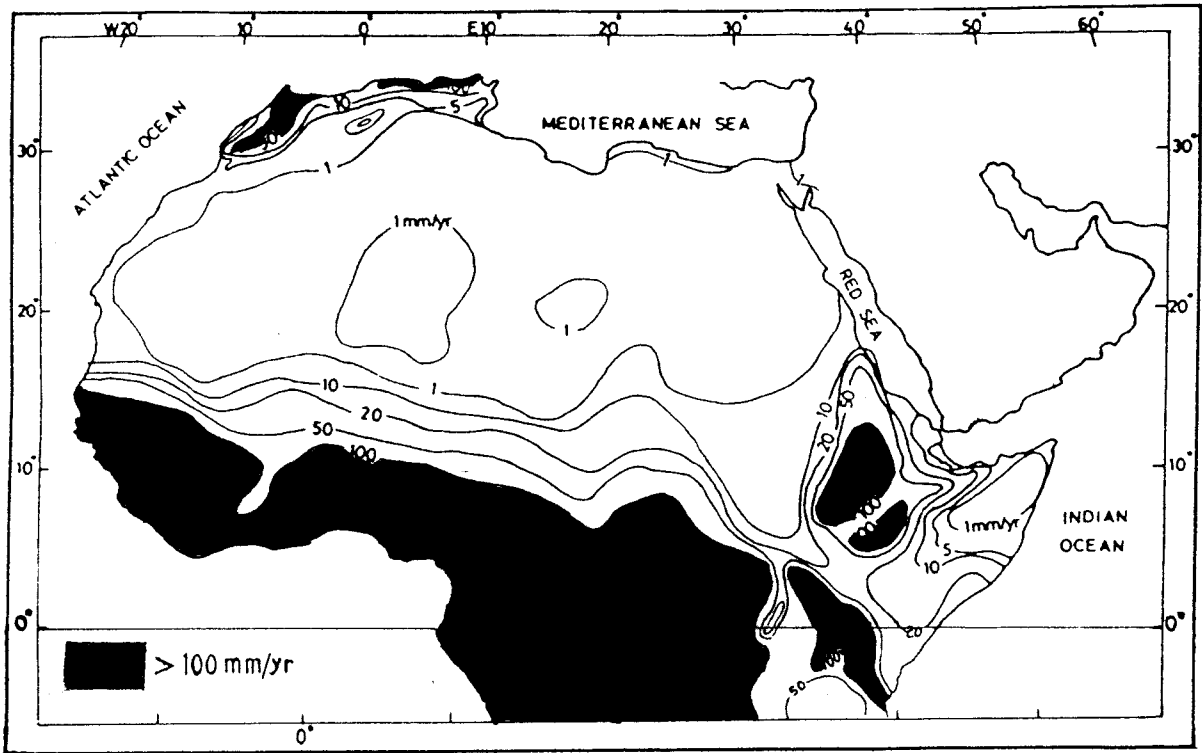


Fig. 1 : Distribution des hauteurs d'écoulement potentiel moyen annuel local dans la région de l'OSS (en mm/an) : géographie de la génération des ressources en eau renouvelables (apports).

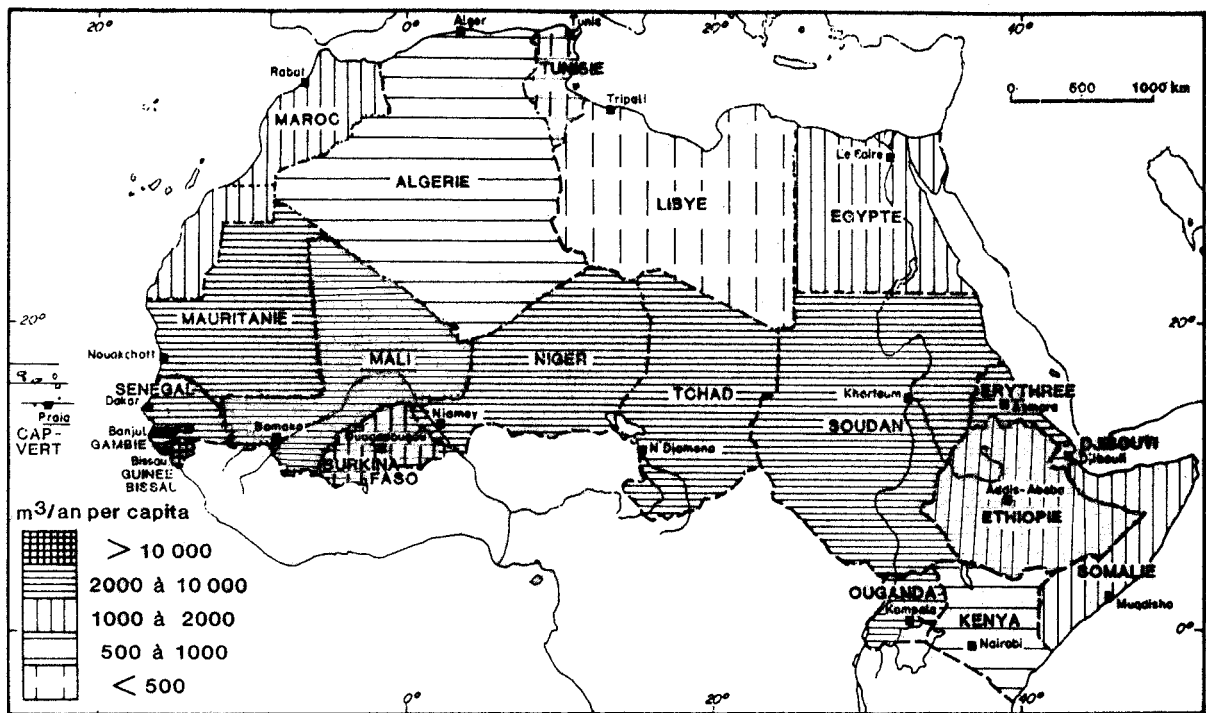


Fig. 2 : Pays de l'OSS classés suivant leurs ressources en eau renouvelables naturelles ou potentielles moyennes par habitant (rapportées aux populations de 2000).

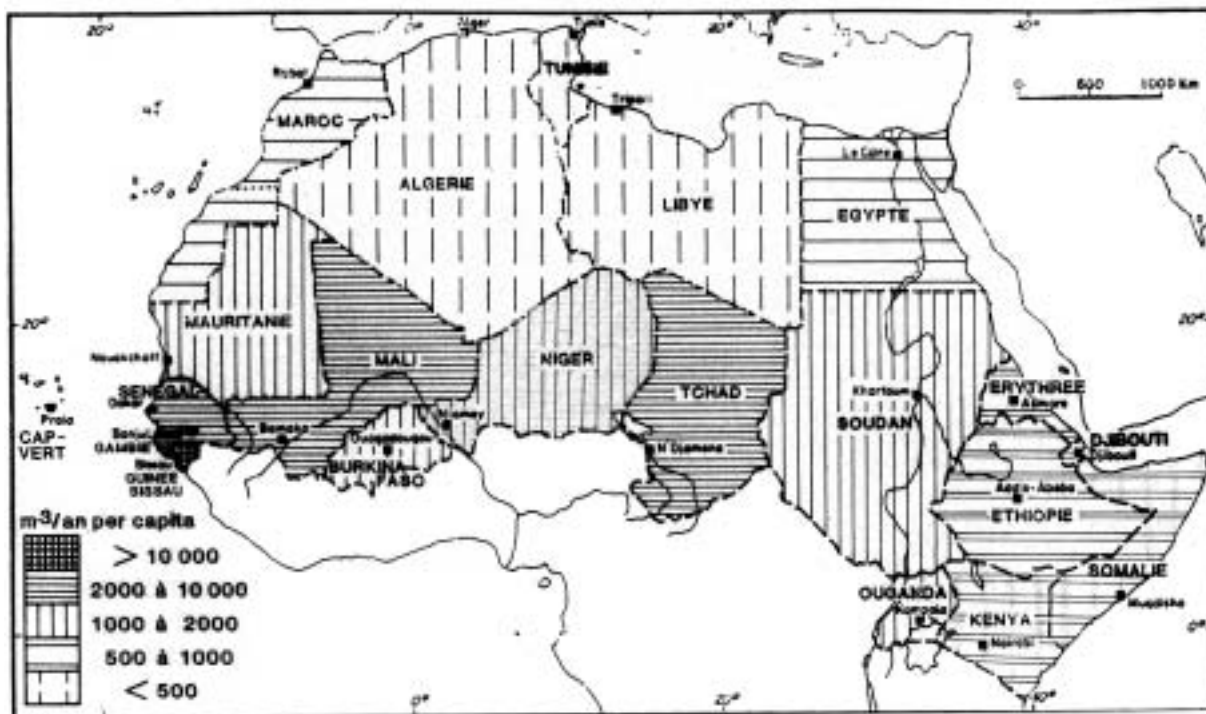


Fig. 3 : Pays de l'OSS classés suivant leurs ressources en eau renouvelables naturelles ou potentielles moyennes par habitant (rapportées aux populations projetées en 2025, d'après les hypothèses moyennes des Nations Unies).

1.2 - Types et géographie des ressources en eau

A l'intérieur de la région de l'OSS les ressources en eau sont non seulement inégalement réparties en quantité, mais elles diffèrent par leur nature et leur structure. Trois grand types de structure de ressource en eau s'offrent et créent chacun des conditions d'évaluation et de gestion spécifiques. Une géographie des ressources en eau peut s'esquisser suivant cette typologie (Fig. 4).

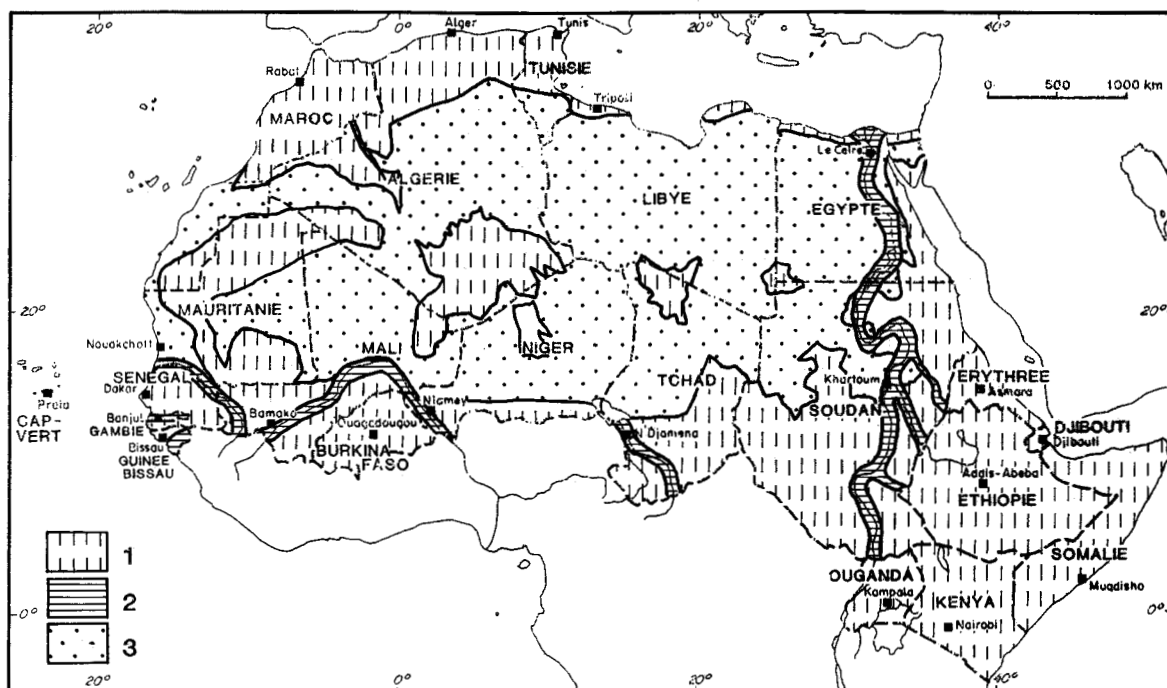


Fig. 4 : Répartition des types de ressource en eau prédominants dans la région de l'OSS.

- 1) Ressources renouvelables intérieures (superficielles et souterraines) prédominantes
- 2) Ressources fluviales (ou Lacustres : Tchad) d'origine externe prédominantes
- 3) Ressources non renouvelables (eaux souterraines) prédominantes.

1) Structure complexe très compartimentée à ressources en eau renouvelables internes prédominantes, principalement superficielles mais à composante souterraine appréciable possible, facteur essentiel des ressources régulières permanentes, avec trois conséquences :

- Maîtrisabilité des ressources subordonnée non seulement au régime lié aux conditions climatiques semi-arides (variabilité saisonnière et interannuelle généralement ample) et aux structures hydrographiques et hydrogéologiques, mais aussi aux sites de barrage régulateur possible, dont les aménagements successifs ont généralement un rendement décroissant.
- Complexité et pluralité étagée des acteurs de la maîtrise et de l'aménagement des eaux : puissance publique, collectivités locales et agents individuels, ce qui implique une coexistence et une complémentarité de la «grande» et de la «moyenne et petite hydraulique», notamment pour l'exploitation des eaux souterraines, et une gestion des ressources en partie décentralisée.
- Indépendance par rapport aux pays voisins et régionalisation des ressources, dont les inégalités de répartition intérieure peuvent toutefois être atténuées par des transferts.

Ce type domine au Maghreb (au Nord du Sahara), dans les massifs anciens du Sahara (Hoggar, Aïr, Tibesti...) et dans les zones de socle des pays sahéliens (Burkina Faso, Sud du Mali et du Tchad), en Afrique orientale (Ethiopie et pays riverains de l'Océan Indien).

2) Structure centralisée par un fleuve majeur (Nil, Niger, Sénégal, Chari) à forte composante d'origine externe, souvent générateur de ressources «secondaires» en eau souterraine (aquifère alluvial subordonné), notamment du fait de l'utilisation par l'irrigation, avec trois conséquences :

- Rôle majeur de la «grande hydraulique» et de la puissance publique dans la maîtrise, l'aménagement et la gestion des ressources,
- Effet structurant sur les utilisations, concentrées dans les vallées, et favorisant des «réutilisations» (au sens où une partie des ressources peut être utilisée plusieurs fois),
- Forte dépendance par rapport aux pays émetteurs de l'amont doublée parfois d'astreinte par rapport aux pays receveurs en aval.

Ce type domine en Egypte, au Soudan, en Mauritanie, au Niger et au Tchad ; il contribue notablement aux ressources du Mali et du Sénégal.

3) Structure profonde de grand bassin hydrogéologique à ressources en eau souterraine non renouvelables très prédominantes et à ressources en eau de surface négligeables, avec trois conséquences :

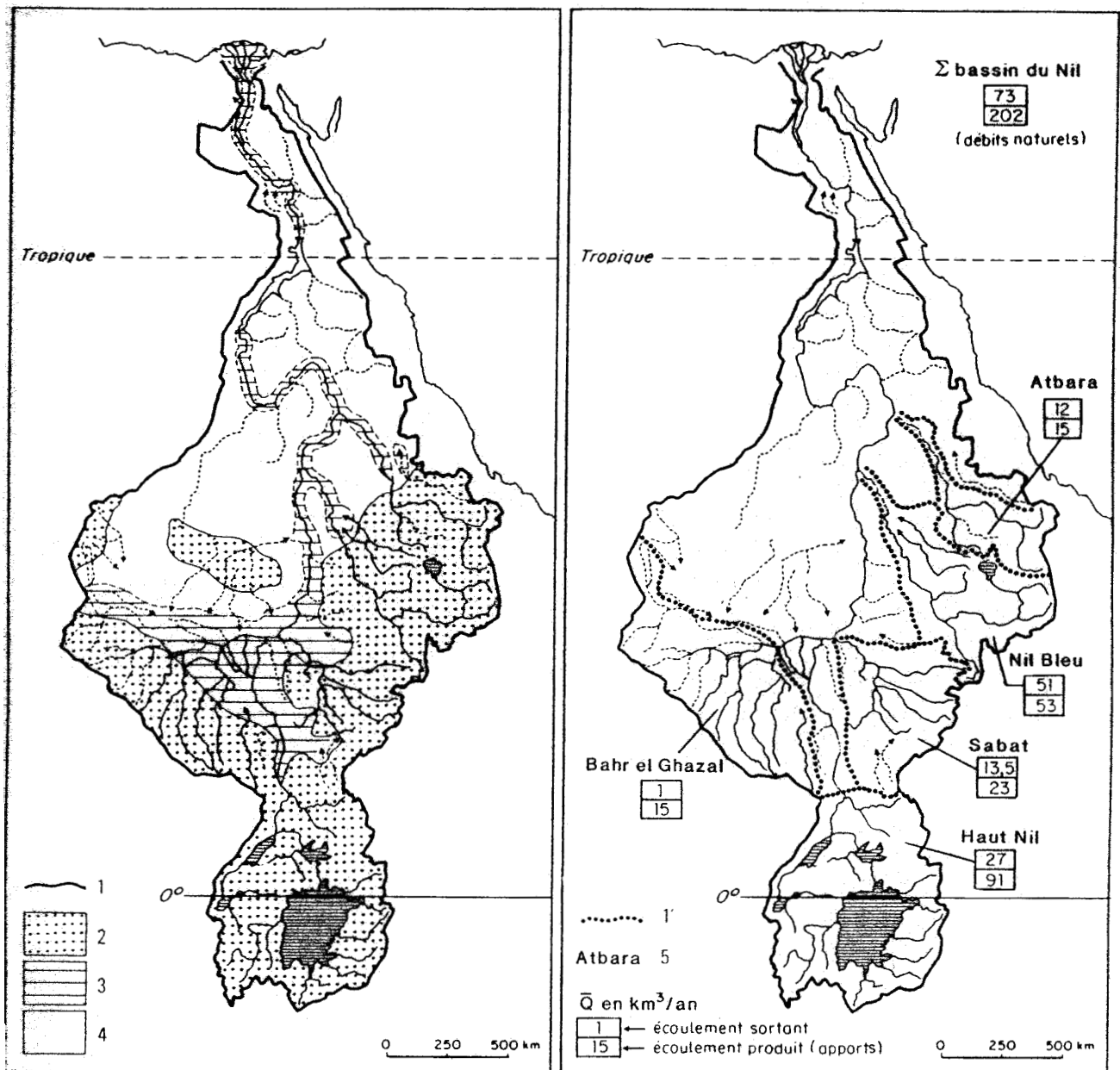
- Rôle majeur de la puissance publique dans la reconnaissance et l'exploitation des ressources.
- Nécessité d'une «gestion de stock» à long terme.
- Opportunité de concertation entre pays dans les cas fréquents où les grands réservoirs aquifères sont transfrontières. C'est l'un des axes majeurs du programme AQUIFÈRES DES GRANDS BASSINS développé par l'OSS, notamment du projet du Système Aquifère du Sahara Septentrional (SASS) lancé en 1999, auquel coopèrent l'Algérie, la Libye et la Tunisie.

Ce type domine au Sahara (désert occidental d'Egypte, Libye, Sahara algérien, marocain et tunisien, zones sahariennes sédimentaires des pays sahéliens: Mali, Niger, Tchad, Soudan).

Problèmes d'évaluation spécifiques

Les conditions climatiques arides ou semi-arides qui règnent sur la plus grande partie de la région rendent les ressources renouvelables en eau superficielle des types (1) et (2) non seulement très irrégulières dans le temps, mais souvent non conservées dans l'espace :

- **Dans le temps** : nécessité de longues durées d'observations hydrologiques pour estimer les moyennes et les variabilités avec une validité acceptable
- **Dans l'espace** : beaucoup d'écoulement fluviaux sont soumis à de fortes déperditions par évaporation notamment dans les deltas intérieurs tels que celui du Nil au Soudan (pertes du Bahr-EI-Ghazal et du delta intérieur du Nil estimées à 31 km³/an) ou celui du Niger au Mali (pertes estimées à 33 km³/an), en moyenne, dans le delta intérieur -17 à 86 suivant les années- plus 3,9 dans la boucle du Niger), ce qui rend les écoulements décroissants d'amont en aval (Fig. 5 et 6). Dans le bassin du Nil entier, les déperditions totales naturelles (c'est-à-dire hors irrigations) par évaporation s'élèvent à près de 130 km³/an, soit les 2/3 de la somme des apports locaux (Fig. 5). Le cas de bassins endoréiques comme celui du Lac Tchad accentue encore ce phénomène puisque la perte finale par évaporation est alors totale. Les estimations de ressource en eau de surface sur des bases hydrologiques doivent en tenir compte et se référer aux seuls domaines ou sous-bassins « productifs » :
- Une partie des apports locaux ou affluents de pays voisin échappe aux chiffrages des écoulements sortants du territoire ce qui minimise l'estimation globale des ressources suivant cette approche. Pourtant, avant leurs pertes, ces écoulements constituent des ressources locales à prendre en compte.



Source : UNESCO 1979

Fig. 5 : Productions et déperditions d'écoulement dans le bassin du Nil.

à gauche : zones productrices et consommatrices d'écoulement

à droite : productions et écoulements sortants des principaux sous-bassins

1 : limite du bassin versant théorique

1' : limite de sous-bassin tributaire principal

2 : zone productrice d'écoulement

3 : zone consommatrice d'écoulement : évaporation réelle locale supérieure aux précipitations

4 : zone «aréique» en pratique, à écoulement potentiel local négligeable, à écoulement régional nul

5 : sous-bassin tributaire principal.

Les vastes plans d'eau lacustres et les marais du delta intérieur du Nil Blanc, en zone tropicale, forment des aires de déperdition «consommatrices» d'une grande partie des écoulements produits en amont. L'extension du bassin en zone aride accentue ces pertes qui rendent les débits des cours d'eau décroissants.

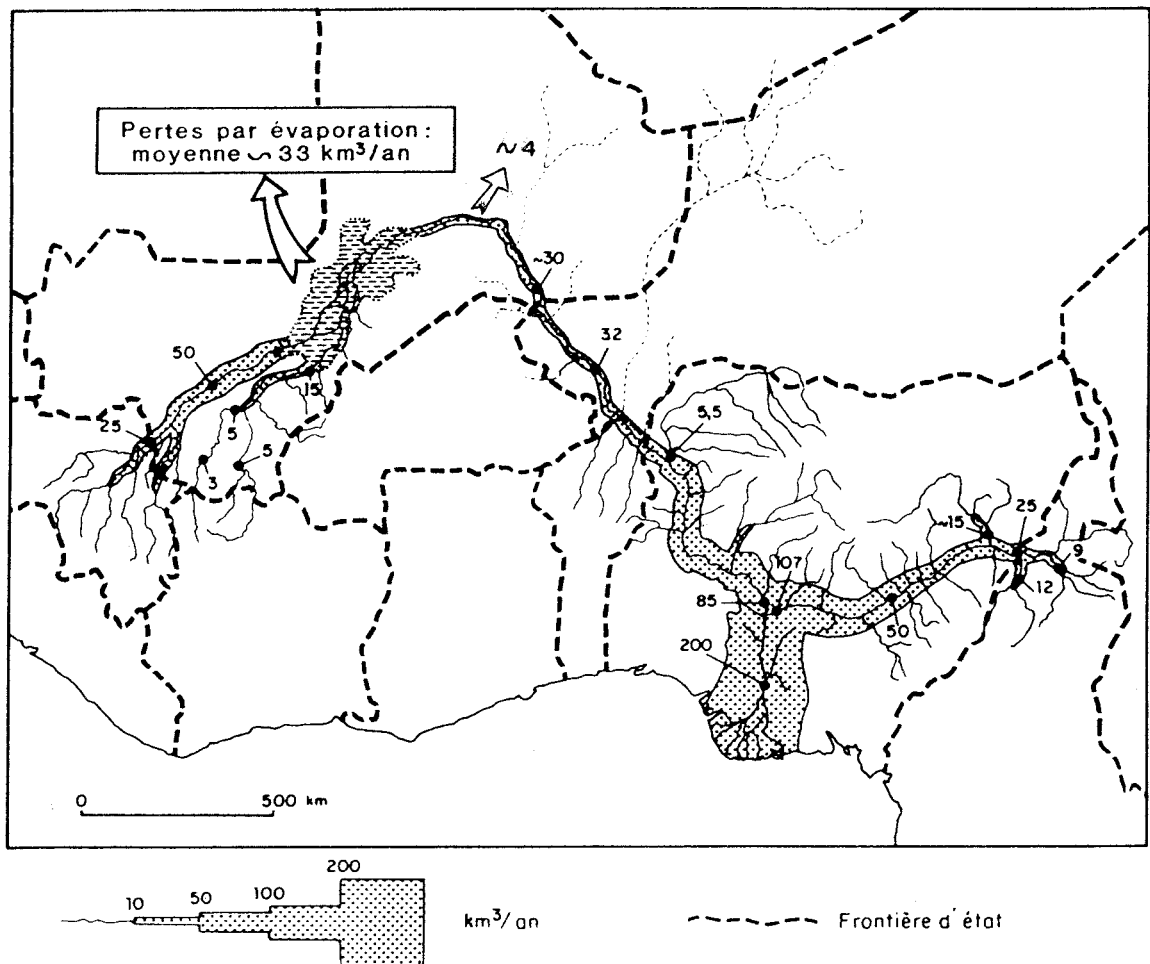


Fig. 6 : Variation des débits moyens le long du cours du Niger. Incidence des déperditions dans le delta intérieur au Mali.

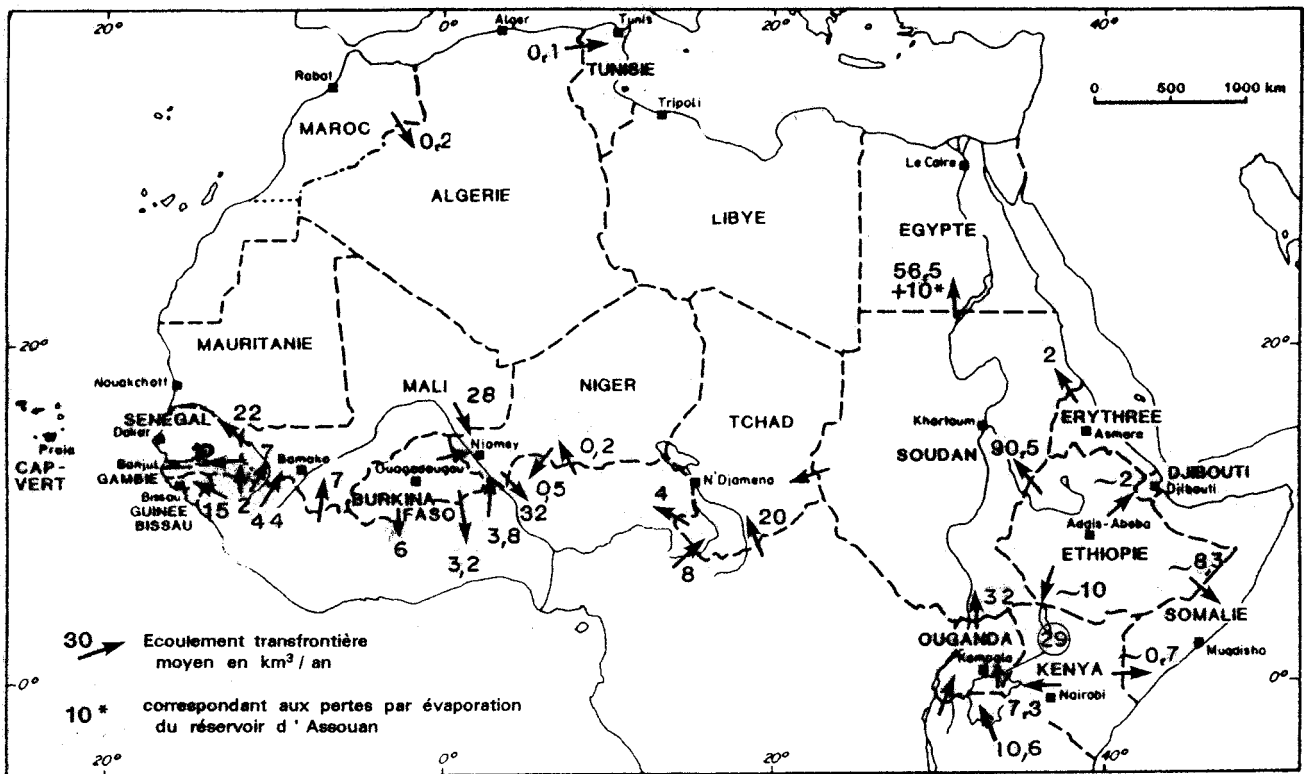


Fig. 7 : Principaux échanges d'eau naturels transfrontières (Flux moyens annuels en km^3/an)

Tableau n° 2 : Apport, déperditions et écoulement naturels dans les pays du bassin du Nil (Fig 5)

Pays	Apports dans les hauts bassins productifs (écoulements potentiels) km ³ /an	Déperditions naturelles	Écoulement naturel sortant du territoire km ³ /an
Kenya, Ouganda, Tanzanie, Burundi et Ruanda	91	54	27
Ethiopie et Erythrée	91	1	90
Soudan :			
- Bahr-El-Ghazal	15	} 14	1
- Autres bassins	5		83
- Affluences des pays amont	~117		39
Total	137	~ 53	84
Egypte Affluence de l'amont	84	21	naturel théorique : 63

■ Une partie de ces pertes est récupérable par des aménagements appropriés, réduisant l'extension ou la permanence des marécages et par conséquent les quantités d'eau évaporées: elle est donc à compter comme ressource potentielle.

Des problèmes similaires se posent pour estimer les ressources en eau souterraine renouvelables: les apports locaux par infiltration d'une part des précipitations (recharge des nappes souterraines, hors du cas particulier de leur alimentation par des eaux de crue...) estimés par diverses méthodes indirectes, sont généralement supérieurs aux écoulements souterrains collectés par les cours d'eau permanents et assimilés aux «débits de base» de ceux-ci.

Exemples d'estimations des ressources naturelles en eau souterraine de quelques pays du Sahel suivant ces deux approches :

Tableau n° 3 : Estimation des ressources naturelles en eau souterraine de quelques pays du Sahel

Pays	Flux d'eau souterraine naturel estimé par calcul de l'alimentation des aquifères (en 10 ⁹ m ³ /an)		Flux d'eau souterraine naturel calculé d'après le débit de base des cours d'eau (en 10 ⁹ m ³ /an)	
Mali	65	(1)	16	
Sénégal	9,3	} (2)	7,6	} (3)
Tchad	20,6		11,5	
Burkina Faso	9,5	(4)	5	(2)

Références : (1) PNUD, 1990 [123]
 (2) CIEH-BRGM, 1976 [102]
 (3) L'VOVICH, 1974 [55]
 (4) FAO [154]

Les trois types de ressources sont très inégalement sensibles aux variations conjoncturelles climatiques, notamment aux sécheresses : les structures de type (1) sont les plus vulnérables, alors que celles de type (2) sont plus vouées à des aménagements régulateurs centralisés, tandis que celles de type (3) sont insensibles. Ainsi les domaines où dominent les structures de type (1) sont les plus sensibles aux sécheresses, surtout en zone semi-aride à ressources pluviales non négligeables en moyenne (pour l'agriculture dite «sèche» ou «pluviale») mais à forte irrégularité.

Aussi, dans la plupart des pays de la région, l'évaluation des ressources en eau naturelles ne peut-elle se baser seulement sur des données moyennes, mais nécessite la connaissance des variabilités, notamment interannuelles, donc la disposition d'historiques pluriannuels d'assez longue durée, tels que les tables établies par I. Shiklomanov, 1998 (197) pour plusieurs pays du Sahel, de 1921 à 1985, à partir de données hydro-climatologiques ou hydrologiques, dont les résultats se présentant comme suit :

Tableau n°4 : Apports annuels internes et externes de certains pays du Sahel

Pays	Apports annuels internes				Apports annuels externes			
	Moyenne km3/an	Max. km3/an	Min. km3/an	Coefficient de variation	Moyenne km3/an	Max. km3/an	Min. km3/an	Coefficient de variation
SENEGAL	21,4	31,1	6,31	0,28	14,19	21,9	5,27	0,3
GAMBIE	3,97	5,69	1,24	0,28	6,7	9,62	2,1	0,28
MALI	39,6	62,2	18,4	0,32	54,8	81,5	21,8	0,27
NIGER	2,33	5,4	0,28	0,43	32,1	47,2	13,7	0,24
TCHAD	10,4	13,2	7,1	0,13	36,6	59,2	3,7	0,31
SOUDAN	34,6	65,3	9,74	0,31	132,0	194,0	88,7	0,14

D'après la même source, quelques exemples de variation interannuelle des apports annuels qui constituent les ressources naturelles (internes et externes) sont présentés graphiquement pour plusieurs pays du Sahel et pour les régions d'Afrique du Nord et d'Afrique de l'Ouest (définies par I. Shiklomanov*), fig 8

Ces historiques révèlent une tendance décroissante assez nette au Sahel et en Afrique de l'Ouest, mais non en Afrique du Nord.

- Afrique du Nord: Maroc, Algérie, Tunisie, Libye, Egypte et Soudan

Afrique de l'Ouest : Mauritanie, Sénégal, Gambie, Mali, Burkina Faso, Niger, Gana, Togo, Bénin, Nigeria.

Il est à remarquer encore que les ressources en eau de chacun de ces trois types peuvent être sujettes à des instabilités, mais très différemment :

- Les ressources de type (1), sous l'effet de la dégradation progressive des capacités de maîtrise des écoulements irréguliers (envasement des retenues inévitable à long terme) et parfois sous l'effet des impacts des activités humaines sur le régime et les qualités des eaux (incidences de la désertification, pollutions), que des mesures conservatoires peuvent toutefois atténuer ou freiner, sinon neutraliser complètement.

Ces ressources sont aussi les seules directement exposées aux conséquences de la désertification sur le régime des eaux, tout particulièrement dans les pays du Sahel et du Nord-Est de l'Afrique où les impacts du déboisement et de l'occupation du sol intensifiée sont les plus prononcés. Des répercussions hydrologiques de la désertification -bien distinguées et séparées de celles des sécheresses conjoncturelles- sont toutefois encore peu mises en évidence.

- Les ressources de type (2) sous l'effet de l'évolution des utilisations dans les pays en amont (croissance des consommations nettes, pertes par évaporation des réservoirs régulateurs, voire des rejets dégradant les qualités) ; à l'inverse, ces ressources peuvent être accrues dans certains cas par des aménagements réducteurs de déperdition par évaporation dans des «deltas intérieurs», comme on l'a déjà indiqué dans le cas du Nil, au Soudan et du Niger au Mali.
- Les ressources de type (3), sous l'effet normal de l'épuisement des réserves, en pratique de la réduction d'accessibilité (abaissement des niveaux), aggravée parfois par des pertes de qualité (accroissement de salinité).

Ainsi, pour des raisons différentes, les ressources en eau de chaque type peuvent être sujettes à prospective. Les démarches classiques des prévisionnistes et des études de planification considèrent encore le plus souvent les ressources en eau naturelles comme une donnée invariante (en moyenne), une «matière première» qu'il s'agit de transformer par l'aménagement en offre ajustée à des

demandes croissantes... Dans les conditions de la région de l'OSS, il paraît particulièrement opportun de tenir compte aussi des évolutions possibles des ressources : non seulement des effets normaux des exploitations et des aménagements qui réduisent les disponibilités restantes, mais aussi des impacts indirects de l'utilisation des eaux sur la reproduction des ressources (par exemple les impacts d'aménagements hydrauliques sur l'alimentation de nappes souterraines) et plus généralement des impacts de diverses activités humaines sur le régime et les qualités des eaux, sans parler ici des éventuelles incidences à très long terme de changement de climat ... (cf. encadré 5)

Inégales exploitabilités

A chacun de ces trois types de ressource en eau correspondent une conception et une démarche d'évaluation différentes des ressources «exploitables» ou «utilisables», donc des contraintes de gestion spécifiques.

- Dans le cas de ressources renouvelables intérieures de type (1) les ressources exploitables ou «mobilisables» dépendent des conditions physiques de maîtrise des eaux (sites de retenue, productivités des aquifères) et elles sont évaluées d'abord suivant les critères techniques et économiques des utilisateurs, mais parfois aussi suivant des critères externes ou «environnementaux» de conservation des eaux. Ces évaluations ne sont donc pas indépendantes des objectifs socio-économiques et des moyens disponibles à un stade de développement donné, aussi peuvent-elles évoluer, notamment à mesure de la raréfaction des disponibilités. En fait, évaluer les ressources en eau exploitables dans un contexte socio-économique donné est déjà un choix de gestion. Citons par exemple, mis en regard des ressources naturelles, les flux de ressources en eau mobilisables évalués actuellement dans les pays du Maghreb et en Ethiopie, suivant des critères propres à chaque pays :

Tableau n° 5 : Ressources en eau renouvelables naturelles et mobilisables dans les pays du Maghreb

Pays	Ressources en eau renouvelables naturelles flux moyen km3/an	En eau de surface	Ressources mobilisables km ³ /an En eau souterraine	Total	Référence (cf. Bibliographie)
ALGERIE	16,2	-6	1,9 ⁽¹⁾	7,9	74,180
LIBYE	0,6 à 0,7	0,13 à 0,14	0,5	-0,635	187
MAROC	29	16	-4	20	135,164
TUNISIE	4,57	2,47	1,15	3,62	122,171
ETHIOPIE	110	54,4	2,6	-	1,154

* Ressources renouvelables seules. Selon une autre estimation les «potentialités des nappes» compte tenu de facteurs limitants s'élèveraient à 2,54 km³/an, hors Sahara (Etude «Petite et moyenne hydraulique», Ministère de l' Equipement, 1992).

De son côté l'IWMI⁽¹⁾ a évalué pour quelques pays d'Afrique septentrionale et du bassin du Nil, en contribution aux travaux préparatoires de la « Vision » du Forum mondial de la Haye (2000) des « ressources en eau utilisables », calculées sur la base de « potential utilization factor » (PUF) supputé, présentées ci-après :

Tableau n° 6 : Ressources renouvelables et utilisables dans les pays du Maghreb

Pays	Ressources en eau renouvelables naturelles km3/an	PUF %	Ressources en eau utilisables km3/an
ALGERIE	14	60	9
MAROC	30	65	20
TUNISIE	4	60	2
EGYPTE	69*	85 ⁽²⁾	58
SOUDAN	165	60	99
ETHIOPIE	88	60	53

Source : IWMI 2000 (163)

1) comptant les retours d'eau (drainage) remobilisable : « ressources secondaires »

2) International Water Management Institute

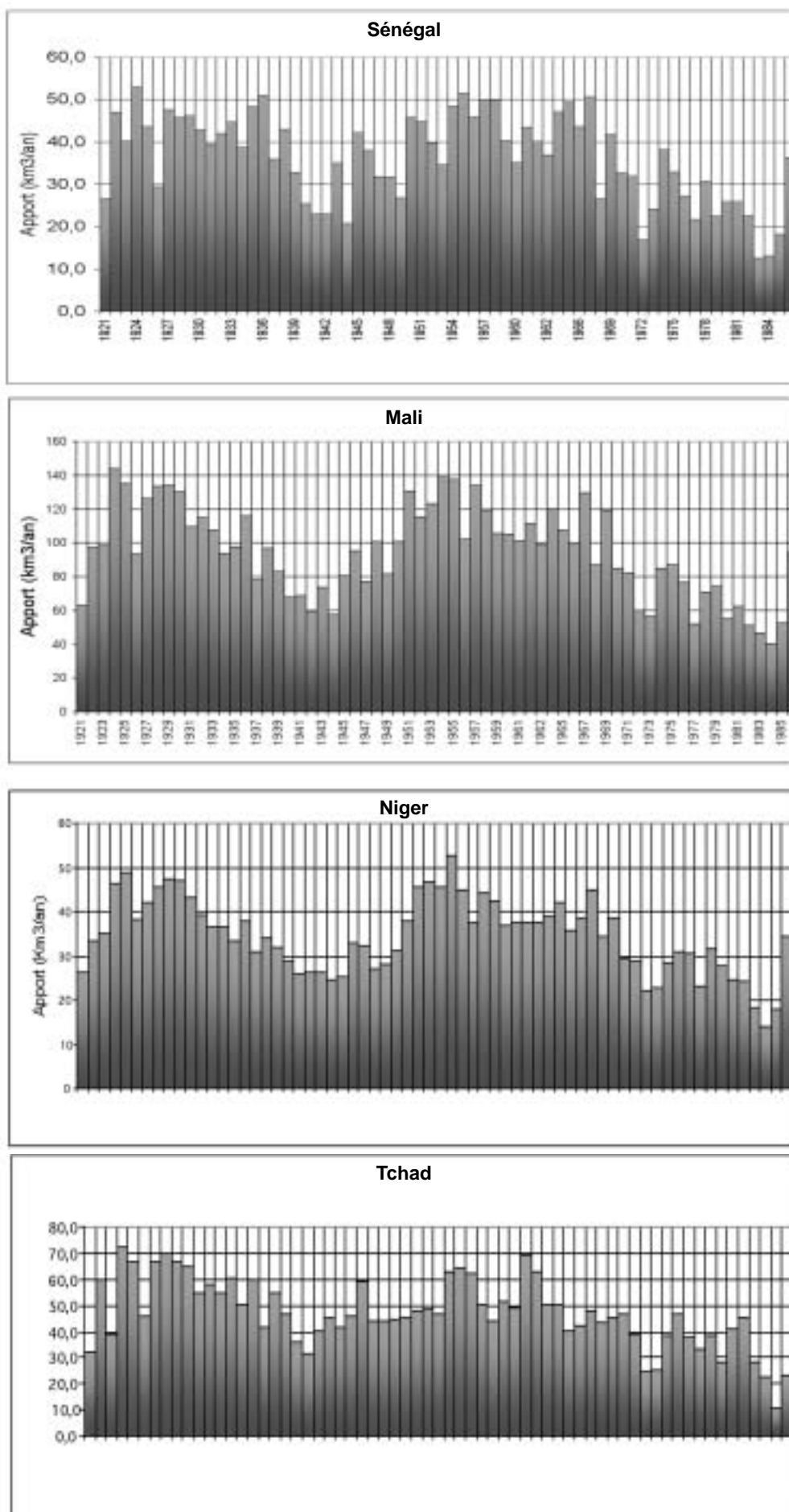


Figure 8 : Variation des apports annuels internes et externes de 1921 à 1985, dans quatre pays du Sahel, d'après I.Schiklomanov (1998)

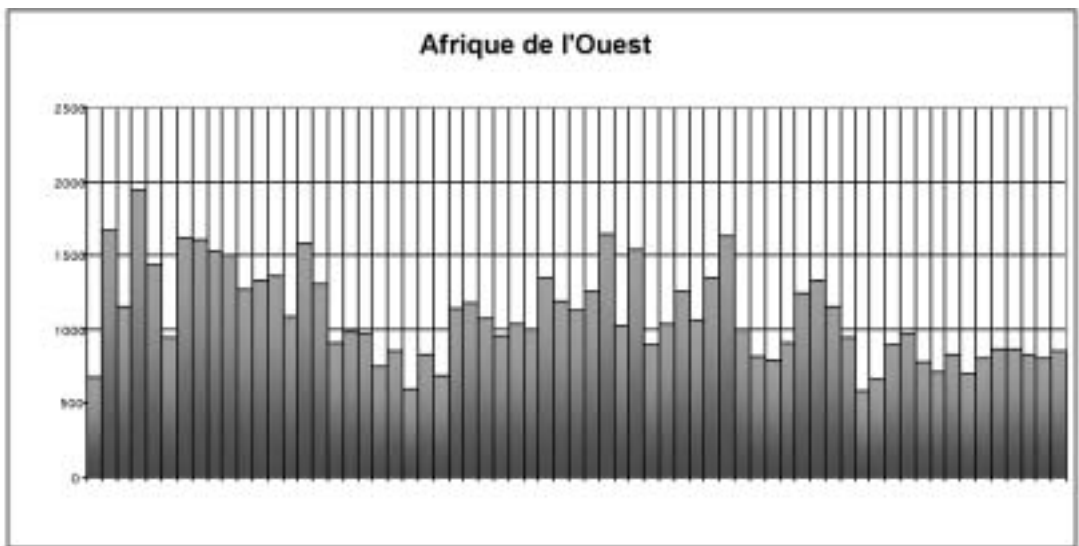
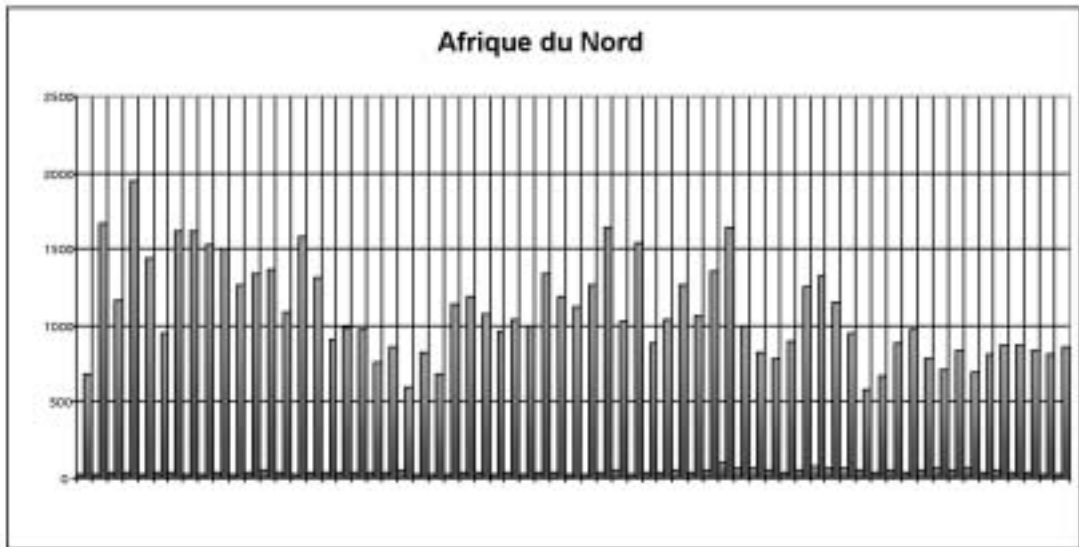


Figure 9: Variations des ressources en eau naturelles internes et externes annuelles de 1921 à 1985 dans les sous-régions d'Afrique du Nord et d'Afrique de l'Ouest , d'après I. Siklomanov (1998)

De telles évaluations n'ont pas été effectuées dans les pays du Sahel et du Nord-Est de l'Afrique où leur opportunité n'a pas été perçue jusqu'ici du fait des pressions encore faibles, en général, des demandes sur les ressources. Les plans à moyen terme y visent plutôt à programmer des mobilisations d'eau nécessaires dont les facteurs limitants sont plus les capacités d'investissement que les ressources physiques. C'est cependant dans ces pays que les « ressources exploitables » en fonction de critères économiques seraient le plus inférieures aux ressources naturelles, compte tenu des répartitions très disparates des ressources intérieures.

Malgré leur relativité et leur révision possible, c'est à ces ressources **mobilisables** qu'il serait plus pertinent de comparer les demandes présentes et les besoins projetés, tout en sachant que les critères d'exploitabilité sont précisément liés aux demandes et aux degrés de tension qu'elles exercent dès à présent sur les ressources, en somme que les ressources mobilisables et les demandes évolueront de manière interactive. En référant plus explicitement les ressources naturelles à des critères socio-économiques, les ressources **exploitables** dans une région et à une époque données expriment moins une offre que le résultat d'une confrontation offre/demande.

- Par ailleurs des contraintes géopolitiques peuvent aussi limiter la « disponibilité » des ressources intérieures dans tous les pays limitrophes de voisins en aval, que ces contraintes soient formalisées ou non. C'est particulièrement le cas dans tous les pays « enclavés », sans frontière maritime, dont les ressources sont en même temps des ressources externes pour leurs voisins. Cela vaut, à l'évidence, pour tous les fleuves transfrontaliers dont les écoulements sortants peuvent être l'objet de partage (Nil) ou d'astreinte, c'est aussi le cas de bassin endoréique à lac terminal quasi-fermé et divisé entre plusieurs pays, comme le Tchad : deux pays, le Niger et le Nigeria, n'accèdent à la ressource du bassin du Chari que par le lac Tchad.
- Dans le cas de ressources externes de type (2), les ressources à définir et à gérer sont moins les affluences « naturelles » théoriques que les potentialités déterminées par les partages de droit ou de fait des écoulements fluviaux transfrontières, en tenant compte en outre des réservations de débit sortant pour un pays aval (cas du Soudan vis-à-vis de l'Égypte). Seules ces ressources réelles externes sont à ajouter aux ressources intérieures pour définir les ressources totales à comparer aux demandes (cf. tableau 10).
- Quant aux ressources non renouvelables de type (3), vouées à une gestion de stock, l'évaluation de leur exploitabilité dépend là encore des conditions physiques (productivité des aquifères et comportement à long terme des nappes souterraines exploitées) et des critères technico-économiques des utilisateurs, mais aussi des stratégies d'exploitation choisies, notamment des durées de production voulues en conservant des coûts de production unitaire inférieurs à un maximum acceptable. Les critères d'exploitabilité sont donc très soumis aux objectifs d'utilisation et à la répartition des charges (taux de subvention) fixée par la politique économique.

Cette typologie des ressources en eau permet de classer schématiquement les différents pays de la Région suivant les structures de ressource prédominantes et les contraintes de gestion spécifiques qu'elles déterminent, sans minimiser pour autant la place des autres types de ressources dans certaines zones de ces pays .

Tableau 8 : Matrice des échanges d'eau transfrontalière dans la région de l'OSS

Pays émetteurs \ Pays receveurs		Pays de l'OSS														Pays voisins																
		ALGERIE	BURKINA FASO	DJIBOUTI	EGYPTE	ERYTHREE	ETHIOPIE	GAMBIE	GUINEE BISSAU	KENYA	LIBYE	MALI	MAROC	MAURITANIE	NIGER	OUGANDA	SENEGAL	SOMALIE	SOUDAN	TCHAD	TUNISIE	BENIN	CAMEROUN	CONGO DR ZAIRE	COTE D'IVOIRE	GHANA	GUINEE	NIGERIAA	REP CENT AFRIQUE	TANZANIE	TOGO	Total émis
PAYS DE L'OSS	ALGERIE									0											0,31										0,31	
	BURKINA FASO														1,3								0			1,3	8,7				1,2	12,5
	DJIBOUTI				0	0												0														0
	EGYPTE										0								0													0
	ERYTHREE				0		0,1												2,1												2,2	
	ETHIOPIE				0	0				10								7	80												97	
	GAMBIE																0															0
	GUINEE BISSAU																0															0
	KENYA						0									8,4		0,5	0													8,9
	LIBYE	0																	0													0
	MALI		0										11	30		11										0		0				52
	MAROC	0,23																														0,23
	MAURITANIE	0															0															
	NIGER	0	0								0												0						32,6			32,6
	OUGANDA																		37						0					0		37
	SENEGAL							5	0,4			0	0																			5,4
	SOMALIE				0		0			0																						0
	SOUDAN					85					0																					85
TCHAD														0																	4	
TUNISIE	0,16									0																					0,16	
PAYS VOISINS	BENIN													0																		
	CAMEROUN																															
	CONGO DR														2			2														
	COTE D'IVOIRE		0																													
	GHANA		0																													
	GUINEE							15					53				2,17															
	NIGERIAA														0,2																	0
	REP CENT AFRIQUE																															0
TANZANIE									0																							10,7
TOGO		0																														
Total reçu		0,39	0	0	85	0	0,1	5	15,4	10	0	59		11	31,5	21,1	13,17	7,5	119,1	28	0,31											

Notes :

- ETHIOPIE - DJIBOUTI : eau salée non comptée
- KENYA et TANZANIE - OUGANDA : via lac Victoria
- MALI - MAURITANIE et SENEGAL : fleuve Sénégal partagé 1/2 et 1/2

Source : FAO/AQUASTAT 2001

Tableau N°7: Classification des pays de l'OSS en fonction de la catégorie de leurs ressources

(1) Ressources intérieures renouv. prédominantes		(2) Ressources fluviales extérieures prédominantes (* plus contrainte aval)	(3) Ressources intérieures non renouvelables prédominantes
Sans contrainte de réservation à l'aval (* sauf localement)	A contrainte de réservation à l'aval (formalisée ou non)		
*Algérie Cap Vert Erythrée *Kenya * Maroc * Sénégal Somalie Tunisie	Burkina Faso Ethiopie Mali Ouganda	Djibout Egypte Gambie Guinée Bissau Mauritanie * Niger * Soudan Tchad	Libye

Les écoulements fluviaux transfrontières dont l'importance a été soulignée (Fig 7) tant entre pays de l'OSS, qu'entre certains de ceux-ci et des pays extérieurs, rendent communes à plusieurs pays la plus grande partie des ressources en eau renouvelables de la région de l'OSS., celles des sous-régions du Sahel et du Bassin du Nil-Afrique du NE essentiellement : les plus grands bassins fluviaux de la région, ceux du Nil, du Chari, du Niger et du Sénégal, sont en effet partagés (cf. la carte ad hoc, OSS 1995).

Un essai de chiffrages cohérents de ces échanges transfrontaliers entre tous les pays de l'OSS et leurs voisins du Sud, suivant une matrice, est présenté en tableau 1bis (n° provisoire).

Les ressources communes à partager sont de l'ordre de 300 km³/an, soit 60 % des ressources totales de la région.

Les ressources non renouvelables offertes par les grands réservoirs aquifères de la région saharienne principalement, sont elles aussi en grande partie en partage entre plusieurs pays.

Cet aspect de la géographie des ressources en eau de la région a naturellement des implications géopolitiques primordiales.

Encadré 1

ESTIMATION DES RESSOURCES EN EAU

Les statistiques disponibles sur les ressources en eau des différents pays de la Région de l'OSS. présentent quelques divergences qui ne permettent pas de les utiliser toutes sans précaution. Les principales causes d'écart sont dues :

- *Aux différences de durée de référence des calculs de moyenne ou de variabilité.*
- *Aux différences d'approche de régionalisation des écoulements à partir des données hydrologiques, dans des bassins imparfaitement conservateurs des écoulements formés localement, donc aux différents degrés de sous-estimation des écoulements globaux produits.*
- *Aux sommations d'écoulements superficiels et souterrains estimés séparément et non additifs, voire même parfois à des sommations de débits de sources (comptées comme ressource en eau de surface) et de flux d'apport aux nappes souterraines dont ces sources sont issues: tous ces doubles-comptes sont la cause de surestimations.*
- *Aux défauts de concordance des estimations des écoulements moyens des fleuves transfrontières dans les statistiques des pays émetteurs et receveurs, ainsi qu'aux différentes manières de prendre en compte les écoulements de fleuves frontières.*
- *A l'agrégation induite, parfois, de «potentialité exploitable» à assez long terme ou de productibilité d'eau à partir des réserves d'eau souterraine (ressource non renouvelable) avec les écoulements (ressource renouvelable).*
- *A l'intégration, en certains cas, aux ressources naturelles primaires de ressources «secondaires» formées par les retours d'eau après usage, notamment des eaux de drainage des périmètres irrigués.*
- *Aux révisions d'estimation, le plus souvent en hausse, dues au progrès des connaissances. Ainsi, par exemple, pour l'ensemble des trois pays du Maghreb, l'écoulement global moyen estimé s'est accru de 26% en 20 ans, passant de 38 km³/an en 1970 à 48 km³/an en 1990 ; cette estimation s'est ensuite stabilisée à 49 km³/an à présent.*

* * *

Malgré les essais de contrôle de validité et de critique des données disponibles, les tableaux de synthèse établis ne sont pas à l'abri de défauts d'homogénéité et de comparabilité.

1.3 - Données quantitatives : de fortes inégalités

Les chiffrages des flux moyens des ressources naturelles renouvelables, internes et externes, de chaque pays ne traduisent qu'imparfaitement cette diversité structurale et, par conséquent, les inégalités de maîtrisabilité et d'exploitabilité de ces ressources physiques, ce qui affaiblit la comparabilité de leurs estimations absolues ou par habitant. Il est utile de rappeler ici, pour chacun des pays et des sous-régions de la zone de l'OSS, les principales données macro-hydrologiques sur les ressources en eau naturelles, sélectionnées en priorité par compilation des sources documentaires nationales les plus récentes, en les complétant par des données sur les ressources externes potentielles (tableau 2). Il est à noter que les données de ce tableau diffèrent parfois quelque peu de celles présentées dans certaines synthèses antérieures dont les sources ne sont pas toutes cohérentes, sans que ces écarts affectent toutefois les ordres de grandeur. Sans développer ici, malgré son importance, la question de l'estimation quantitative des ressources en eau nationales, quelques observations sont présentées à ce sujet en encadré 1.

L'analyse de ces données quantitatives globalisées par pays fait ressortir de fortes inégalités :

- Entre les ressources naturelles ou réelles totales de chaque pays, échelonnées de quelques centaines de millions de m³/an (Cap Vert, Libye) à 100 milliards ou plus (Mali, Ethiopie), 3 pays dépassant 50 milliards (Egypte, Soudan, Ouganda).
- Entre les ressources par habitant, comme on l'a déjà indiqué (Fig. 2), dont la gamme va d'environ 100 m³/an (Libye) à plus de 25 000 (Guinée Bissau).
- Entre les degrés d'indépendance (proportion des ressources intérieures sur les ressources totales) qui varient de 2 % (Egypte) à 100 %. Six pays ont des ressources extérieures excédant leurs ressources intérieures, parfois de beaucoup (Egypte, Soudan, Mauritanie, Gambie, Niger, Tchad, Somalie).

Une part notable de ces ressources extérieures, celles des pays du Sahel essentiellement, provient d'autres pays que ceux de l'OSS : des pays côtiers d'Afrique de l'Ouest, de l'ordre de 50 Km³/an (50 Milliards m³/an).

Il va de soi que ces chiffrages globaux et moyens d'écoulement par pays décrivent beaucoup trop sommairement les ressources naturelles, intérieures notamment, en nivelant de fortes différences de répartition interne, ainsi que de distribution dans le temps -de variations saisonnières et inter annuelles-. Or la répartition spatio-temporelle des écoulements est à l'évidence aussi importante que leur globalisation pour caractériser quantitativement les ressources.

Le premier complément significatif consisterait à joindre aux chiffrages des moyennes annuelles ceux des variabilités inter annuelles ou des apports annuels de fréquence spécifiée, notamment ceux «garantis» 9 années sur 10 ou 19 années sur 20 - c'est à dire, ceux d'année sèche de fréquence décennale ou vingtennale -, calculable à partir d'historiques pluri-annuels, comme ceux établis par Shiklomanov cités plus haut

Par exemple:

Tableau n° 9 : Apports internes de quelques pays de l'OSS avec différenciation en année moyenne et année décennale sèche

PAYS	Apports internes km ³ /an	
	en année moyenne	en année décennale sèche
MAROC	29	6,3
TUNISIE	3,52	0,97
MALI	39,6	22,6
NIGER	2,33	1,2
SENEGAL	21,4	13,4
SOUDAN	34,6	22,3
TCHAD	10,4	8,4
GAMBIE	3,96	2,26

Les indicateurs globaux réunis dans le tableau 2, n'en révèlent pas moins des différences significatives entre pays.

Les groupements en «sous-régions», un peu arbitraires, mettent aussi en évidence des contrastes majeurs :

- Le Maghreb est le plus démuné, avec des ressources en moyenne inférieures à 1 000 m³/an par habitant, mais ses ressources sont intérieures pour l'essentiel, avec une part de ressources non renouvelables notable en domaine saharien.
- Les pays du Sahel sont globalement beaucoup plus riches en eau (plus de 4000 m³/an par habitant en moyenne, le Cap Vert faisant seule exception), du fait surtout qu'ils sont relativement peu peuplés mais aussi de l'appartenance de leur partie méridionale à la zone soudanaise plus humide et des apports de ressources extérieures non négligeables. Mais ces ressources, concentrées dans quelques vallées majeures (Sénégal, Niger, Chari) sont très mal réparties, aussi des indicateurs globaux masquent de grandes différenciations intérieures.
- Enfin, les pays du Bassin du Nil et de la «Corne de l'Afrique», beaucoup plus peuplés (63% de la population totale de l'ensemble des pays de l'OSS.) ont, malgré le Nil et l'extension de son haut bassin en zone tropicale humide (Lac Victoria), des ressources par habitant relativement faibles (à peine plus de 1000 m³/an en moyenne). Ces ressources sont globalement autonomes, mais en grande partie communes aux pays qui se partagent le bassin du Nil (Ethiopie, Kenya, Oubangui, Soudan, Egypte), source de conflits potentiels.

Tableau 10 : Données sur les ressources en eau renouvelables par pays et sous-région

Sous-Région et pays	Ressources en eau renouvelables naturelles (écoulement moyen annuel) en km ³ /an				Ressources en eau moyennes par habitant en 2000 (4) m ³ /an	Ressources en eau par habitant en 2025 (d'après projections de population moyenne des N.U. (1998) m ³ /an	Indice d'indépendance (écoulement interne/écoule- ment total) %	Référence (cf. bibliographie)	
	Écoulement total naturel et interne (superficiel et souterrain) (1)	Écoulement affluent de pays voisin		Total R : avec ressource externe réelle					Part relativement régulière comprise dans le total (écoulement super- ficiel et souterrain
		Naturel (2)	Réel (3)						
MAGHREB	49,75	0		49,75	9,6	663	466	100	
ALGERIE	16 (5)	0,2		16,2	2,7	515	348	99	180
LIBYE	0,6	0		0,6	0,4	107	69	100	187
MAROC	29	0		29	5	1023	750	100	182, 135, 164
TUNISIE	4,15 (5)	0,42		4,57	1,5	477	356	91	132, 171
SAHEL	142,1	94,2		236,3	~50	4 171	2 223	60	
BURKINA FASO	17,5	0		17,5	5	1 466	750	100	181
CAP VERT	0,3	0		0,3	0,1	698	448	100	154
GAMBIE	3	5		8	1	6 107	3 721	37,5	154
GUINEE BISSAU	16	15,4		31,4	9	25 950	16 103	51	154, 186
MALI	60 (6)	~40	?	~100	13	8 905	4 695	60	154
MAURITANIE	0,4	11 (7)	?	11,4	1,5 (8)	4 270	2 390	3,5	154, 155
NIGER	3,5 (15)	29	?	32,5	5	3029	1 512	10,8	154
SENEGAL	26,4	13 (9)		39,4	7	4 156	2 354	67	154
TCHAD	15	~28		~43	8	5 621	3 091	35	154
BASSIN DU NIL et AFRIQUE DU NE	215,1	19,2		234,3	~144 (11)	1 032	629	92	
DJIBOUTI	0,3	2		2,3	0,2	3 594	2 233	13	154,155
EGYPTE	1,8	85	56,5 (10)	R 58,3	55,8 (11)	R 851	R 610	2	60, 130, 155
ERYTHREE	2,8	6		8,8	~1	2 286	1 317	32	154, 155
ETHIOPIE	110	0		110	30	1 758	953	100	125, 154
KENYA	20,2	~10		~30	~5	997	718	67	154
OUGANDA	39	27		66	-30	3 030	1 485	59	154
SOMALIE	6	7,5		13,5	~2	1 537	636	44	154
SOUDAN	35	119 (13)	34,5 (12)	(nat 154) (14) R 69,5	~20	R 2 357	R 1 502	nat. 22,7 R 50	154
ENSEMBLE ARRONDI	407	113		520	204	1 450	887	78	

Notes du tableau 10

- 1) *Estimation en excluant autant que possible tout double compte.*
- 2) *Affluences partiellement additives au niveau des sous-régions du fait des transferts entre pays. Les sommes des sous-régions sont sans double compte.*
- 3) *Écoulement réel suivant un partage de droit ou de fait, compte tenu en outre de débit à réserver à un pays aval (cas au Soudan, au Mali...).*
- 4) *Sur la base des statistiques et estimations démographiques des Nations Unies (1998). Rapporté aux ressources réelles lorsqu'elles diffèrent des ressources naturelles..*
- 5) *Excluant des potentialités d'exploitation de ressources non renouvelables parfois intégrées dans certaines statistiques nationales.*
- 6) *Dont 55 km³/an d'apport aux nappes souterraines, d'après l'étude du projet PNUD MLI/84/005 (1989). Ce flux moyen calculé paraît toutefois surestimé et il est en tout cas supérieur à l'écoulement souterrain collecté par les cours d'eau estimé à 16 km³/an.*
- 7) *50% du débit moyen du fleuve Sénégal frontalier (hypothèse arbitraire) : 11 km³/an.*
- 8) *Compte non tenu de la régularisation du fleuve Sénégal par le barrage de Manantali.*
- 9) *Dont 50 % du débit moyen du fleuve Sénégal frontalier (hypothèse arbitraire), soit 11 km³/an, plus la Gambie 2 km³/an.*
- 10) *Dont 55,5 km³/an : part du débit du Nil régularisé dévolue à l'Égypte par traité.*
- 11) *Compte tenu du Nil régularisé à Assouan.*
- 12) *Différence entre les affluences réelles (100) et la part de l'écoulement régularisé du Nil réservé à l'Égypte (55,5 km³/an) et au flux moyen de pertes par évaporation du réservoir d'Assouan admises (10 km³/an). Pertes internes par évaporation dans les marais non comprises.*
- 13) *Dont 117,5 dans le bassin du Nil : Nil Bleu et affluents (Éthiopie) 90,5 ; Nil Blanc (Ouganda) 27.*
- 14) *Ces apports totaux naturels comprennent la part vouée aux pertes par évaporation, de l'ordre d'une cinquantaine de km³/an.*
- 15) *Dont 2,5 d'écoulement souterrain et 1 d'eaux superficielles d'après le schéma directeur (sept. 1993).*

Tableau 11 : Population et Ressources renouvelables intérieures et extérieures avec part par habitant des pays du Maghreb, Sahel et Bassin du Nil

Sous-régions de l'OSS	Maghreb, Afrique du Nord	Sahel, Afrique de l'Ouest	Bassin du Ail et Afrique de l'Est
Superficie (Millions de km ²)	5,015	5,343	6,207
Populations 2000 (Millions d'hab. et %)	75,01 (21%)	56,65 (16%)	226,97 (63%)
Ressources naturelles renouvelables intérieures moyennes (km ³ /an et %)	49,75 (12%)	142,1 (35%)	215,1 (53%)
Ressources extérieures (km ³ /an)	0	94	19
Ressources totales par hab. 2000 (m ³ /an per capita)	663	4 171	1 032
Populations 2025 d'après les projections moyennes des NU (Millions d'hab. et %)	106,8 (18%)	106,3 (18%)	372,4 (64%)
Ressources totales par hab. 2025 (m ³ /an per capita)	466	2 223	629

Par ailleurs, ces chiffrages ne prennent pas en compte les ressources non renouvelables, primordiales pour les pays où domine le type (3) mais qui ne doivent être estimées en toute rigueur qu'en terme de stock exploitable et non de flux. Les statistiques de certains pays ajoutent, il est vrai, les productibilités annuelles prévisibles à assez long terme à partir de ces réserves, aux ressources renouvelables, mais cette présentation qui amalgame des flux temporaires et des flux permanents n'est pas pertinente et crée une confusion. Qu'elles soient exprimées en volume de réserve jugée extractible ou en capacité de production moyenne annuelle relative à une durée fixée, les ressources non renouvelables doivent être chiffrées séparément. Le tableau 4 rassemble quelques données à ce sujet, tirées de diverses sources, apparemment non homogènes.

Tableau 12 : Données sur les ressources en eau non renouvelables

Pays	Volume de réserve théorique ou estimée «exploitable»(1) km ³	Potentialité exploitable à assez long terme (capacité de production moyenne annuelle)		Références (cf. bibliographie)
		Horizon de référence	Km ³ /an	
ALGERIE	1500	?	5	49, 39, 74
LIBYE	4000	?	2,8 (2)	49
		?	3,9	76
		2025	~6 (9)	82
				187
MAROC (3)	3	-	-	
TUNISIE	1700	-	49	132,171
			~1	
MALI (4)	80-190 (5)	-	-	119
	~2 000		-	
	~2 700 (6)		-	
MAURITANIE	400	-	-	49
NIGER	260-550 (5)	-	-	124
	~2000 (7)	-	-	
	~2500 (8)	-	-	
SENEGAL (4)	80-180	-	-	84
TCHAD (4)	170-340 (5)	-	-	85
EGYPTE	6000	-	-	49
SOUDAN	40	-	-	49

Notes :

- 1) *Estimations suivant des méthodes et des critères d'exploitabilité non homogènes.*
- 2) *Dont 1,6 à 2,2 km³/an jusqu'en 2025 (Great Man-Made River Project).*
- 3) *Bassin de Laayoune-Dakhla. Calcul avec S d'aquifère captif.*
- 4) *Ensemble des aquifères sédimentaires, sauf ceux du Quaternaire ou du Plio-Quaternaire.*
- 5) *Calculs basés sur des porosités efficaces (nappes libres) et des rabattements maximaux généralisés définis : 10 m au Mali, 10 m ou profondeur max. de 100 m au Niger, profondeur max. de 100 m au Sénégal, rabattement max. de 5 à 10 m au Tchad.*
- 6) *Réserve totale théorique.*
- 7) *Partie occidentale du bassin sédimentaire seule.*
- 8) *Estimation basée sur des porosités efficaces et la généralisation pour 100 m de rabattement des volumes mobilisables dans chaque réservoir calculés par mètre de rabattement.*
- 9) *Développement projeté*

Enfin, l'irrégularité des écoulements qui accroît les difficultés de maîtrise des eaux, et les défauts de qualité des eaux aggravent souvent la rareté des ressources dans les pays les plus démunis (zone aride). L'aridité du climat a une double conséquence sur les qualités : la fréquence relative des eaux salées superficielles ou souterraines, en particulier des eaux permanentes, et la faiblesse de la part régulière des écoulements qui la rend d'autant plus sensible aux risques de pollutions. Aussi la gestion des qualités forme-t-elle une part intégrante de la gestion des ressources en eau.

1.4 - Regard comparatif sur les pays plus méridionaux

La région de l'OSS n'a de limite terrestre qu'au Sud où elle est bordée par des pays dont les conditions climatiques et hydrologiques sont bien différentes et qui lui fournissent on l'a vu, une grande partie de ses ressources en eau extérieures : plus de 100 milliards de m³/an en moyenne.

Aussi a-t-il paru instructif de donner un aperçu des ressources en eau de ces pays limitrophes, de la Guinée à la Tanzanie (Tableau 13).

Ce panorama comparatif s'appuie largement sur les ouvrages monographiques consacrés par la FAO à l'Afrique (154,156).

Si les ressources en eau de cet ensemble de pays tropicaux ou équatoriaux sont globalement très abondantes avec près de 2400 milliards de m³ annuels en moyenne (soit six fois plus que les ressources des pays de l'OSS), de forts contrastes se présentent toutefois entre :

- Deux pôles à ressources surabondantes : Libéria, Guinée et Sierra Leone d'une part où les ressources naturelles par habitant dépassent 30 000m³/an et même 70 000 au Libéria ; République centre-Africaine, Congo (R.D) et Cameroun d'autre part, avec des ressources de 20 000 à 40 000m³/an par habitant ;
- Une zone à ressources modestes au centre de l'Afrique de l'Ouest, focalisée sur le Ghana et le Togo, où les ressources s'abaissent au dessous de 3000m³/an par habitant de même qu'au Nigeria (du fait surtout de sa forte population) ;
- Deux pays à ressources très faibles inférieures à 1000m³/an par habitant, le Burundi et le Ruanda.

Tableau 13 : Données sur les ressources en eau naturelles renouvelables des pays limitrophes de la région de l'OSS

Pays (d'Ouest en Est)	Ressources en eau renouvelables (écoulement moyen annuel) en km ³ /an				Ressources en eau par habitant en 2000 m ³ /an	Ressources en eau par habitant en 2025 (d'après projections de population moyenne des NU 1998) m ³ /an	Indice d'indépendance (écoulement interne/écoule- ment total) %
	Écoulement total naturel interne (superficiel et souterrain)	Écoulement naturel affluent de pays voisin	Total	Dont apport superficiel à pays voisin			
GUINEE	226	0	226	-100a	30 417	18 080	100
SIERRA LEONE	160	0	160	0	33 000	19 802	100
LIBERIA	200	32	232	0	73 650	35 045	86
COTE D'IVOIRE	76,7	1	77,7	-6 b	5 253	3 328	99
GHANA	30,3	22,9	53,2	0	2 632	1 442	57
TOGO	11,5	0,5	12	-7 c	2 592	1 415	96
BENIN	10,3	15,5	25,8	0	4 230	2 322	40
NIGERIA	221	59	280	0,2 d	2 511	1 530	79
CAMEROUN	268	12,5	280,5	-40 e	18 600	10 593	95
REP. CENTRE AFRICAINE	141	-	141	141 f	39 058	24 737	100
CONGO (R. DEM)	935	84	1 019	0	19 730	9 724	92
RUANDA	6,3	0	6,3	6,3 g	815	507	100
BURUNDI	3,6	0	3,6	1,5 g	538	311	100
TANZANIE	80	9	89	10,7 g	2 655	1 537	90

Référence : FAO/AQUASTAT 1995 (154)

a - dont ~40 'Mali, 15 'Guinée Bissau, 32 'Liberia, 2 'Sénégal

b - au Mali

c - au Ghana

d - au Niger

e - au Nigeria, Tchad et Congo

f - au Tchad et Congo

g - à l'Ouganda, via Lac Victoria

2 - UTILISATIONS PRESENTES : ETAT DES LIEUX ET CONSEQUENCES

La connaissance des utilisations d'eau dans la région de l'OSS., comme dans bien d'autres régions du monde, est fort approximative, sujette à de larges zones d'ombre et pour le moins inégale suivant les pays. encadré 2 en rappelle les difficultés et les causes d'incertitude.

Sur la base des synthèses déjà citées et des sources documentaires disponibles les plus récentes mentionnées en références, dont les données numériques macroscopiques essentielles sont réunies dans le Tableau 5, on s'efforcera là encore de rappeler les faits dominants qui conditionnent la gestion des eaux dans la Région de l'OSS.

■ Quantité globale et géographie des utilisations

Malgré le défaut de synchronisme et les inégales actualités des estimations nationales disponibles - qui varient entre les dernières années 80 et la fin des années 90-, on peut estimer qu'actuellement les quantités d'eau totales utilisées dans l'ensemble de la Région seraient de l'ordre de 120 milliards de m³/an. Ces quantités sont très inégalement réparties : 76% sont utilisées dans le bassin du Nil et l'Afrique du Nord-Est -70 % dans la seule vallée du Nil : Egypte et Soudan-, 19% au Maghreb et seulement 5 % dans les pays du Sahel. Cette disparité traduit à l'évidence le poids prépondérant des irrigations dans la vallée du Nil.

A titre de comparaison, comme on l'a vu pour les ressources, des données sur les utilisations d'eau dans les pays africains limitrophes de la région de l'OSS, sont présentées dans le tableau 5 bis.

Globalement les demandes en eau contemporaines de ces pays sont de l'ordre de 10 milliards de m³/an (dont la moitié au Nigeria et en Tanzanie), soit moins du dixième de celles des pays de l'OSS. La faible utilisation agricole, jointe à une médiocre desserte en eau potable des populations urbaines et rurales en sont la cause ; les demandes en eau par habitant, pour toutes utilisations, sont presque partout inférieures à 100m³/an et souvent à 50 (à peine 10 au Congo).

■ Tendances de l'évolution récente

Pour autant que les données historiques permettent de juger la tendance de l'évolution contemporaine des demandes, la croissance de celles-ci s'est accélérée depuis le milieu du XXème siècle, un peu freinée en quelques pays toutefois sous l'effet de la raréfaction de l'offre ou de retards d'équipement. Cette croissance globale paraît due davantage à celle des populations qu'à une augmentation sensible des demandes par habitant. Dans les pays nord-sahariens où quelques données historiques ont pu être collectées (tableau 16), il semble que ces demandes unitaires aient tendu à décroître là où elles sont le plus élevées (Egypte, Soudan, Maroc), et au contraire à croître là où elles sont relativement basses (Algérie, Tunisie, durant la décennie 80 du moins), la Libye formant un cas à part, avec une forte croissance entre 1985 et 1990 (au delà de 1000 m³/an) suivie apparemment de décroissance (Fig. 10).

CONNAISSANCE DES UTILISATIONS D'EAU

La connaissance assez précise et complète des utilisations d'eau présentes, par tous les secteurs économiques, est la base nécessaire des projections de demandes et une condition de la gestion des ressources. Cette connaissance est cependant encore imparfaite et elle se heurte à diverses difficultés qui ne sont pas spécifiques à la Région de l'OSS.

- *Les statistiques disponibles sur les demandes et les prélèvements reposent plus sur des estimations que sur des recensements. Elles sont affectées d'incertitudes variées, fortes surtout dans le secteur agricole. Elles ne distinguent pas toujours clairement les demandes d'approvisionnement des usagers et les prélèvements sur les ressources ou «productions» d'eau, qui ne coïncident généralement pas.*
- *Les historiques sont peu nombreux et manquent de synchronisme ; ils ne reposent pas tous sur ces estimations successives cohérentes. Ils reflètent autant l'évolution du niveau des connaissances (précision et validité des chiffrages) que celle des variables réelles, ce qui nuit à leur comparabilité (cf. tableau 5). De plus, les dates de valeur des statistiques ne sont pas toujours explicites dans les sources disponibles, qui se réfèrent souvent au «présent» sans spécifier s'il s'agit de l'année de publication ou d'une date antérieure.*
- *Les consommations par les aménagements (pertes par évaporation des réservoirs d'accumulation) non imputables en général à des secteurs d'utilisation spécifiques, sont rarement prises en compte. Il en est de même des pertes par évaporation dans les systèmes de transport d'eau d'irrigation, qui sont comptabilisées dans certaines estimations (Exemple en Egypte) et non en d'autres.*
- *Il y a parfois confusion entre les quantités d'eau effectivement demandées et utilisées et les réservations ou allocations de ressource attribuées, notamment dans le secteur agricole. Cela peut expliquer des divergences entre les statistiques macro-économiques d'un même pays, notables en certains cas, à des dates voisines, et des incohérences apparentes dans les historiques.*
- *La répartition des demandes sectorielles suivant les sources d'approvisionnement est souvent non indiquée.*
- *Les données sur les restitutions et les consommations finales, y compris par l'évaporation des réservoirs, sont rares.*
- *Les impacts des utilisations, notamment des rejets, sont incomplètement décrits, quantifiés et évalués.*
- *Les statistiques macro-économiques sur le poids du secteur de l'eau (dépenses publiques et privées) dans les économies nationales sont rarement disponibles.*

Des efforts pour parfaire la connaissance des utilisations sont particulièrement opportuns dans les pays où la gestion des eaux doit et devra de plus en plus allier la gestion des demandes à celle des ressources.

Tableau 14 : Utilisations d'eau (Années 1985 à 1995 pour la plupart des pays)

Sous-région et pays	Date de valeur	Demande en eau (a)				5 Demande per capita. m3/an (b)	Prélèvements		Autres sources d'approvisionnements		10 indice d'exploitation des ressources renouvelables (6/ressources naturelles ou réelles)	11 Consommations finales estimées (parts des quantités prélevées non restituées km3/an)	12 Indice de consommation finale des ressources renouvelables (11/ressources naturelles réelles)	13 Références cf. bibliographie
		1 Total km3/an	Parts des secteurs d'utilisation				6 Total km3/an	7 dont : sur des ressources non renouvelables km3/a	8 Dessalement d'eau de mer km3/an	9 Eaux usées ou de drainage réutilisées km3/an				
			2 Collectivités (eau potable) %	3 Agriculture (irrigation) %	4 Industries non desservies et énergies %									
MAGHREB	1995-98	22,7	13	82	5	370	22,5	3,63	-0,14	0,53	86	-20	40	
ALGERIE	1990	4,5	25	60	15	180	-4	-0,4	0,06	-0,4	25	3,8	17	39
LIBYE	1995	3,9	8,6	90	1,4	809	3,65	3	-0,07	0,07	180	3,5	158	76,155
MAROC	1996	11,5	9,6	88,7	1,7	420	11,5		(0,0034)	0,05	47	9,6	33	DRPE 1999
TUNISIE	1996	2,83	13	86	1	248	2,83	0,23	0,008	0,01	57	2,7	37	DGRE 1998
SAHEL	1985-96	-6	11	87	-2	-	-6				2,5	-4,3	1,8	
BURKINA FASO	1996	0,64	45	55 (f)	0	40	0,64	0	0	0	3,6	0,5	0,35	181
CAP VERT	1990	0,026	12	88	0	70	0,026	0	0	0	8,6	0,02	15	154
GAMBIE	1962	0,02	7	93		29	0,02	0	0	0	0,25	0,015	0,05	154
GUINEE BISSAU	1991	0,017	59	35	6	17	0,017	0	0	0	0,05	0,005	0,02	154
MALI	1990	1,36	4	96	0	160	1,36	0	0	0	1,4	-1,0	1	154
MAURITNIE	1985	1,6	6	94		865	1,6			0	14	-1,3	18	82,154
NIGER	1988-93	0,5	15,5	82 (f)	2,5	67	0,5		0	0	1,5	-0,4	0,01	136,154
SENEGAL	1992-93	1,36	5	92	3	200	1,36	0,001	0	0	3,5	1,0	3	130,154
TCHAD	1990	0,16	15	85 (f)	0	32	0,16		0	0	0,4	0,1	0,2	130
BASSIN DU NIL ET AF DU NE	1985-96	-90	-7	-84	-9	-	78				-33	56(d)	-24	
DJIBOUTI	1985	0,075	13	87		208	0,075				3,3	0,07	23	49
EGYPTE	1995-96	66	7	82	11	1064	53 (c)		-0,003	0,7 (g)	R 92	38	R 88	140
ERYTHREE														
ETHIOPIE (e)	1987	2,21	11	86	3	48	2,21	0	0	0	~	1,5	1,3	130
KENYA	1990	2,05	19,5	76,5	4	87	2,05	0	0	0	~7	-1,5	4,7	154
UGANDA	1970	0,2	42	58	0	20	0,2	0	0	00	0,3	0,1	0,15	130,154
SOMALIE	1987	0,81	3	97	0	99	0,81	0	0	0	6	0,7	6	82, 130, 154
SOUDAN	1995	17,8	4,5	94,5	1	651	17,8	0	0	0	R 26	~14	R -18	154
ENSEMBLE (arrondis)	-	~120	8	84	8		~104,5	~3,7			20	~70	~13,5	

Notes du tableau 14 :

- a) Y compris, en principe, les pertes d'adduction et de distribution
- b) Rapportées à la population de l'année d'estimation des prélèvements.
- c) Non compris le débit réservé pour la navigation (1,8 km3/an), ni les pertes par évaporation du réservoir d'Assouan. Y compris les pertes par évaporation du système d'irrigation (2km3/an)
- d) Y compris les pertes par évaporation du réservoir d'Assouan (10km3/an en moyenne).
- e) Erythrée et Ethiopie non séparables dans l'état des données disponibles.
- f) Avec alimentation pastorale.
- g) Plus 12,6 d'eau de drainage

Tableau 15 : Utilisation d'eau contemporaines dans les pays africains limitrophes de la Région

Pays	Date de valeur	1 Total km3/an	Demandes en eau (a)			5 Demandes per capita (b) m³/an
			Parts des secteurs d'utilisation			
			2 Collectivités (eau potable)%	3 Agriculture (irrigation) %	4 Industries non desservies et énergie %	
GUINEE	1987	0,74	10	87	3	139
SIERRA LEONE	1987	0,37	7	89	4	96
LIBERIA	1987	0,13	27	60	13	55
COTE D'IVOIRE	1987	0,71	22	67	11	64
GHANA	1970	0,30	35	52	13	35
TOGO	1987	0,09	62	25	13	28
BENIN	1994	0,145	23	67	10	28
NIGERIA1990	4,0	31	54	15	46	
CAMEROUN	1987	0,40	46	35	19	31
REP. CENTRE AFRICAIN	1987	0,07	21	74	5	26
CONGO (R. DEM)	1990-1995	0,357	60	23	17	9
RUANDA	1993	0,768	5	94	1	102
BURUNDI	1987	0,10	36	64	0	20
TANZANIE	1970-1994	1,16	9	90	1	40

Références : FAO 1995 (AQUASTAT) sauf pour le Nigeria : WRI 2000

a) Y compris, en principe, les pertes d'adduction et des distribution

b) Rapportées à la population de l'année d'estimation des demandes (= prélèvements)

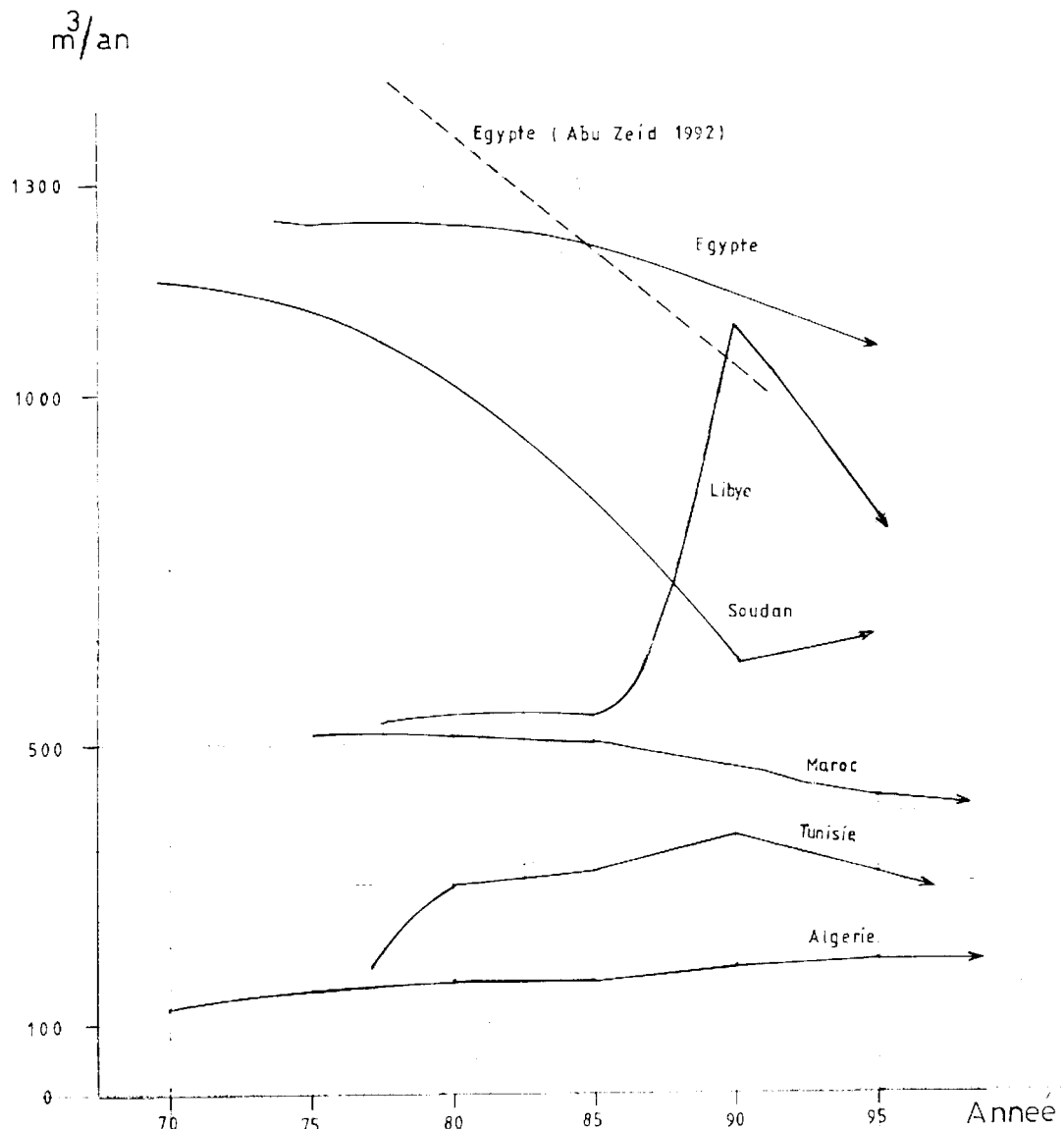


Fig. 10 : Tendances de la demande en eau dans certains pays de l'OSS

■ Inégalités des demandes en eau par habitant

Pour toutes utilisations confondues, les demandes en eau présentes par habitant dans la région sont globalement bien inférieures à la moyenne mondiale (600 à 700 m³/an) : elles seraient en moyenne de l'ordre de 300 à 350 m³/an. Mais elles sont très inégales suivant les pays (Fig. 11), dépassant 1 000 m³/an en Egypte et s'abaissant en dessous de 50 m³/an en plusieurs pays sahéliers (gamme variant dans le rapport de 1 à 50 ...). Plus qu'aux différences de niveau de développement socio-économique, cette diversité est liée à la variété climatique qui ne rend pas partout l'irrigation aussi nécessaire pour les productions agro-alimentaires, donc aux degrés de développement différents de l'irrigation. Les plus fortes quantités d'eau utilisées par habitant se trouvent dans les pays à irrigation intensive développée (Egypte, Libye, Mauritanie, Soudan). La faiblesse relative des demandes en eau par habitant en d'autres pays correspond à un faible développement de l'irrigation, mais elle peut être due aussi dans certains pays au retard des équipements hydrauliques (pour l'alimentation en eau potable comme pour l'irrigation) : Algérie, pays du Sahel, Ethiopie et Afrique de l'Est.

Tableau 16 : Evolutions des demandes en eau par habitant estimées au cours des trois dernières décennies en quelques pays de la région de l'OSS

Pays	Date de valeur	Demande en eau totale en km ³ /an	Demande en eau per capita en m ³ /an	Références
ALGÉRIE	1970	~2	135	NU 1971
	1975	~2,5		
	1980	3,0	161	INRH 1986, Plan bleu 1987. Sém. Alger 1990. W.R.I 1992-93
	1980	3,38		INRH 1986 cité par J.J. PÉRENNES 1986
	1980-85	3,5		ACSAD 1988
	1985	3,34 - 3,5	160	M. SHAHIN 1989 (prévision)
	1990	4,5	180	T. HADJI, S. ZEGLACHE. Conf. Med. Rome 1992
	1999	5,7	188	B. BENGUEDACH 1999 (prévision)
BURKINA FASO	1987 - 1992	0,15 - 0,38	20 - 40	WRI 1992-93
	1996	0,64	40	FAO/AQUASTAT 1995 Minist. Envir. Et Eau 1996
ÉGYPTTE	1972	~43	1236	I.Z. KINAWY 1976
	1974	51,4		IC.LD.1981(avec pertes d'irrig.), SAMAHA 1979
	1976	~45		K. HEFNY, UN. 1977
	1980-85	59,5		ROSTAS-ACSAD 1988
	1985	55,13-59,5		M. SHAHIN 1980 (prévision)
	1985	56,4	1202	ABD EL RAHMAN/Plan bleu 1987. W.R.I. 1988-89 et 1992-93
	1985	52,9		Sém. Alger 1990
	1987-88	55,5		EL KADY/IWRA Ottawa 1988
	1990	59,4	1141	M, ABU-ZEID/IWRA Rabat 1991;
	1990	59,2	1133	Water Master Plan/ALECSO Cairo 1992, ROSTAS-ACSAD 1993
	1995-96	66	1064	AMER, Conf. Bari 1999
LIBYE	1974	1,2	492	GWA 1974
	1977-78	1,47		GWA 1978. Ph. PALLAS 1979
	1985	2,0-2,11		M. SHAHIN 1989 (prévision)
	1985	2,12	589	ROSTAS-ACSAD 1988
	1985	2,62		UN-DTCD 1987
	1985	2,83		W.R.I. 1992-93 (avec capacité de dessalt)
	1990	4,76	1087	O.M. SALEM, Water Res. Dev. 1992, ALECSO Cairo 1992, ROSTAS-ACSAD 1993
		1994	4,6	880
	1994-95	3,89	809	O. SALEM/1997, FAO/AQUASTAT 1998
MAROC	1968	8		M. COMBE 1969
	1972	8		Dir. Hydr. 1974, M. COMBE 1974
	1975	~9	505	
	1980	10,05	516	N. DINIA 1980
	1985	11,0	501	W.R.I. 1988-89 et 92-93 Sém. Alger 1990
	1990	10,9		ALECSO Cairo 1992, ROSTAS-ACSAD 1993
	1991	11,7	455	Conf. Méd. Eau, Rome 1992
	1991-92	11,04	436	FAO/AQUASTAT 1998
	1996	12		EL HEBIL, CMDD 1997
	1998	11,05	420	DGH-DRPE 1999
MAURITANIE	1978	0,73		A. MOULAYE 1979, W.R.I. 1988 89 et 92-93
	1985	1,52-1,66	865	M. SHAHIN 1989 (prévision)
SOUDAN	1970	~18,15	1156	UN Wat. Conf. 1977
	1977	18,61	1060	I.Y. BANNAGA 1978. W.R.I 1988-89 et 92-93
	1985	13,96-14,117		ROSTAS-ACSAD 1988, M. SHAHIN 1989 (prévision)
	1990	15,5	615	Conf. inr Dublin 1992
	1991	17,35		ALECSO Cairo 1992, ROSTAS-ACSAD 1993
	1995	17,8	651	FAO 1995
TUNISIE	1977	1,07	184	K. ALOUINI 1978
	~1980	1,9	297	ACSAD 1988
	1985	2,3		W. R.I. 1988-89 et 1992-93 / H.ZEBIDI 1986-87
	1985	2,28-2,48	319	M. SHAHIN 1989, Sém. Alger 1990
	1990	3,0	367	D.G.R.E. 1990
	1995	2,27	254	A. HAMDANE, CMDD 1997
	1996	2,68	291	DGRE 1999
	1996	2,83	248	DGRE 1999

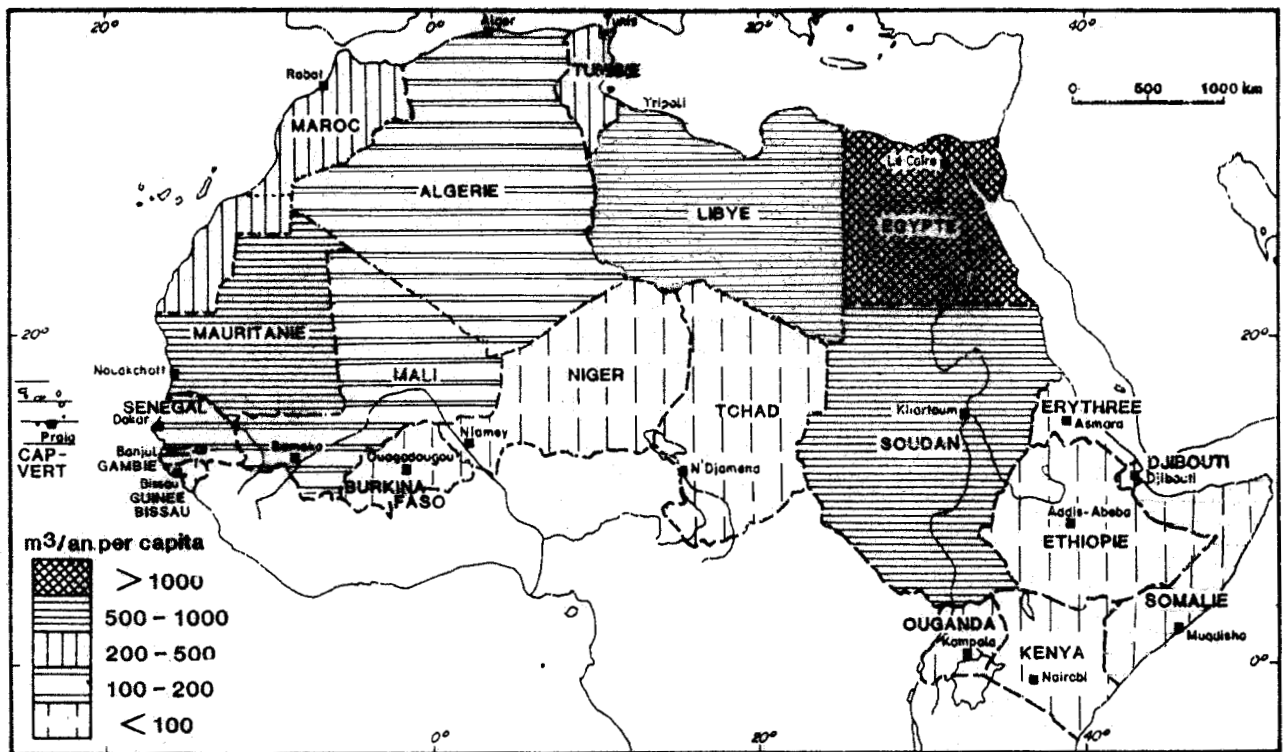


Fig. 11 : Pays de l'OSS classés suivant leurs demandes en eau actuelles (années 85-95) par habitant, pour toutes utilisations

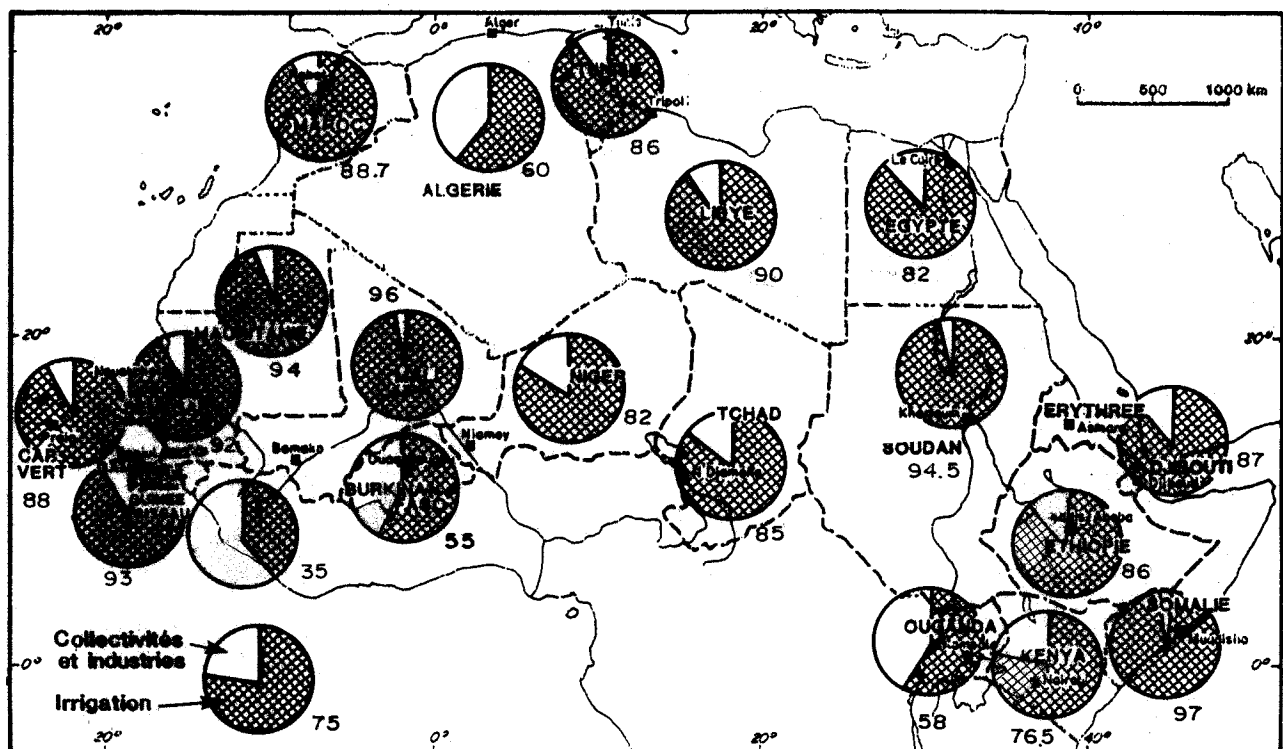


Fig. 12 : Proportions des utilisations d'eau sectorielles actuelles dans les pays de l'OSS

■ Répartition sectorielle

La structure des utilisations est assez uniforme dans la région avec deux secteurs majeurs :

- L'irrigation, très prépondérante partout, le plus souvent supérieure à 80 % et à 90 % dans près d'un pays sur deux.

Le volume d'eau total utilisé actuellement dans la région pour l'irrigation serait de l'ordre de 90 milliards de m³/an (86 % de toute l'eau utilisée), dont 72 % dans la seule vallée du Nil. Les irrigations en Egypte et au Soudan utilisent environ 60 % de la quantité d'eau totale utilisée dans la région de l'OSS.

- L'alimentation en eau potable des collectivités, surtout urbaines, partout en second rang, et dont la croissance relative est généralement la plus forte.

C'est entre ces deux secteurs que les conflits d'usage risquent le plus de se développer.

Les demandes en eau industrielles sont par contre réduites et peu dissociées des demandes en eau potable (sauf celles du secteur minier, non négligeable en quelques pays, comme au Niger, où elle est toutefois en récession).

De même, le secteur énergétique (centrales thermoélectriques) fait très peu appel aux eaux douces pour le refroidissement.

Quant à l'hydroélectricité, qui fut un objectif majeur des aménagements hydrauliques modernes de « première génération » (Egypte, Maghreb...), elle passe maintenant au second rang des objectifs d'exploitation des aménagements à but multiple, après l'irrigation.

■ Consommations finales

La prédominance de l'irrigation a pour conséquence des taux de consommation finale élevés, amplifiés en certains cas par les réutilisations possibles dans les structures d'utilisations séquentielles (réutilisation des eaux de drainage dans la vallée du Nil par exemple) et aussi par la situation littorale de nombreuses agglomérations dont les eaux usées sont rejetées en mer (littoral méditerranéen surtout mais aussi atlantique -Dakar- ou de l'océan indien).

■ Efficacités

L'efficacité des utilisations est variable, le plus souvent faible en agriculture irriguée (de l'ordre de 40 à 50% fréquemment en irrigation gravitaire) ; les rendements des réseaux de distribution urbains sont rarement supérieurs à 60 à 70%. Une marge de gains d'efficacité d'utilisation, à des coûts inférieurs à ceux de mobilisation ou de production d'eau complémentaires, est appréciable dans la plupart des pays.

■ Pressions sur les ressources : variété des indices d'exploitation

La pression des demandes sur les ressources naturelles varie beaucoup suivant les sous-régions et les pays de l'OSS. Généralement forte au Maghreb et dans le bassin du Nil, elle est encore faible, voire minime au Sahel et en Afrique de l'Est.

Le volume global des prélèvements est proche du flux moyen des ressources renouvelables en Egypte, il est de l'ordre de la moitié de celles-ci au Maroc et en Tunisie ; il le dépasse de beaucoup en Libye du fait de l'exploitation intensive des ressources non renouvelables. Des surexploitations locales de nappes souterraines à ressource renouvelable (en Algérie, en Libye, en Mauritanie ou au Sénégal) peuvent aussi contribuer à amplifier l'indice d'exploitation apparent, ainsi que le fait qu'une partie des ressources peut être utilisée plusieurs fois (retours d'eau remobilisés, notamment en Egypte). Par contre, dans les pays sahéliens ou de la « Corne de l'Afrique » les pressions sur les

ressources sont encore très légères du fait de la faiblesse des prélèvements agricoles et des dessertes en eau potable des agglomérations urbaines ou rurales.

Les indices d'exploitation (ratio prélèvements totaux sur les ressources renouvelables / flux moyen de ces ressources) des pays de l'OSS. s'échelonnent dans une gamme très étendue : d'à peine 1% à plus de 100 % (tableau 14, col. 10 et Fig. 13).

Naturellement cet indice serait plus élevé si on le rapportait aux seules ressources jugées actuellement *mobilisables ou exploitables*, dans les pays où dominent les ressources intérieures de type (1), comme ceux du Maghreb :

Tableau 17: Indice actuel d'exploitation des ressources renouvelables

Pays	Indice d'exploitation actuel rapporté aux ressources renouvelables	
	naturelles (%)	«mobilisables» * (%)
Algérie	25	52
Maroc	47	57,5
Tunisie	57	72

(*) Mentionnées au chap. 1 (1.2.)

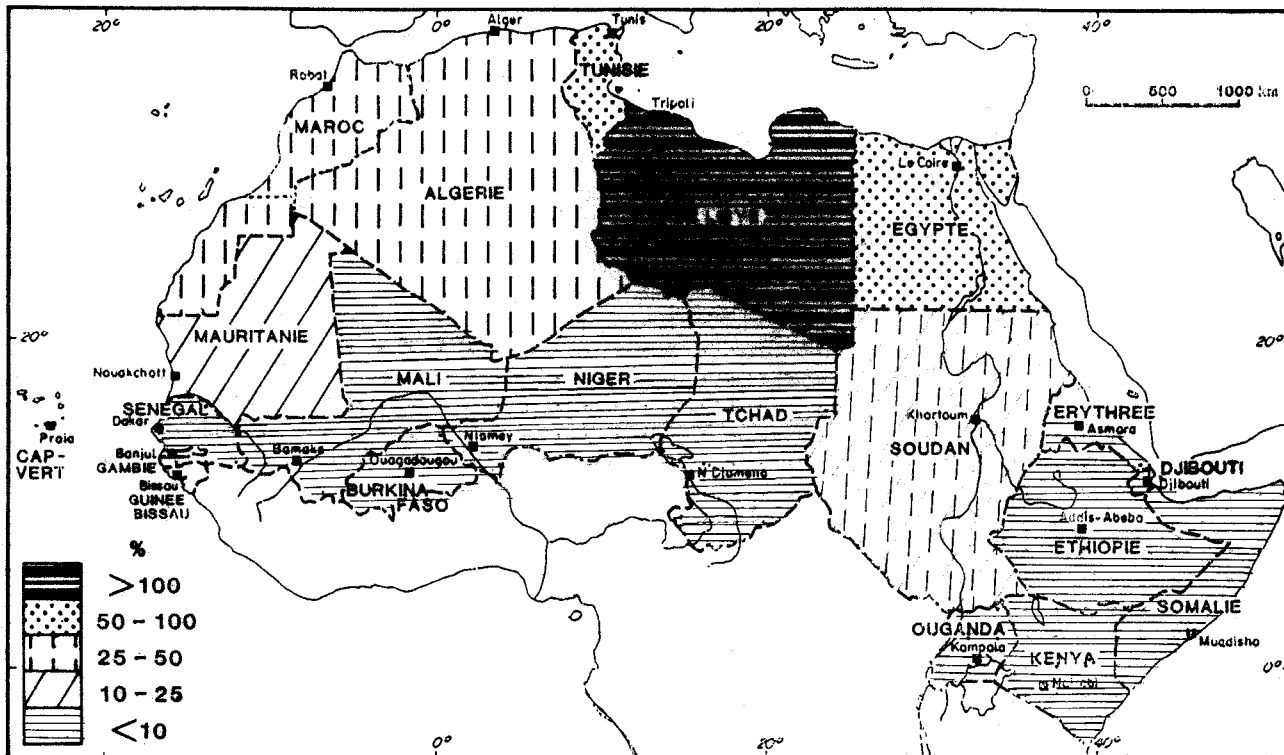


Fig. 13 : Pays de la région de l'OSS classés suivant l'indice d'exploitation actuel de leurs ressources en eau renouvelables naturelles ou réelles.

■ Développement inégal de l'aménagement des eaux

Comme les différences d'indices d'exploitation le laissent prévoir, l'aménagement des eaux, notamment pour régulariser les eaux superficielles, est encore très inégalement développé dans les pays à ressource renouvelable intérieure ou extérieure prédominante. Ces équipements hydrauliques de maîtrise des eaux dont les barrages d'accumulation sont les pièces essentielles, sont le plus avancés en Egypte, puis au Maroc et en Tunisie, et à un moindre degré en Algérie, au Soudan et au Mali (aménagement du fleuve Sénégal). Dans l'état actuel des aménagements hydrauliques les performances de maîtrise des eaux dans différents pays de la région de l'OSS peuvent être résumées par les données du tableau 18.

Tableau 18 : Aménagements hydrauliques : barrages-réservoirs

Pays	Nombre de barrages grands ou moyens	Capacité totale des réservoirs km ³	Débit moyen régularisé ou mobilisé km ³ /an	Taux de régularisation %
ALGERIE (1999)	44	4,15	2	14
BURKINA FASO (1996)	8 (principaux)	4,67		
EGYPTE	10	169	~74 (d)	84 (e)
dont ASSOUAN		164		
ERYTHREE (1999)	2	0,04		
LIBYE (1998)	16	0,39	0,06	17
MALI (1992)	4			
Fleuve SENEGAL (MANANTALI)	1	11	9,5	43
MAROC (1997)	90	14,3	~7	55 (a)
MAURITANIE (1994)		0,9		
NIGER (1990)		0,1 (c)		
OUGANDA (OWEN FALL DAM) (g)	1	120		
SENEGAL (1994)	1	0,4		
LAC DE GUIERS	-	1,2		
SOUDAN (2000)	4	8,8 (f)		
TUNISIE (1998)	21	1,6	1,07 (c)	66 (a) / 53 (b)

a - Rapporté au potentiel mobilisable

b - Rapporté à l'écoulement naturel

c - y compris petits réservoirs et lacs collinaires

d - Dont 55,5 pour l'Egypte

e - Dont 12 % sacrifié pour l'évaporation de la retenue d'Assouan

f - capacités initiales. Les capacités utiles actuelles sont réduites à 5,7 km³

g - Régulation du Nil par le réservoir du Lac Victoria

Dans les pays du Nord les marges de ressources en eau de surface encore maîtrisables sont encore appréciables, au Maroc et surtout en Algérie. Mais les coûts de leur mobilisation seront croissants du fait du rendement décroissant des aménagements hydrauliques encore faisables. Ces marges sont beaucoup larges au Sahel et dans le haut bassin du Nil (Ethiopie, Sud du Soudan...) où des aménagements peuvent être non seulement régulateurs, mais « producteurs » de ressource en réduisant des pertes par évaporation, comme on l'a déjà signalé (exemple du Canal de Jongleï en construction, pour court-circuiter le delta intérieur du Nil dans le Sud du Soudan...).

■ Croissance des «ressources en eau usée»

Dans les pays à proportion forte et croissante d'utilisation des ressources naturelles, les quantités d'eau usée augmentent en parallèle, en offrant des «ressources secondaires» dont les volumes peuvent approcher parfois les disponibilités en ressources naturelles «primaires» encore subsistantes (et de plus en plus difficiles à mobiliser). Toutefois les rendements des systèmes d'assainissement laissent encore beaucoup à désirer : ils dépassent rarement 30 % des quantités d'eau distribuées et sont souvent inférieurs à 20 %, ce qui limite les volumes d'eau usée réutilisables. A côté des eaux usées urbaines, les eaux de drainage, particulièrement abondantes en Egypte, sont aussi réutilisables et environ 5 km³/an sont déjà réutilisés.

Dans les pays nord-sahariens, ces ressources en eau non conventionnelles vont croître à l'avenir, face à la diminution des disponibilités naturelles exploitables. Par exemple, suivant des projections citées par N. KHOURI 1991 [51], les productions d'eau usées collectées devaient atteindre en 2000 : 1800 hm³/an en Egypte, 555 au Maroc, 227 en Tunisie. Dans ces pays, les quantités d'eau usée effectivement régénérées et offertes à la réutilisation seraient actuellement (années 95 ou proches) de 700 hm³/an en Egypte, 70 en Libye, 120 en Tunisie (sur un potentiel de 250), 50 au Maroc. Une réutilisation croissante des eaux de drainage est également prévue par les plans directeurs égyptiens : elle pourrait s'élever à 7,5 à 8 km³/an après 2000 [134].

■ Diversification des sources d'approvisionnement

C'est dans plusieurs pays nord-sahariens de la région de l'OSS. que les sources d'approvisionnement en eau commencent le plus à se diversifier et que les demandes sont le plus à distinguer des prélèvements sur les ressources conventionnelles. A la mobilisation des ressources renouvelables, superficielles ou souterraines, s'ajoutent en proportions variées suivant les pays et déjà notables en plusieurs :

- l'exploitation volontaire des ressources non renouvelables : c'est la source d'approvisionnement majeure en Libye (77 % actuellement) et une contribution déjà significative (proche de 10 %) en Algérie et Tunisie ;
- la réutilisation des eaux de drainage et des eaux usées (Egypte -près de 10 %-, Tunisie) ;
- la production d'eau douce par dessalement d'eau saumâtre ou d'eau de mer, encore très localisée et plutôt expérimentale (tableau 19 et Fig. 11).

En outre des eaux saumâtres ou salées sont parfois utilisées en plusieurs pays non seulement comme matière première pour la production d'eau douce, mais aussi directement pour certains usages ou par mélange avec des eaux plus douces (Tunisie...).

Une partie de la région de l'OSS est dès à présent engagée dans une nouvelle économie de l'eau, tendant à se déconnecter partiellement du cycle de l'eau naturel, prémices d'une évolution qui s'accroîtra nécessairement dans ce sens à mesure que s'accroîtront les indices d'exploitation et que se raréfieront corrélativement les ressources naturelles par habitant : le Maghreb, l'Egypte et les pays riverains de l'Océan indien sont le plus voués à cette évolution au XXI^e siècle.

**Tableau 19 : Sources actuelles d'approvisionnement en eau (aux dates du tableau 5)
en % Base 100 : colonne 1 du tableau 14**

Pays	Sources conventionnelles Mobilisation de ressources renouvelables			Exploitation de réserve d'eau souterraine Ressource non renouvelables	Réutilisation d'eau usée ou d'eau de drainage	Dessalement d'eau saumâtre ou d'eau de mer
	Eau de surface	Eau Souterraine	Total			
ALGERIE	~50	~40	~90	~9	0	1
LIBYE	3	17	20	77	1,5	1,5
MAROC	79,6	20	99,6		0,4	
TUNISIE	40	50	90	8	1,5	(0,004)
BURKINA FASO	86	14	100			
CAP VERT	20	80	100			
GAMBIE			100			
GUINEE BISSAU	~82	~18	100			
MALI	92	8	100			
MAURITANIE	53	47	100		0	0
NIGER	91	9	100			
SENEGAL	82	18	100			
TCHAD	47	53	100			
DJIBOUTI			100	0	0	0
EGYPTE	86,1	4,5	90,6		9,4	
ETHIOPIE (avec ERYTHREE)			100			
KENYA	~86	~4	100			
OUGANDA			100			
SOMALIE	96,5	3,5	100	0	0	0
SOUDAN	98	2	100	0	0	0

() : valeur faible

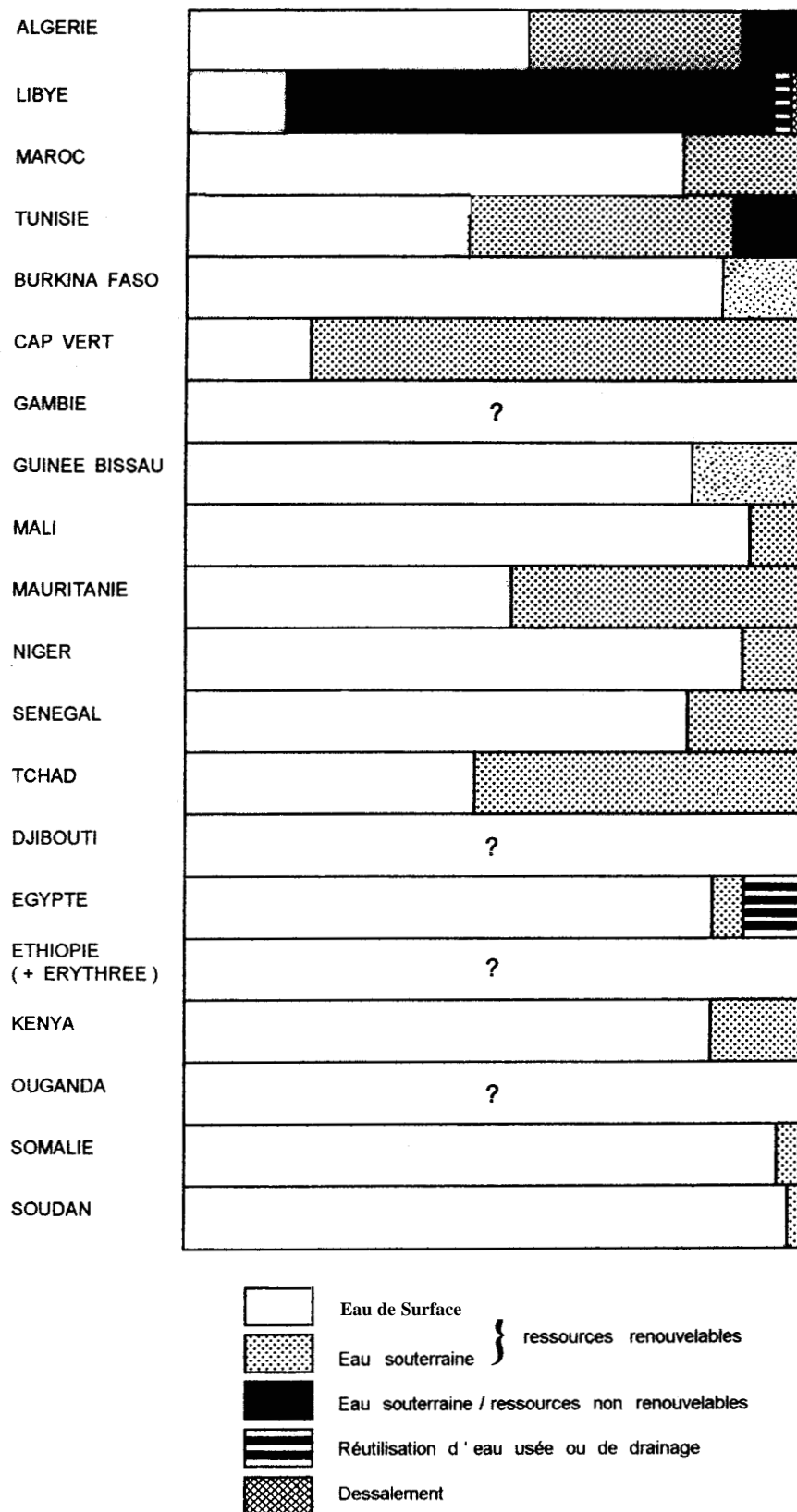


Fig. 14 : Proportions des sources d'approvisionnement en eau actuelles (1985-1990) des pays de l'OSS (cf. tableau 19)

■ Impacts sur l'environnement

Les impacts négatifs de l'exploitation et de l'utilisation des eaux sur l'environnement et plus particulièrement les rétroactions sur les ressources, notamment sur les qualités des eaux, sont encore relativement localisés dans la plupart des pays de la région, mais déjà notables. Il s'agit surtout :

- des invasions d'eau de mer dans les nappes souterraines littorales excessivement exploitées (cas fréquent sur le littoral méditerranéen) ;
- des effets des défauts d'assainissement de grandes agglomérations ;

Pourcentage de terres irriguées affectées par la salinisation, cités dans une table de « World Resources 1987 » (World Resources Institute) :

Algérie	10 à 15%
Egypte	30 à 40%
Sénégal	10 à 15%
Soudan	<20%

- des effets des défauts de drainage de périmètres irrigués : salinisation des eaux et du sol ;
- des pollutions dues aux défauts d'isolement des décharges de déchets urbains, industriels ou miniers.

Ces divers impacts sont encore inégalement inventoriés et évalués dans la région.

D'autres effets externes de l'exploitation ou de l'utilisation des eaux menacent l'environnement :

- le surpâturage favorisé par la multiplication inconsidérée des points d'eau pastoraux a pu être un facteur de désertification ;
- des affaissements de terrain locaux peuvent être la conséquence d'exploitation intensive d'eau souterraine, à fort abaissement des niveaux (dans les bassins sahariens).

• Aspects économiques

Deux faits essentiels caractérisent l'économie de l'eau dans la région de l'OSS., comme dans la plupart des pays «en développement» :

- Les travaux d'aménagement et d'exploitation des eaux pour approvisionner en eau les différents secteurs d'utilisation sont pour la plupart hors de systèmes de marché. La plus grande partie des eaux utilisées -notamment pour l'irrigation- n'est pas marchande, mais directement prélevée par les usagers ou par des opérateurs publics ou collectifs exploitants et distributeurs. Seule une partie des eaux potables est marchande.
- Les coûts de ces travaux de maîtrise, de traitement et de distribution (investissement et fonctionnement) ne sont, le plus souvent, que très partiellement pris en charge par les usagers, qu'il s'agisse d'eau prélevée directement ou d'eau distribuée marchande, d'eau potable ou d'eau d'irrigation. De fortes subventions rendent les coûts réellement supportés ou les prix des eaux marchandes très inférieurs aux coûts réels, comme le montrent quelques chiffres cités -pour des pays de la région- par N. KHOURI (The World Bank, 1991) :

Evaluation en US\$ 1989 par m3				
Pays	Eau potable distribuée aux collectivités		Eau d'irrigation	
	Coût	Prix*	Coût	Prix*
Egypte (zones urbaines)	0,26	0,05		
Maroc (Casablanca et Doukkalas)	0,5	0,33	0,46	0,04
Tunisie (pays entier)	0,44		0,31	

- moyenne des tarifs ou des redevances (pour l'eau d'irrigation) Source : The World Bank

Quelques données plus récentes, montrent les mêmes écarts (en US\$ courants par m3) :

Pays	Eau potable distribuée aux collectivités		Eau d'irrigation	
	Coût	Prix	Coût	Prix
LIBYE (1997)	0,035 - 0,6	0,025 - 0,05	0,3 - 0,65	0,065
TUNISIE (1997)	0,43	0,38	0,11	0,065 (0,03 - 0,09)
ALGERIE (1996)	(30 à 35 DH)	0,05,7 - 0,27	(0,5 à 0,6 DH)	0,015
MAROC (1996)			0,45	0,19 - 0,048

D'autres exemples ont été cités dans une table de «World Resources 1987» (World Resources Institute 1987) :

«Production costs and tariffs for drinking water» (early 1980s) en US\$/m3		
Pays	Coût («opération cost»)	Prix («Tariff»)
Cap Vert	1.84	0,16
Libye	0.80	0,07
Mali	0,20	0,14
Sénégal	0.40	0.22

Des écarts similaires se rapportent à l'assainissement. Ces répartitions des charges, assez éloignées d'une économie de marché et de la «vérité des prix», traduisent d'abord le fait que beaucoup d'utilisateurs ne sont pas en mesure individuellement de supporter toutes les charges inhérentes aux modes de distribution publics et collectifs d'eau potable ou d'irrigation.

Les coûts moyens de production d'eau potable, par exemple, ont été comparés par l'O.M.S. aux PNB par habitant dans différents pays de la région (classés par ordre de coûts décroissant) :

Pays	Coût moyens \$/m3	PNB per capit US\$	Ratio Coût unitaire PNB per capita%
Cap Vert	4,65	317	1,5
Tunisie	0,5	1277	0,04
Djibouti	0,4	980	0,08
Mali	0,33	142	0,23
Maroc	0,14	512	0,03

Source : World Water / WHO 1987 [116]

Ces répartitions des charges résultent de politiques socio-économiques volontaires, parfois facilitées par les rentes minières ou pétrolières de certains pays, qui font prédominer l'aspect «service public» subventionné de la fourniture de l'eau. Cependant elles ne favorisent pas la mise en oeuvre de l'instrument tarifaire pour agir sur les demandes (cf. infra 4.3) là où ce serait opportun, ce qui impose des conditions particulières à la gestion de l'eau. En somme, dans le «panachage de politiques de marché et d'intervention directe des pouvoirs publics pour gérer leurs ressources en eau» évoqué dans le rapport de la F.A.O. sur la situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture (1993), la part publique est largement prédominante dans la région.

3 - LES BESOINS ET LES DEMANDES EN EAU FUTURS : ESSAI DE PROSPECTIVE

Du fait des taux d'utilisation présents des ressources en eau conventionnelles, déjà très élevés en plusieurs pays, et du recours amorcé aux ressources en eau non conventionnelles, ainsi que des contraintes qui pèsent déjà sur les demandes, il importe particulièrement dans cette région, surtout en prospective, de distinguer les besoins et les demandes en eau, de même qu'il importe de distinguer les demandes d'approvisionnement des usagers et les prélèvements sur les ressources conventionnelles que celles-ci motivent. (encadré 3). Plus qu'ailleurs, en somme, la projection des besoins a deux objectifs distincts : programmer et préparer les moyens de les satisfaire ou de les orienter et réguler, pronostiquer les pressions qui seraient exercées sur les ressources pour apprécier si -et jusqu'à quel horizon- elles seraient supportables, puis dans le cas où elles ne le seraient pas, pour prévoir les limitations des demandes qui pourraient en résulter.

Les différentes prévisions ou projections élaborées, le plus souvent dans le cadre des études de plans directeurs et de schémas de planification nationaux des ressources en eau (le tableau 9 présente une sélection de projections nationales récentes), ou d'études de synthèse régionale comme celles déjà citées ⁽¹⁾, se rapportent plutôt aux besoins en eau, bien que les terminologies employées ne soient pas toutes cohérentes. Ces besoins futurs sont bien estimés et projetés en général indépendamment de l'offre, sur la base des évolutions prévisibles des facteurs d'utilisation d'eau, essentiellement des populations (en séparant les populations urbaines et rurales) et des superficies irriguées, déduites surtout des nécessités de production alimentaire (et liées fortement aux objectifs d'autosuffisance). Ces démarches prévisionnelles, procédant nécessairement par secteur d'utilisation, sont pertinentes mais elles gagneraient à se baser sur des variables plus nombreuses et sur des hypothèses d'évolution correspondant à des « scénarios » plus diversifiés et contrastés -seules les croissances démographiques font l'objet de deux hypothèses, mais parfois aussi les degrés d'autosuffisance alimentaire visés-. Quelques orientations méthodologiques à ce sujet sont résumées dans l'encadré 4.

La prise en compte de tous les facteurs déterminants dans chaque secteur d'utilisation, combinée avec une spatialisation territoriale assez fine, suivant différents scénarios, variant par les contextes de développement économique et par les priorités d'objectifs, implique une véritable modélisation des besoins en eau. Exemple d'une telle démarche : le modèle « MADH 2 0 » (Modèle Automatisé de Demande en eau) appliqué à l'Algérie (ARRUS, GARADI 1991, 1993 [12, 36]). Cette modélisation des besoins constitue le « premier étage » d'une modélisation des demandes élargie à la prise en compte des interactions offre/demande, envisagée plus loin. Les projections de « besoins » en eau opérées jusqu'ici ne doivent donc pas être confondues avec des prévisions de demandes, même s'il semble que certaines incidences de l'offre soient parfois prises en compte implicitement.

1) Pour les pays arabes, l'étude ACSAD/UNESCO-ROSTAS/IIHEE 1988-1993 : « Future water requirements » projetés aux horizons 2000, 2010 et 2030 pour chaque pays. M. SHAHIN 1989 : « projected demands on water » projetées aux horizons 2000 et 2030 pour chaque pays. J. KHOURI 1990 : « Projection of domestic and industrial water demands » aux horizons 2000, 2010, 2020 et 2030 pour chaque pays et projection globale des « irrigations water requirements ». Plus récemment (1999), les contributions à la consultation pour la « water vision », promue par le Conseil Mondial de l'eau, en vue du 2^e Forum mondial de l'eau (La Haye, 2000). Dans les pays du Sud notamment au Sahel, où les quantités d'eau utilisées ne représentent qu'une faible fraction des ressources naturelles et où par conséquent la comparaison des besoins futurs à ces ressources n'est pas une préoccupation majeure, les schémas directeurs reposent le plus souvent directement sur des nécessités d'équipements à programmer -par exemple des points d'eau villageois en fonction d'objectifs de desserte des populations rurales-, pour chiffrer les investissements à planifier, plutôt que sur des prévisions de besoins en eau qui ne sont généralement pas globalisés.

Encadré 3

DISTINGUER BESOINS ET DEMANDES EN EAU

- *Le besoin en eau est un concept théorique déterminé par les objectifs de l'activité qui l'engendre et par la relation d'efficacité entre usages de l'eau -en quantité et qualité données- et les résultats. Il est donc exprimé le plus souvent de manière «unitaire» (par habitant, par hectare irrigué, par tête de bétail, par unité de produit...). Le besoin en eau a un caractère normatif (référence pour évaluer la demande présente) et prévisionnel. Il est indépendant de l'offre.*
- *La demande en eau est un fait réel observable, déterminé non seulement par les nécessités de l'activité utilisatrice, mais aussi par l'influence de l'offre : celle de la nature -la ressource- aussi bien que celle d'un secteur intermédiaire de production-distribution. La demande peut alors être supérieure au besoin (en cas d'offre surabondante et très accessible) ou inférieure (en cas d'offre rare et coûteuse), en quantité comme en qualité. La prévision des demandes ne peut donc être indépendante de celle de l'offre, de même réciproquement que la prévision des ressources exploitables et des productions d'eau non conventionnelles est liée à celle des demandes.*

Distinguer demandes d'approvisionnement des usagers et demandes sollicitant la ressource (prélèvements).

Tant que toutes les demandes d'approvisionnement en eau des usagers sont couvertes par l'exploitation des seules ressources en eau conventionnelles, les prélèvements leur sont plus ou moins supérieurs du fait des pertes de transport.

Au contraire, dès lors qu'une partie des demandes des usagers est satisfaite par d'autres sources d'approvisionnement, que ce soit en remobilisant des eaux déjà utilisées une fois et retournées au milieu (« ressources secondaires »), ou en recourant à des ressources non conventionnelles (réutilisation directe d'eau usée, eau dessalée), ces demandes peuvent excéder les prélèvements: les unes et les autres sont à chiffrer et à prévoir séparément.

Encadré 4

PROJECTION DES BESOINS ET DEMANDES EN EAU

■ *Deux démarches inappropriées sont à exclure :*

- *Extrapoler des tendances d'évolution passée observées des demandes, rarement connues avec assez de fiabilité, que l'analyse «rétrospective» infirme généralement.*
- *Appliquer des taux de croissance annuels supposés aux demandes présentes globalisées ou même sectorielles, qui rendent les projections exponentielles.*

■ *La démarche la plus pertinente consiste, en procédant par secteur d'utilisation :*

- *A définir les principales variables exogènes qui constituent des facteurs de besoin et demande en eau, par exemple :*
 - * *Pour l'alimentation en eau potable des collectivités : la population urbaine et rurale, les taux de desserte moyens, les besoins per capita, le rendement de distribution moyen.*
 - * *Pour l'irrigation : la superficie irriguée, le coefficient d'intensité culturale (part récoltée plus d'une fois), le besoin moyen en eau d'irrigation par hectare (divisé éventuellement suivant les modes d'irrigation si les surfaces respectives sont connues), le rendement de transport.*
- *A dresser un état initial de ces variables, en moyenne pour chaque unité territoriale de prospective (bassin, zone), en vérifiant si ces variables déterminantes sont bien cohérentes avec les demandes actuelles estimées (ou si des écarts sont explicables, notamment par des restrictions dues à des défauts d'offre).*
- *A tenter la prospective d'évolutions respectives de ces variables, plus précisément de leur valeur probable à un ou plusieurs horizons visés (en se basant autant que possible sur des prévisions déjà faites : démographie urbaine et rurale, superficies irriguées, production industrielle, production thermoélectrique), avec au moins deux hypothèses (haute, basse).*
- *Enfin à calculer des demandes futures projetées pour chaque scénario, aux horizons visés, en distinguant les approvisionnements en eau de chaque secteur et les «productions d'eau» brutes (prélèvements) induits, compte tenu des rendements de transport et de distribution (y compris des pertes par évaporation des réservoirs), dans l'hypothèse où ces demandes seraient à satisfaire uniquement par les ressources conventionnelles. Puis à procéder à la sommation des demandes et «prélèvements théoriques» sectoriels.*

Il est supposé, dans cette démarche, que les besoins ou demandes des différents secteurs n'interfèrent pas et qu'ils sont parfaitement additifs.

Aux projections des demandes d'approvisionnement en eau dont seront déduits en tout ou partie des pronostics de prélèvements, il conviendrait en outre d'ajouter des projections de retours d'eau et par conséquent des consommations finales rapportées aux ressources

Tableau 20 :

Sélection de projections de besoins ou «demandes» en eau, sectoriels ou totaux, de pays de la région de l'OSS., d'après des sources nationales ou internationales récentes (chiffrés en km³/an)

Pays	Horizon	Secteur collectivités (eau potable)	Secteur - irrigation	Totalité des secteurs	Référence (cf. bibliographie)	
Algérie	2010	42			39	
	2025	4,8 (a)				
	2010	4,6 à 5	2,8 à 3,6	7,4 à 8,85	178	
	2010	2,0 à 3,26	3,74 à 5,11	7,11 à 10,24	36	
	2025	3,06 à 4,91 (b)	5,20 à 8,35 (b)	9,87 à 15,63 (b)		
	2025			7,23 à 8,21	189	
	2025	6,5 à 7,4 - 0,9 à 1,0	3,1 à 4,6 - 5,85 à 9,0	9,5 à 12,3 - 6,95 à 10,24	178	
	2010		9,0	10,24		
	2025	9,56	4,64	14,2	209	
	2030			8,7 à 12,7 (c)	82	
Libye	2010	1,02	5,85 à 11,98	6,58 à 13,23	76	
	2010	0,9 à 1,0	5,85 à 9,0	6,95 à 10,24 (b) (g)	178	
	2025	1,5 à 1,76	8,7 à 11,9	10,7 à 14,2	178	
	2025	1,93	10,78	13,27	209 j	
	2025	1,76 (d)	6,64(e) à 17,21(f)	8,97 à 19,54	76	
	2030	6,7 à 8,5 (c)			82	
Maroc (a)	2010	1,59	15,26	18,2	99	
	2020	1,98	17 (g) (b)	21,0 (b) (g)		
	2025	1,2	13,5	15,6	196	
	(c)	2025	1,50 à 1,57	12 à 17,2	12,8 à 18,3	178
	2025	1,97	17,2	21,05	209 j	
	2030	12,4 à 14,9			82	
Tunisie (c)	2010	0,37 à 0,63	2,54	3,0 à 3,3	158	
	2010	0,46	2,54	3,16	179	
	2010	0,40	2,5 à 3,37	3 à 3,95	178	
	2020	0,48	2,08	2,72	139	
	2025	0,50 à 0,53	2,05 à 4,23	2,72 à 5,02	178	
	2030	-	-	5,5 à 6,4	82	
	2030	0,55	2,03	2,77	139	
Mauritanie (c)	2025	0,27	3,10	3,57	209 j	
	2030			4,5 à 5	82	
Niger	2025	-	-	0,9 à 1	189	
Sénégal	2025	-	-	2,44 à 2,77	189	
Tchad	2025	-	-	0,31 à 0,35	189	
Djibouti (c)	2030			0,21 à 0,35	82	
Egypte	2010	4 à 5	60 à 75	73 à 90	178	
	2020	3,1	49	58,2	141	
	(d)	2025	3,1	43,5 à 49,7	53,4 à 64,6	5
	2025	5 à 6	65 à 25	81 à 115	178	
	(c)	2025	6,3	95,1	118,2	209 j
	2030			92,3 à 112,8	82	
Ethiopie (h)	2025			3,09 à 3,51	189	
	2025	0,9	1,2	2,4	196	
Soudan	2010			28 (i)	129	
	2025	2,64	39,75	43,71	209 j	
	2025	0,6	24,1	26,6	196	
	2025			25,5 à	189	
	2030			29 32 (c)	82	

Notes :

a - «Besoins en eau»

b - Résultats de modélisation des demandes sectorielles, suivant plusieurs scénarios, tendanciels ou plus ou moins volontaristes.

c - «Projected Demands» conçues dans le sens de besoins, suivant deux hypothèses de croissance démographique : «naturelle» ou «modifiée».

d - «Water demand»

e - «Water demand with lower limit in food production»

f - «Water requirements for 100 % self sufficiency in food production»

g - Allocation de ressources mobilisées

h - «Needs»

i - «Actual use»

j - Maximum (scénario 1)

Une démarche préliminaire très simplifiée de projection des demandes en eau totales (pour toutes utilisations) dans chaque pays, pourrait se baser sur les seules projections démographiques et sur l'hypothèse de constance des demandes par habitant/actuelles, ce qui privilégierait le facteur population de l'évolution des demandes. Cette hypothèse a sans doute pour défaut de ne pas prendre en compte les croissances des demandes per capita socialement souhaitables dans les pays les moins utilisateurs, qui sont les moins développés. Mais elle ne prend pas non plus en compte les décroissances de ces demandes unitaires prévisibles en d'autres pays, où elles sont déjà amorcées, sous l'effet de la rareté des ressources.

Cette démarche tend donc à conduire :

- à des projections sous-estimées dans les pays du Sahel et de la corne de l'Afrique à demandes par habitant actuelles très faibles (cf. supra 2, tableau 16), encore que leurs difficultés économiques ne garantissent pas partout la croissance, ni même le maintien, des quantités d'eau « consommées » par habitant dans les grandes agglomérations, non plus qu'une expansion significative des irrigations:
- à des projections surestimées dans les pays du Nord (Maghreb, Egypte) où les demandes unitaires actuelles sont élevées mais tendent déjà et tendront davantage à décroître, parce que les demandes globales plafonneront à la hauteur des offres (cf. supra 2, Fig. 10).

Le tableau 21 présente les résultats de projections de demandes en eau à l'horizon 2025 selon cette hypothèse : il faut n'y voir qu'un exercice théorique de prévision du poids des évolutions démographiques sur les demandes en eau futures. On observe que suivant cette approche les demandes s'élèveraient au total en 2025 à 160% de leur volume actuel. Vraisemblablement, la croissance un peu plus forte des demandes, supposable dans les pays du Sud (Sahel, corne de l'Afrique), ne compensera pas une croissance réelle plus lente des demandes des pays du Nord.

Un exercice mondial de prospective des utilisations d'eau, exprimées en prélèvements projetés, à l'horizon 2025, a été entrepris dans le cadre des travaux de la Commission du Développement Durable des Nations Unies (1997) suivant une démarche plus pertinente -reliant les demandes en eau futures à la fois aux populations et au niveau de développement (« water intensity » = ratio quantité d'eau utilisée par US\$ de PNB)- mais encore globale, sans différenciation sectorielle. Le tableau 22 présente les résultats calculés suivant trois scénarios de développement « conventionnel », pour les pays de l'OSS. On remarque que ces projections reviennent à augmenter uniformément les prélèvements estimés en 1995 de 43% en hypothèse basse, 53% en hypothèse moyenne et 63% en hypothèse haute : est-ce bien réaliste ?

Tableau 21 : Projection des demandes en eau des pays de la région de l'OSS. à l'horizon 2025, en fonction des croissances de population, en supposant les demandes actuelles par habitant conservées. (cf. tableau 14, col. 5)

Pays	Population 2025 (projection moyenne des NU) M hab.	Demande en eau globale calculée km3/an
Algérie	46,6	8,39
Libye	8,65	7,0
Maroc	38,67	16,2
Tunisie	12,84	3,18
∑ Maghreb	106,76	34,77
Burkina Faso	23,32	0,93
Cap Vert	0,67	0,047
Gambie	2,15	0,062
Guinée Bissau	1,95	0,033
Mali	21,3	3,83
Mauritanie	4,77	4,13
Niger	21,50	1,44
Sénégal	16,74	3,35
Tchad	13,91	0,45
∑ Sahel	106,31	14,27
Djibouti	1,03	0,21
Egypte	95,61	101,7
Erythrée et Ethiopie	122,06	5,86
Kenya	41,76	3,63
Ouganda	44,43	0,89
Somalie	21,21	2,10
Soudan	46,26	30,1
∑ Bassin du Nil et Afrique de l'Est	372,36	144,49
Ensemble	586,43	193,53

Tableau 22 : Projections des prélèvements en eau en 2025 dans les pays de l'OSS, suivant trois scénarios de développement conventionnel, estimées pour la commission du développement durable des Nations Unies (UNCSD) en 1997

Pays	Etat en 1995 km3/an	Projections en 2025 en km3/an		
		Basse	Moyenne	Haute
ALGERIE	5,04	7,23	7,71	8,21
BURKIN FASO	0,41	0,59	0,63	0,67
CAP VERT	0,03	0,04	0,045	0,05
DJIBOUTI	0,011	0,016	0,017	0,018
EGYPTE	55,43	79,49	84,72	90,28
ERYTHREE	0,24	0,34	0,37	0,39
ETHIOPIE	2,16	3,09	3,30	3,51
GAMBIE	0,04	0,052	0,056	0,059
GUINEE BISSAU	0,02	0,031	0,033	0,035
KENYA	2,45	3,52	3,75	4,00
LIBYE	4,75	6,81	7,26	7,74
MALI	1,75	2,50	2,67	2,84
MAROC	11,54	16,55	17,64	18,79
MAURITANIE	1,85	2,65	2,83	3,01
NIGER	0,63	0,90	0,96	1,02
SENEGAL	1,70	2,44	2,60	2,77
SOMALIE	0,91	1,31	1,40	1,49
SOUDAN	17,80	25,52	27,20	29,00
TCHAD	0,22	0,31	0,33	0,35
TUNISIE	3,39	4,86	5,18	5,52
UGANDA	0,22	0,31	,033	0,35

Référence : « *Water Futures : Assessment of Long-Range, Patterns and Problems*, P. Raskin & al. Stockholm Environment, Institut, 1997.

Des approches par scénarios plus différenciées (cf. encadré 4) ont guidé les exercices de prospective des demandes en eau -et dans une certaine mesure des offres- déjà mentionnés, qui ont contribué aux travaux de la « Vision mondiale de l'eau », promus par le Conseil Mondial de l'Eau et le GWP pour le Forum mondial de l'eau à la Haye en 2000.

Dans la région de l'OSS, ces exercices n'ont toutefois concerné que les pays arabes, soit méditerranéens (Plan bleu, suivant deux scénarios, cf. tableau 22 et fig. 25), soit dans leur ensemble (experts du WWC, suivant trois scénarios, cf. tableau 25).

De son côté, dans le même but, l'IWMI a aussi procédé à des projections de demandes en eau par secteur, à l'horizon 2025, pour différents pays du monde, qui intéressent seulement six pays de l'OSS (cf. tableau 26).

Enfin les besoins futurs en eau d'irrigation, aux horizons 2015, 2025 et 2030, ont fait l'objet de calculs assez précis (tenant compte des choix cultureux, des déficits mensuels et des équipements) par la FAO en 2000, pour tous les pays d'Afrique, dont ceux de l'OSS (tableau 27). Les prélèvements projetés, comme les actuels (1996), sont ici bien distingués des besoins théoriques qui les induisent et sensiblement supérieurs à ces derniers, compte tenu principalement des pertes de transport et défauts d'efficience.

Tableau 23 : Prospective des demandes en eau dans les pays africains riverains de la Méditerranée, d'après la « Vision méditerranéenne » élaborée pour la « World Water Vision » (2000)

Scénarios	Pays	Demandes sectorielles en km ³ /an								Demandes totales km ³ /an	
		Collectivités		Agriculture		Industrie		Energie		2010	2025
		2010	2025	2010	2025	2010	2025	2010	2025		
Projections Egypte Tendancielle modérées	5	6,0	75,0	95	10	14	0	0	90	115,0	
	Libye	1,0	1,76	9	11,9	0,24	0,57	0	0	10,24	14,2
	Tunisie	0,42	0,53	3,37	4,23	0,16	0,26	0	0	3,95	5,02
	Algérie	4,1	6,05	3,6	4,64	0,95	1,4	0,2	0,2	8,85	12,29
	Maroc	1,6	1,57	15,3	17,19	1,4	1,51	0	0	18,3	20,27
Scénario développement durable	Egypte	4,0	5,0	60,0	65	8,6	11,4	0	0	72,6	81,4
	Libye	0,9	1,5	5,85	8,7	0,20	0,5	0	0	6,95	10,7
	Tunisie	0,4	0,5	2,5	2,05	0,12	0,17	0	0	3,02	2,72
	Algérie	3,5	4,9	2,8	3,1	1,1	1,5	0	0	7,4	9,5
	Maroc	1,0	1,5	11,0	12,0	0,8	1,3	0	0	12,8	14,8

Référence : GWP/MEDTAC/Plan Bleu, J. Margat et D. Vallée, 2000

Tableau 24 : « Water use » projeté en 2025 suivant le scénario conventionnel, dans les pays arabes africains, pour l'« Arab Countries Vision Provisoire » (1999) en Km³/an

Pays	Secteurs d'utilisation			Total
	« Domestique »	Irrigation	Industrie	
ALGERIE	7,26	4,64	2,30	14,20
DJIBOUTI	0,064	0,191	0,018	0,273
EGYPTE	6,30	95,13	16,73	118,17
LIBYE	1,93	10,78	0,56	13,27
MAROC	1,97	17,19	1,89	21,05
MAURITANIE	0,27	3,10	0,20	3,57
SOMALIE	1,0	1,81	0	0,81
SOUDAN	2,64	39,75	1,32	43,71
TUNISIE	0,27	3,1	0,20	3,57

Les demandes en eau totales projetées en 2025 ont été calculées seulement par sous-région par la même source, suivant deux autres scénarios :

Tableau 25 : Demandes en eau totales en 2025 par sous-région (en km³/an)

	Grand Maghreb	Bassin du Nil et Afrique de l'Est
Scénario n°1, conventionnel, (ci-dessus)	57,29	164,96
Scénario n°2 (Hypothèse d'accroissement des ressources exploitables, notamment par réduction des pertes du Nil au Soudan)	53,82	159,35
Scénario n°3 (Même hypothèse qu'en 2, sur les ressources, plus effort de gestion des demandes plus efficace)	48,44	143,41
Base 1995	25,74	83,44
Accroissement des « available resources » projeté en 2025 suivant les scénarios 2 et 3	0,97	8,57

Tableau n° 26 : Projections de demandes en eau sectorielles et totales à l'horizon 2025, en plusieurs pays africains, suivant le scénario de base de l'IWMI (2000)

Pays	collectivités		industrie km3/an	irrigation		Total km3/an
	Par habitant m3/an	Total km3/an		total km3/an	dont sur ressource primaire km3/an	
Algérie	44,3	2	1,3	4,3	3,3	7,6
Egypte	74,1	6,8	10,5	47,9	37	65,2
Ethiopie	8,3	0,9	0,3	1,2	1	2,4
Maroc	32,9	1,2	0,9	13,5	8,7	15,6
Soudan	41,3	1,9	0,6	24,1	19,4	26,6
Tunisie	42,8	0,5	0,2	2,0	1,6	2,8

Réf. IWMI, D. Seckler et al.2000

Tableau n° 27 : Besoins en eau d'irrigation („net irrigation water use») et prélèvements en eau pour l'irrigation ,(water withdrawals») calculés en 1996 et projetés en 2030 par la FAO (2000), dans les pays de l'OSS, Données en km3/an

Sous-Régions	Pays	Etat en 1996		Projection en 2030	
		besoins en eau d'irrigation	prélèvements	Besoins en eau d'irrigation	prélèvements
Afrique septentrionale	Algérie	1,27	2,70	1,71	2,99
	Egypte	28,25	47,08	41,61	51,21
	Libye	1,10	2,34	1,49	3,17
	Maroc	4,20	8,95	5,34	9,14
	Tunisie	1,0	2,13	1,24	1,65
Afrique sub-saharienne	Burkina Faso	0,11	0,35	0,20	0,63
	Erythrée	0	0	0,01	0,02
	Ethiopie	0,42	1,37	0,99	3,14
	Gambi	0,01	0,02	0,01	0,03
	Guinée Bissau	0	0	0	0
	Kenya	0,14	0,45	0,71	2,19
	Mali	2,48	8,01	3,46	8,68
	Mauritanie	0,18	0,60	0,29	0,78
	Niger	0,21	0,69	0,53	1,64
	Ouganda	0,01	0,04	0,02	0,07
	Sénégal	0,46	1,50	1,08	3,28
Somalie	0,89	2,86	1,45	3,35	
Soudan	13,46	22,43	19,35	29,48	
Tchad	0,05	0,15	0,09	0,30	

Réf. «Agriculture : toward 2015/30. FAO, Global perspective studies Unit. Ap.2000

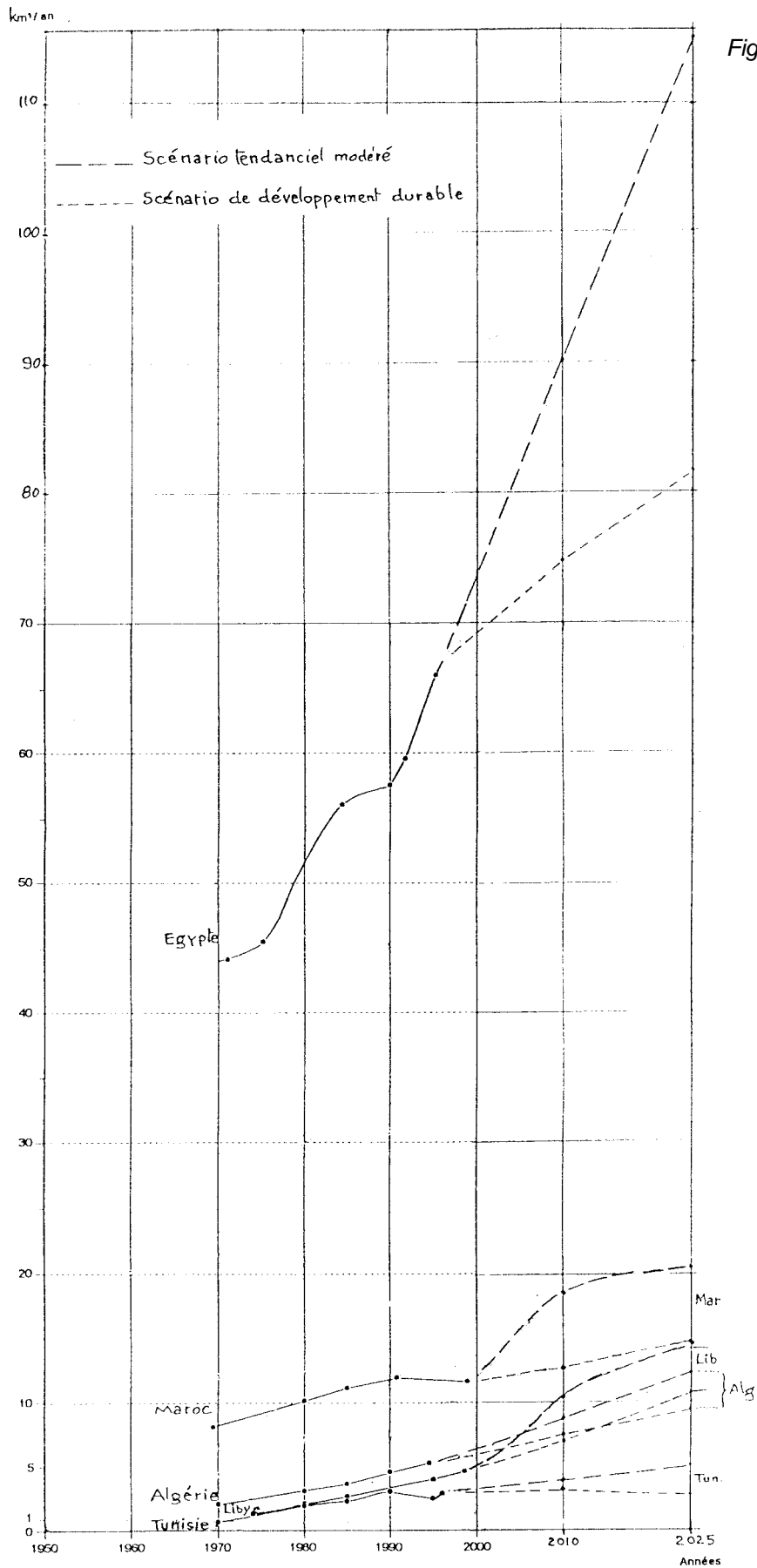
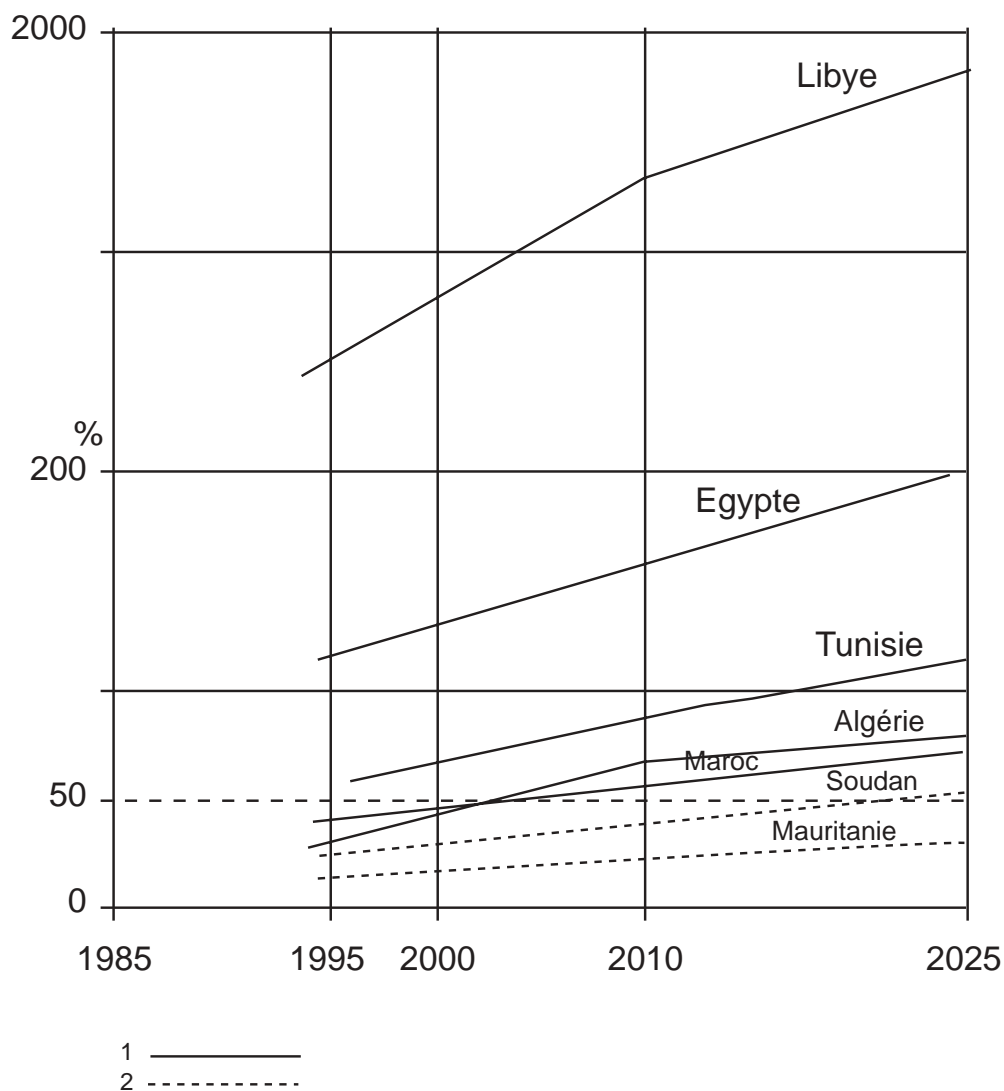


Figure 15 : Evolutions au cours de la seconde moitié du XX^e siècle et projection 2025 des demandes totales en eau des pays d'Afrique septentrionale, suivant les scénarios de la « Vision méditerranéenne » (2000). Voir tableau 11bis



1. - d'après les projections de demandes en scénario tendanciel modéré de la Vision méditerranéenne, dans les pays d'Afrique Septentrionale (voir tableau 23)
 2. - d'après des projections nationales en d'autres pays

Figure 16 : Croissances projetées des rapports demandes /ressources en eau renouvelables naturelles ou réelles en plusieurs pays de la région de l'OSS jusqu'en 2025 (voir tableau 24)

Qu'enseignent ces exercices de prospective très « plurielle » des besoins ou demandes en eau (peu séparés), qui diffèrent par leurs démarches -tantôt tendancielles, tantôt anticipatrices ou volontaristes, en tenant compte d'interaction avec les conditions d'offre- par leurs hypothèses, voire par leurs conditions initiales ?

Les écarts souvent notables entre leurs résultats, à un même horizon (2025 le plus souvent) soulignent les larges incertitudes qui sont liées surtout aux marges de choix des hypothèses sur les principaux facteurs des demandes en eau ainsi que les moyens futurs de les satisfaire.

En tout état de cause un contraste majeur se perpétuera, entre :

- les pays du Nord (Maghreb) et du bassin du Nil, où les demandes en eau déjà fortes devraient croître le plus, mais en se heurtant à un plafonnement par les ressources très utilisées dès à présent ;
- les pays sub-sahariens du Sahel et de la corne de l'Afrique, où la croissance des demandes restera lente et limitée plutôt par les capacités économiques que par les conditions physiques.

La différence de poids de l'irrigation dans les utilisations d'eau restera le principal facteur de ce contraste.

Les écarts présumés entre scénarios paraissent de second ordre par rapport à ce contraste géographique.

Pressions prévisibles sur les ressources et conséquences

La prospective des besoins ou demandes en eau vise en fait surtout à permettre de les comparer aux ressources conventionnelles potentielles du territoire de référence, pour estimer à un ou plusieurs horizons visés les rapports globaux entre les uns et les autres et les éventuelles tensions voire les inadéquations conjecturables en quantité. Plusieurs situations se présentent :

- Tant que les demandes restent globalement faibles au regard des ressources naturelles -disons ne dépassent pas un dixième de celles-ci- on présume qu'elles sont à satisfaire totalement par l'aménagement des eaux classiques et des prélèvements.
- Si les demandes sont de l'ordre de plusieurs dixièmes et notamment si elles dépassent la moitié des ressources naturelles moyennes, des risques d'inadéquation (c'est-à-dire de pénurie) locale et/ou conjoncturelle sont probables. L'aménagement des eaux et les prélèvements restent le principal moyen de répondre à ces demandes, mais l'accroissement du rapport demandes/ressources indique l'amplification des efforts requis, compte tenu des rendements décroissants des équipements nécessaires - y compris des transferts d'eau entre régions respectivement «excédentaires» et «déficitaires» à l'intérieur d'un pays, voire entre pays... Aussi un début de disjonction entre besoins théoriques et demandes commence à se manifester au moins dans certaines zones et en années sèches.
- Lorsque les demandes approchent et a fortiori dépassent les ressources naturelles, c'est-à-dire que des inadéquations quantitatives (pénuries chroniques et structurelles) sont pronosticables à des échéances plus ou moins rapprochées (en sus des cas où elles existent dès à présent), il n'est plus question de les satisfaire seulement par l'exploitation des ressources conventionnelles, donc d'en déduire directement des prélèvements. La prospective des demandes vise alors seulement à démontrer les nécessités de développer des offres nouvelles (transferts à grandes distances, «ressources non conventionnelles»), mais aussi à indiquer les opportunités d'adapter les demandes.

Les ratios demandes/ressources ou consommations finales/ressources dont les croissances peuvent être déduites de ces projections, ont de moins en moins le sens d'indices prévisionnels d'exploitation ou de consommation finale à mesure qu'ils grandissent (les identifier reviendrait à supposer implicitement que ces demandes soient incompressibles et qu'elles doivent être satisfaites en totalité par les ressources conventionnelles renouvelables, alors que ce n'est déjà plus le cas actuellement dans plusieurs pays, on l'a vu). La prospective de ces indices (exemple : Fig. 14) n'a donc qu'un sens exploratoire et vise seulement à faciliter des diagnostics et à éclairer des choix de politique de l'eau à engager à présent.

Dans cette optique, les projections de demandes en eau opérées par pays, comparées aux ressources réelles et renouvelables, peuvent donner lieu à une double interprétation prospective :

- estimation des ratios demandes/ressources probables à des horizons donnés, par exemple 2010 et 2025,
- pronostics des échéances auxquelles ces ratios pourraient dépasser des valeurs significatives telles que 50 et 100% (lorsque ces valeurs ne sont pas encore atteintes actuellement).

Le tableau 27 présente ces résultats, auxquels il convient de n'accorder qu'une valeur exploratoire et indicative.

Tableau 27 : Essai de prospective des ratios demandes*/ressources dans les pays les plus menacés par des pénuries d'eau structurelles**

Pays	Ratios demandes/ressources probables (en %) aux horizons		Echéances auxquelles les ratios demandes/ressources pourraient atteindre et dépasser	
	2010	2025	50%	100%
Algérie	~50	60 à 80	2010	2035-2040
Libye	1200 à 1700	1700 à 2000	>actuellement	-
Maroc	40 à 60	50 à 70	2010	2035-2040
Tunisie	65 à 85	70 à 110	>actuellement	2015-2020
Mauritanie	~20	25 à 30	Après 2030	-
Egypte	120 à 150	140 à 190	>actuellement	-
Soudan	30 à 40	40 à 60	2025-2030	-

* D'après des sources nationales ou internationales (cf. Tableaux 20,22..... à 27)

** Ressources renouvelables réelles indiquées au tableau 10.

L'évolution future des ratios demandes/ressources, est naturellement très liée à celle des ressources en eau (naturelles et renouvelables) par habitant, comme sont déjà liés ces deux indicateurs dans leurs états présents. La pression globale sur les ressources est et sera d'autant plus élevée que les ressources par habitant sont et seront faibles : au dessous du seuil de 500m³/an par habitant de ressource évoqué plus haut (chap. 1), les « indices d'exploitation » augmentent sensiblement et d'autant plus que les irrigations sont développées, en approchant ou dépassant 50%.

En pratique, la prospective des demandes en eau et de leurs conséquences doit prendre en compte non seulement les besoins théoriques projetés mais les interactions offre/demande, notamment les réactions et adaptations des demandes à des offres modifiées par la raréfaction des disponibilités naturelles et par la croissance des coûts de production d'eau et/ou d'approvisionnement (transport), pour réaliser les adéquations. Les demandes en eau sont alors moins à prévoir ou à projeter qu'à planifier : elles deviennent l'objet d'une gestion prévisionnelle autant que les ressources, et conjuguée avec la planification des offres conventionnelles ou non.

Dans cette prospective conjointe des demandes et des offres, l'allocation prévisionnelle et programmée des ressources tend à supplanter la projection des demandes dérivée de celle des besoins et elle équivaut bien à une planification des demandes (par exemple : en Egypte, au Maroc, en Tunisie...). Dans cette optique les différents secteurs d'utilisation ne font pas l'objet de la même approche :

- pour l'alimentation en eau potable des collectivités, prioritaire et relativement moins flexible (malgré des projets d'économie d'eau), la projection des demandes l'emporte et la planification vise à y ajuster l'offre ;
- tandis que pour l'irrigation c'est, à l'inverse, de l'allocation du « reliquat » de ressource que la demande est déduite et devra donc se plier à l'offre (par exemple en Algérie, en Egypte...). Ainsi dans la plupart des pays est prévue une diminution des parts relatives des « demandes » en eau de l'irrigation (en fait des allocations de ressource à ce secteur) par rapport aux demandes en eau totales (exemple : Fig. 17).

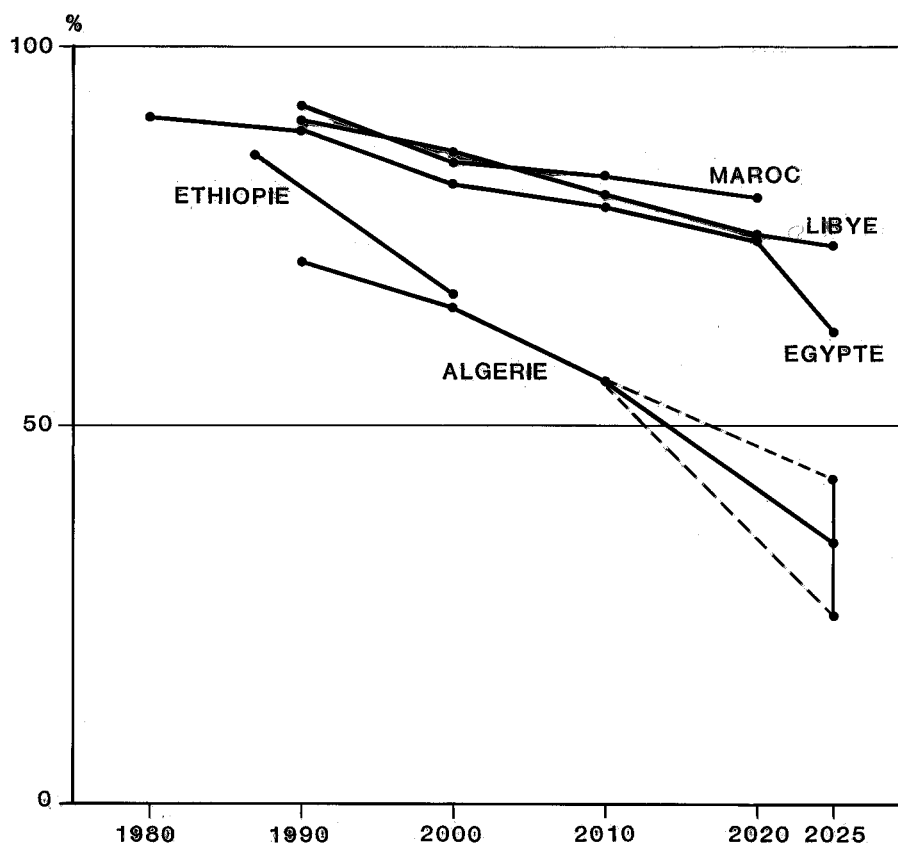


Fig. 17 : Projections des proportions des demandes en eau d'irrigation sur les demandes en eau totales (ou des parts de ressources en eau mobilisées allouées à l'irrigation) en plusieurs pays

Références : Algérie* [19], Egypte [5], Libye** [76], Maroc [128], Ethiopie [125]

*selon scénarios en 2025 **suivant «Lower limit of Food production»

Dans les pays à irrigation très développée du Nord et du bassin du Nil, les degrés d'autosuffisance alimentaire visés par les politiques-socio-économiques ont naturellement une forte incidence sur les demandes en eau d'irrigation projetées, mais réciproquement les allocations de ressource possibles pour l'agriculture Irriguée imposent une forte contrainte au choix de ces degrés d'autosuffisance. Par exemple en Libye deux projections de demandes en eau d'irrigation jusqu'en 2025 suivant deux hypothèses (d'après O. SALEM 1992) pouvaient être comparées :

Horizon	Demandes en eau d'irrigation en km3/an	
	Avec «lower limit of food production»	«for 100% self-sufficiency in food production»
1990	4,27	5.81
2000	4,80	8.51
2010	5 32	11.98
2020	6,85	15,69
2025	6,64	17,21

On voit, dans cet exemple, que la proportion de la production alimentaire possible dans l'hypothèse de croissance minimale des irrigations, se serait abaissée progressivement de 73%, (en 1990) à 39% (en 2025) de l'objectif d'autosuffisance, même en tenant compte de progrès escomptés d'efficience d'irrigation.

En conséquence, les incidences de l'évolution -de la croissance- des quantités d'eau utilisées sur les ressources, ne sont pas directement déductibles de l'évolution des demandes projetées, mais seulement de la part de ces demandes qui sera (et qui pourra) être couverte par l'exploitation des ressources naturelles. La prospective des demandes et des offres d'eau devra de plus en plus être intégrée et faire l'objet d'une modélisation commune dans les pays de la région confrontés à une raréfaction grandissante des disponibilités en eau, aussi bien que dans les pays non démunis en ressource en eau mais que la pauvreté rend difficilement capables d'assumer les charges économiques d'une approche par l'offre sans restriction pour satisfaire les «besoins».

* * *

Comparer les demandes en eau projetées aux seules ressources moyennes et supposées stables réduit évidemment la signification des essais de prospective des pressions sur les ressources qui précèdent. Il faudrait prendre en compte la variabilité et la possible instabilité des ressources.

- La croissance de la proportion exploitée des ressources naturelles moyennes rend les approvisionnements en eau de plus en plus sensibles aux défaillances, aux sécheresses . De plus l'évolution de la structure des utilisations amplifie aussi cette sensibilité.

La sécheresse et ses incidences sur les ressources en eau renouvelables est un phénomène naturel et conjoncturel dont la probabilité d'occurrence dépend seulement du type de climat (cf. supra 1).

Les conséquences des sécheresses sur la vie des hommes sont par contre largement dépendantes des types d'utilisation d'eau et de leur sensibilité aux défaillances. Dans les zones à climat aride et semi-aride de la région la sensibilité aux sécheresses s'est aggravée à l'époque contemporaine et devrait être grandissante à l'avenir, du fait :

- de la croissance démographique,
- de la récession du nomadisme,
- de l'urbanisation,

qui augmentent l'inadaptation des modes de vie à la variabilité des ressources en eau naturelles et amplifient les désirs de sécurité d'approvisionnement en eau.

• **Les ressources en eau du XXI^e siècle seront-elles celles d'aujourd'hui ?**

Sans développer ici la question, qui commence à être largement médiatisée, du risque d'appauvrissement des ressources en eau renouvelables (en quantité), sous l'effet du probable changement de climat dû à l' « effet de serre » additionnel au cours du XXI^e siècle, on ne peut exclure cette hypothèse dans une partie de la région, notamment au Maghreb et au Sahel. Un affaiblissement et une irrégularité accrue des précipitations y sont pronostiqués par différents modèles. Mais les «prévisions» à ce sujet - leur amplitude comme leur échéance- sont encore affectées d'énormes incertitudes (encadré 5).

Encadré 5

Sécheresses et changement de climat : en sus de leur inconstance et de leur fragilité présentes, les ressources en eau de la région de l'OSS. sont-elles en voie d'appauvrissement ?

Les sécheresses prolongées et accentuées survenues au cours des dernières décennies sont-elles déjà les prémices d'un changement de climat imputable à l'effet de serre additionnel ? Le rapprochement entre la réalité des unes et les inquiétudes compréhensibles engendrées par les interrogations sur l'autre est certes légitime... Pourtant il n'est pas à l'abri de quelques confusions. Il convient de ne pas confondre sécheresse (conjoncture) et aridité (type de géographie climatique), ni les alternances historiques de périodes humides et sèches inhérentes au climat présent avec les variations de climat préhistoriques réelles, à une autre échelle de temps. Il y a déjà eu des périodes de sécheresse au cours des temps historiques, mais elles furent moins connues (faute de météorologie) et moins ébruitées (faute de médias) et surtout leurs conséquences sur la vie humaine furent moindres (du fait de populations plus faibles, moins croissantes et mieux adaptées aux aléas climatiques). Sans être réellement cycliques, des alternances de séquences pluriannuelles d'années sèches ou humides, d'ordre décennal, paraissent toutefois mieux marquées en zone sud-saharienne, notamment au Sahel, qu'au Nord du Sahara, du moins aux XIX^e et XX^e siècles.

Rien ne permet d'affirmer que l'effet de serre additionnel sur le climat moyen se fait déjà ressentir, même si quelques recherches récentes sur de longs historiques pluviométriques (Mauritanie, Demarée 1990) ou hydrologiques (Niger, Sénégal, Hubert et al. 1993 [42 bis] ; Olivry 1993 [65 bis]), ont pu déceler des non-stationnarités dans l'évolution de ces variables, c'est-à-dire des ruptures de tendance relativement synchrones mais en alternance. Il est vrai toutefois que la tendance déficitaire survenue notamment en Afrique tropicale durant les dernières décennies, avec des sécheresses plus marquées au début des années 70 et en 1983-84, n'a pas de précédent, ni en ampleur ni en durée, dans les chroniques hydroclimatiques connues depuis un siècle. Voir aussi les historiques d'apports annuels 1921 - 1985 calculés par I. Shiklomanov pour plusieurs pays du Sahel, cités plus haut (1.2) et fig. 8 et 9. Ces analyses invitent à tout le moins à réviser en baisse les estimations de ressource (débits moyens, médians...) basées sur des historiques antérieurs à plus fortes composantes d'années humides, en tenant compte d'historiques plus actualisés et de ces changements de tendance à moyen terme. Cette optique a, en particulier, conduit l'ORSTOM à dresser, en 1996, deux cartes pluviométriques distinctes de l'Afrique de l'Ouest et Centrale basées respectivement sur les moyennes 1951-1969 et 1970-1989, en sus d'une carte des moyennes 1951-1989 (185).*

Ces révisions traduisent toutefois une meilleure connaissance des ressources plutôt que leur transformation. Le suivi des variables hydroclimatiques avec vigilance reste en tout cas, à long terme, une nécessité primordiale.

* aujourd'hui Institut de Recherches pour le Développement (IRD)

4 - LA GESTION DE L'EAU : PROBLEMES ET SOLUTIONS

Dans une grande partie de la région de l'OSS., les tensions à venir et les inadéquations grandissantes entre les besoins en eau croissants et des ressources conventionnelles limitées seront génératrices de problèmes aggravés et de conflits d'usage que la gestion des eaux aura pour objectif de résoudre. On passera d'abord en revue les principaux types de conflit, de natures variées, qui risquent de se développer, puis les divers moyens d'action et instruments techniques appropriés avant d'évoquer les voies et les modalités de la gestion conjuguée des offres et des demandes en eau dans les différentes conditions de la Région.

4.1 - Les conflits présents à régler ou futurs à prévenir

- Les plus classiques et les plus répandus sont les conflits d'usage -c'est-à-dire entre usagers- qui naissent de l'intensification d'exploitation de systèmes de ressource définis, superficiels ou souterrains. Bien avant d'atteindre la mobilisation maximale possible des ressources en eau renouvelables, voire de s'engager dans une « surexploitation » dans le cas d'aquifère, l'intensification des prélèvements abaisse les rendements et accroît les coûts de production, ce qui crée des concurrences et des tensions entre anciens et nouveaux utilisateurs, que leurs objectifs soient similaires ou a fortiori qu'ils diffèrent, surtout lorsque les moyens économiques des uns et des autres sont inégaux. Ces conflits d'usage ne traduisent pas seulement des concurrences pour le partage de ressource en eau rare, mais aussi des compétitions pour l'accès aux ressources les moins coûteuses, les plus facilement mobilisables et celles qui offrent le plus de sécurité (les ressources en eau internes, permanentes, de bonne qualité).

Ces conflits s'exacerbent naturellement en temps de sécheresse qui accentue la rareté de l'eau dans les régions à ressource en eau renouvelable prédominante et où la croissance démographique et l'évolution des modes de vie amplifie la sensibilité aux sécheresses.

Plus généralement il s'agira d'une compétition entre l'utilisation des ressources en eau naturelles et le recours aux ressources non conventionnelles plus coûteuses.

- Les conflits d'usage prennent parfois la forme de concurrence entre des modalités de mobilisation de l'eau qui interfèrent bien que cela ne soit pas perceptible immédiatement, notamment entre l'exploitation d'eau souterraine et d'eau de surface interdépendantes dans un même bassin : des prélèvements intensifs d'eau souterraine peuvent réduire ou tarir des sources ou des écoulements d'eau de surface pérennes ; réciproquement des barrages de régulation d'eau de surface peuvent affaiblir ou supprimer l'alimentation de nappes souterraines par les crues. Les deux cas sont survenus au Maghreb par exemple
- Une autre forme de conflit tient aux difficultés de coexistence entre les modes traditionnels et les procédés modernes d'exploitation, par exemple entre l'exploitation d'une nappe souterraine par galeries captantes à potentiel imposé (Foggaras du Maghreb) et l'exploitation par pompage qui entraîne de forts rabattements : le développement des procédés plus productifs permet d'accroître les volumes d'eau mobilisés globalement et d'améliorer l'adaptation des productions d'eau aux demandes, mais il n'est pas compatible avec la conservation des modes anciens dans un même système naturel de ressource, et cela peut opposer différentes catégories d'usagers. Ce problème se pose partout où fonctionnent encore ces modes d'exploitation gravitaires traditionnels (Oasis d'Egypte et de Libye, Maghreb et Sahara).

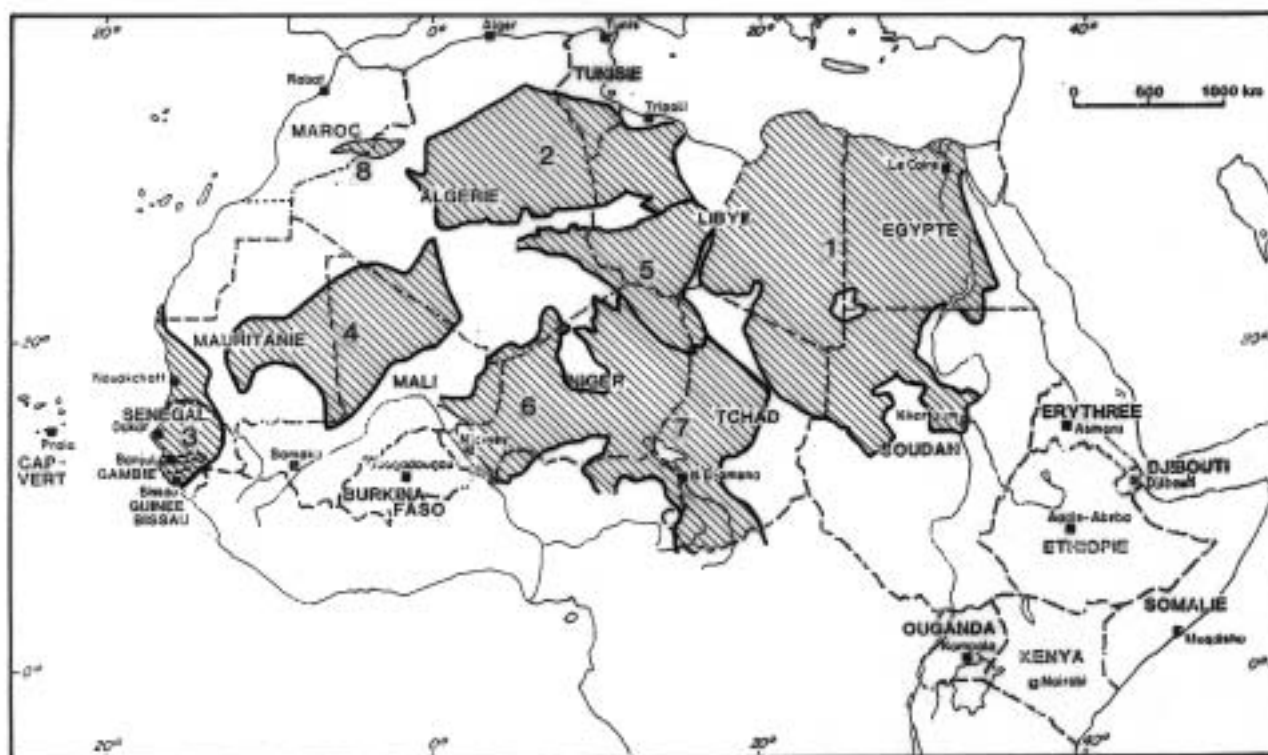
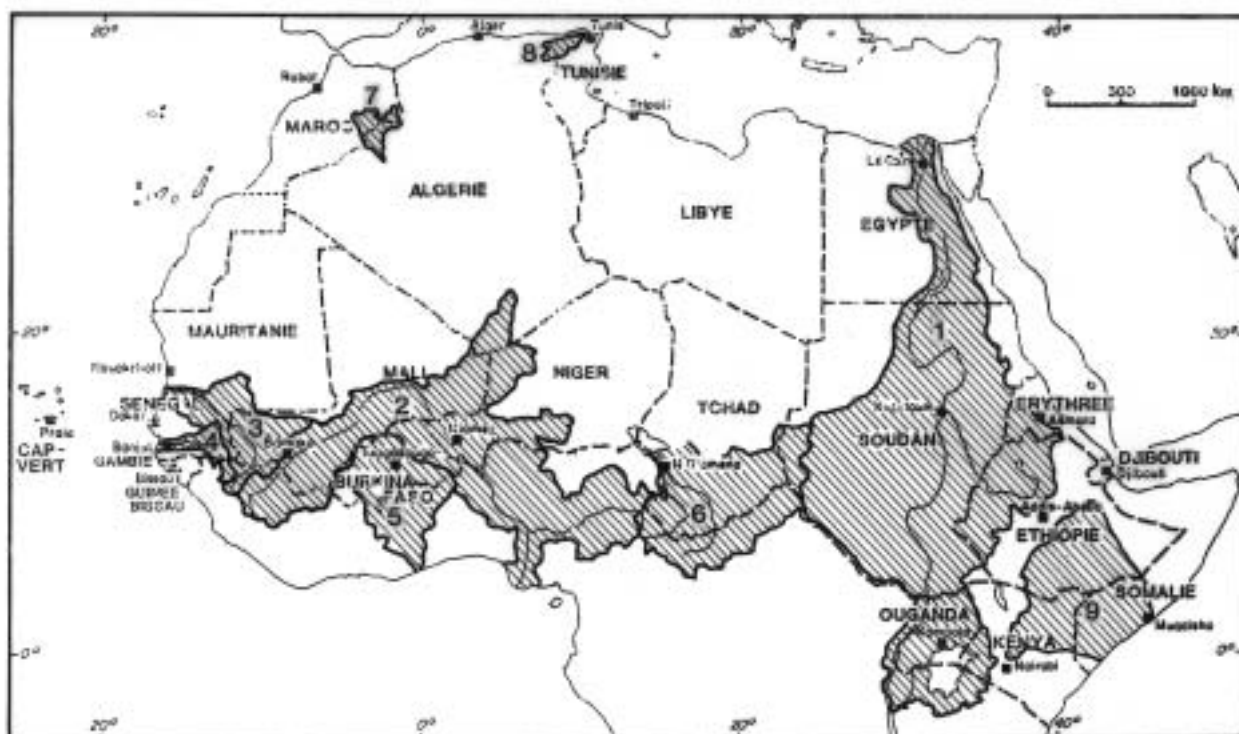


Fig. 18 : Systèmes de ressources en eau commun à plusieurs pays dans la région de l'OSS

- * Bassins fluviaux transfrontières : 1-Nil. 2-Niger. 3-Sénégal. 4-Gambie. 5-Volta. 6-Chari. 7-Guir-Saoura. 8-Mejerdah. 9-Juba-Shebelle
- * Systèmes aquifères transfrontières : 1-Bassin de Nubie. 2-Sahara Septentrional. 3-Bassin Sénégal-Mauritanien. 4-Bassin de Taoudeni. 5-Bassin de Mourzouk-Djado. 6-Bassin Ihazer-lullemeden. 7-Bassin du Tchad. 8-Bassin d'Errachidia.

- A l'échelle des bassins hydrographiques des antagonismes peuvent survenir entre les collectivités de l'amont et de l'aval : c'est souvent en amont que se situent les aménagements et en aval que l'on utilise l'eau -ou que l'on crée plus de sécurité-. Les collectivités d'amont peuvent souhaiter valoriser des rentes de situation et prendre part indirectement aux bénéfices de l'aménagement. Cette question se pose d'abord dans le cadre national dans les pays à ressources en eau renouvelables intérieures prédominantes (type 1 du chap. 1) ; elle prend évidemment plus d'ampleur et une dimension géopolitique dans le cas de bassins transfrontières, notamment dans les pays à ressource externe prédominante où le problème de partage de ressource se pose avec acuité (type 2 du chap. 1) : ces cas sont relativement rares au Maghreb (Guir entre Algérie et Maroc, Medjerdah entre Algérie et Tunisie), tandis qu'ils sont majeurs au Sahel et dans le bassin du Nil (Fig. 7, 18a), où ils sont trop connus pour être évoqués ici.
- Les grands systèmes aquifères des bassins sédimentaires⁽¹⁾ pluri-nationaux (Fig. 18b) peuvent aussi donner lieu à des conflits qui restent toutefois actuellement potentiels. Dans ce cas l'objet du partage à régler est plus complexe qu'un écoulement : il s'agit de répartir équitablement les influences, notamment dans les plans d'exploitation de ressources non renouvelables.
- Plus largement, tout en restant dans des cadres nationaux, des conflits entre provinces ou régions peuvent contrarier des projets de transferts d'eau qui visent à réaliser une certaine péréquation entre régions ou bassins respectivement «excédentaires» et «déficitaires» à présent et à moyen terme et qui sont déjà engagés ou projetés au Maghreb, en Libye, en Egypte... : jusqu'à quel point le transfert d'eau doit-il l'emporter sur des déplacements d'activité? Comment comparer les avantages de transferts d'eau à court terme pour la région receveuse et ceux d'une conservation de ressource pour une valorisation différée mais supputée plus grande à long terme pour la région émettrice ? Comment répartir les avantages du transfert : quel bénéfice ou quelle compensation faut-il accorder à la région «exportatrice» ?
- Une autre sorte de conflit peut prendre un caractère inter-générationnel dans les cas particuliers de gestion de ressources non renouvelables (exploitation «minière» d'eau souterraine) développée notamment en Algérie, Tunisie et surtout en Libye : entre une mise en valeur plus intensive et plus assurée à court terme et un développement plus modéré et plus durable, mais dans un contexte socio-économique plus incertain à long terme. C'est le problème classique de répartition d'une rente minière dans un «avenir incertain». Cela revient aussi à étendre dans le temps le conflit entre l'utilisation des ressources naturelles, accaparées par la génération présente, et le recours aux ressources non conventionnelles laissées à la charge des générations futures.
- Les conflits inter-sectoriels peuvent s'élargir à l'échelle régionale ou nationale. Le plus important est la rivalité entre le secteur de l'agriculture irriguée et celui de l'alimentation des collectivités urbaines, le second étant généralement prioritaire et sa capacité économique supérieure. Accessoirement des concurrences peuvent aussi opposer l'industrie et l'agriculture, ou parfois la production hydro-électrique et l'agriculture. Dans ce dernier cas le conflit est surtout conjoncturel et il est exacerbé en saison ou année de sécheresse. On a remarqué que les objectifs de production hydroélectrique, qui ont motivé en priorité les équipements hydrauliques de première génération, au Maghreb comme en Egypte, sont passés ensuite au second rang, après l'irrigation, dans les buts des aménagements plus récents. Cependant la faible valeur ajoutée par les utilisations agricoles de l'eau les handicapera à l'avenir, par rapport aux utilisations urbaines et industrielles.
- Aux conflits d'usage proprement dit s'ajoutent les tensions entre utilisateurs d'eau et agents sujets aux effets externes des utilisations : le cas le plus répandu est celui des pollutions par les retours d'eau usée dans les systèmes fluviaux, qui constituent encore une forme de conflit amont/aval, y compris naturellement dans les bassins transfrontières où ils prennent une dimension internationale. Cela pose le problème de répartition des charges respectives d'épuration en amont ou de traitement de potabilisation en aval, entre les collectivités concernées.

1) (cf. La carte des « Ressources en eau communes des pays de la Région de l'OSS. Bassins fluviaux et aquifères profonds transfrontières» (OSS, 1995)

- Plus largement, lorsque le taux d'exploitation des ressources en eau naturelles est très élevé, la protection de leurs qualités devient une nécessité accrue et généralisée. Cela impose des contraintes et des charges croissantes à de nombreux agents occupants du sol, tels que les agriculteurs, en vue de réduire ou neutraliser les impacts de leurs activités, mais que ceux-ci supportent difficilement.

Il s'agit alors de conflit entre les objectifs de sécurité d'approvisionnement en eau, notamment en qualité, et des objectifs de développement socio-économique, que la raréfaction des disponibilités en eau rend mal compatibles.

- Au plan économique se pose la question générale de répartition des coûts, entre usagers bénéficiaires d'une part, pouvoirs publics et collectivités d'autre part, qu'il s'agisse de l'aménagement des eaux, des productions et des approvisionnements en eau, ou de l'assainissement, des opérations d'épuration ou de protection des eaux. Les poids relatifs donnés au service public ou aux mécanismes de marché ne sont pas sans effets sur l'évolution des demandes.
- Enfin, au niveau de l'orientation de la politique de l'eau de chaque pays, une certaine compétition s'instaure entre les voies et moyens propres à assurer l'adéquation offre/demande en eau : entre l'approche par l'offre (aménagement, production) qui a le plus la faveur des techniciens de l'équipement, et l'approche par la demande moins coûteuse mais qui relève davantage de mesures socio-économiques aux efficacités moins assurées et plus différées.

* * *

La combinaison des différents types et ordres de grandeur de ressources en eau (revus au chap. 1) et des différents degrés de tension présents ou projetés entre demandes et ressources (notés au chap. 2) détermine une géographie de problèmes et de conflits assez contrastée, dans la Région de l'OSS. (cf. Tableau 25). Les voies et moyens de gestion de l'eau pour résoudre ces problèmes sont donc également diversifiés et spécifiques à chaque pays.

**Tableau 29 : Problèmes d'eau et conflits majeurs zonaux dans la Région de l'OSS
Sous régions suivant les types de ressource en eau prédominantes (ci. Fig. 4)**

Sous régions suivant les types de ressources en eau prédominantes (ci. Fig. a)	Problèmes et conflits majeurs spécifiques
Ressources renouvelables Intérieures prédominantes	<p>Conflits d'usage amont/aval. Conflits dus aux interférences entre utilisations des eaux souterraines et superficielles, ou entre techniques traditionnelles et modernes d'exploitation.</p> <p>Déséquilibres et compétitions entre régions : problèmes de transferts.</p> <p>Compétition entre le parachèvement de l'aménagement hydraulique conventionnel, à coût et impacts environnementaux croissants, et le recours aux ressources non conventionnelles.</p>
Ressource fluviale d'origine externe prédominante	<p>Conflits d'usage amont/aval (quantité et qualité), notamment dans le cas d'aménagements mobilisateurs de ressource par réduction de pertes par évaporation, conflits entre bénéficiaires d'aval et sujets aux impacts de ces aménagements en amont.</p> <p>Conflits entre modes traditionnels d'usage de l'eau (irrigation...) et nécessités d'économie d'eau (liés aux conflits intersectoriels).</p> <p>Contraintes géopolitiques et rivalités.</p>
Ressources non renouvelables prédominantes	<p>Conflits entre objectifs de développement à court et à long terme (pouvant correspondre à des conflits entre usages inégalement «valorisants»).</p> <p>Compétition entre utilisation des ressources non renouvelables et recours aux ressources non conventionnelles.</p> <p>Compétitions entre régions et problèmes de transferts.</p>

4.2 - Les solutions techniques

Pour résoudre les problèmes présents ou en perspective, un éventail de moyens techniques très variés est disponible, moyens d'action sur l'offre aussi bien que sur les utilisations, qui sont tous déjà mis en œuvre mais avec des ampleurs très inégales suivant les pays aux conditions desquels ils sont diversement adaptés. Ces moyens sont assez connus pour qu'il suffise ici de les rappeler succinctement:

Du côté de l'offre

- Les aménagements hydrauliques classiques de régulation d'eaux superficielles ont une expansion encore possible dans les pays à ressource en eau renouvelable prédominante, interne ou externe, (fig. 4), où elle risque néanmoins d'être freinée par le rendement décroissant des ouvrages constructibles et handicapée par l'envasement des réservoirs qui écourte leur durée de vie. Aux efforts d'équipement s'ajoutent :
 - les progrès des techniques de gestion des réservoirs en temps réel, assistés par l'amélioration des prévisions hydrométéorologiques ;
 - les progrès et l'application plus étendue des techniques de traitement anti-érosion des bassins versants, qui atténuent la sédimentation et qui, jointes aux opérations de «dévaselement» (notamment par des méthodes dynamiques), contribuent à prolonger les durées de vie des réservoirs.

A côté des grands équipements, la «petite hydraulique» peut encore contribuer largement à amplifier la maîtrise des eaux. Adaptées depuis longtemps à des conditions socio-économiques relativement stables et en équilibre avec les conditions naturelles, diverses techniques «traditionnelles» de maîtrise et d'exploitation des eaux (collecte directe de l'eau de pluie, contrôle du ruissellement local, petites retenues, citernes, galeries drainantes, ...) -cf. l'ouvrage «Traditional Water System», UNESCO - ACSAD, 1986 [94]- pourraient bénéficier de perfectionnements modernes facilitant leur mise en oeuvre et améliorant leur efficacité, en conservant les avantages de ces «micro-aménagements» multipliables sans nécessité d'organisation centralisée. Citons, par exemple, les réhabilitations engagées en Tunisie (EL AMAMI 1988).

Plus généralement, les techniques et les efforts de conservation des sols et des couvertures végétales, qui s'inscrivent dans les actions de «lutte contre la désertification» contribuent à conserver le régime des eaux donc la reproductibilité des ressources renouvelables, et tout particulièrement leur composante régulière.

- Bien que l'exploitation des eaux souterraines soit déjà souvent intensive et parfois excessive dans certains cas, des potentialités appréciables subsistent en divers pays. Des productions intensifiées sont possibles, réglées par des modèles de gestion, dans le cas de systèmes aquifères étendus, et contrôlées.

Une maîtrise des eaux plus complète passera souvent par une gestion plus intégrée des eaux superficielles et souterraines, amplifiant à la fois les opérations de recharge artificielle des aquifères et des exploitations plus actives et modulées des capacités régulatrices de ces réservoirs, notamment pour soutenir le débit d'étiage de cours d'eau. Dans ce cadre des actions sur les sources, plus amples que leur simple dérivation -relèvement de niveau temporaire, pompage régulateur- peuvent jouer un rôle appréciable (J. MARGAT 1981). Les capacités d'accumulation régulatrice d'aquifères alluviaux peuvent aussi être augmentées par la technique des barrages souterrains : il en a été réalisé au Maghreb par exemple et une prospection systématique des sites favorables serait sans doute profitable dans d'autres pays.

- Dans les pays à ressource fluviale externe dominante (bassins du Nil et du Niger), des aménagements réduisant des pertes par évaporation de plans d'eau naturels, tels que le projet engagé au Soudan (Canal de Jonglei), sont un moyen d'accroître les ressources renouvelables appelé à prendre de l'ampleur, mais dont les impacts environnementaux ne peuvent être négligés, donc doivent être atténués et compensés.
- Les transferts d'eau à longue distance, dont les techniques sont parfaitement maîtrisées, sont engagés ou projetés dans plusieurs pays de la Région (Maghreb, Libye, Egypte, Sénégal), malgré des coûts énergétiques de fonctionnement généralement élevés. Ce moyen de compenser des déséquilibres entre régions -voire entre pays si un commerce international de l'eau prenait corps-(cf. encadré 6) peut soulever néanmoins des problèmes socio-économiques et il doit s'inscrire dans une planification à long terme indissociable de l'aménagement du territoire.
- L'exploitation des ressources non renouvelables offertes par les grands réservoirs aquifères sédimentaires, bien qu'elle ne soit pas durable, est appelée à s'amplifier dans les pays où elle est déjà le plus engagée, notamment en Libye où elle pourrait couvrir jusqu'à 95 % des demandes en eau totales en 2025, dans l'hypothèse de croissance de ces demandes la plus forte [76]. Cette exploitation visant surtout à retarder le plus possible le recours aux ressources «non conventionnelles» plus coûteuses, cela implique que son volume et sa durée soient fixés avec cohérence et inscrits dans un plan à long terme.

- La production industrielle d'eau douce par dessalement d'eau de mer ou d'eau saumâtre est amorcée dans plusieurs pays du Nord, à une échelle encore expérimentale en ne contribuant que faiblement aux approvisionnements, surtout pour résoudre des cas particuliers. Du fait de ses coûts, c'est la solution du dernier recours, néanmoins elle pourrait prendre à l'avenir plus d'ampleur dans les pays à pénurie d'eau douce croissante.
- Enfin la régénération d'eau usée, ajustée à des réutilisations spécifiées, se développe à son tour, servie par les perfectionnements des techniques d'épuration et associée aux progrès de l'assainissement des grandes agglomérations. Dans plusieurs pays la «production d'eau usée», en croissance, excède dès à présent (Libye) ou est appelée à dépasser dans un avenir prévisible (Egypte, Tunisie...) les reliquats disponibles de ressources naturelles renouvelables, donc a fortiori leur part exploitable.

Encadré 6

Des transferts d'eau internationaux au profit du Sahel sont-ils faisables et utiles ?

Le contraste régional entre les pays du Sahel et les pays qui les jouxtent au plan des ressources en eau, souligné précédemment, peut donner l'idée que des transferts d'eau Sud-Nord éventuels puissent s'inscrire dans une « vision » à très long terme.

En fait, la nature le fait déjà dans une large mesure : les principaux bassins fluviaux sahéliens - Sénégal, Niger, Chari, sans parler du Nil- tirent la plus grande partie de leur écoulement de leur tête dans les pays du Sud (de la Guinée au Centre Afrique).

Par ailleurs les ressources en eau naturelles (internes et externes) des pays du Sahel ne sont encore utilisées que dans une faible mesure, ce qui justifierait peu l'importation d'appoints....

Un projet de transfert a cependant été conçu, il y a un certain nombre d'années, consistant à dériver de l'eau du bassin de l'Oubangui, en République Centre Africaine, vers le Chari, au Tchad, afin de contribuer à restaurer l'état du lac Tchad, en régression marquée depuis les années 70 : le projet « Transaqua ».

Le principal bénéficiaire d'un tel transfert serait toutefois, plus que le Tchad, le Nigeria, premier utilisateur de l'eau du lac (pompages pour l'irrigation).

Du côté de l'utilisation et de la demande

- Les techniques de réduction des pertes de stockage et de transport ont un large champ d'application, déjà signalé (chap. 2), en particulier pour améliorer le rendement des réseaux de distribution d'eau potable et d'eau d'irrigation. Ajoutées aux efforts de réduction des fuites des usagers domestiques et industriels, une compensation de la croissance des demandes d'approvisionnement urbaines supputées pendant une ou plusieurs décennies peut en être attendue.
- Les techniques modernes d'asservissement des fournitures d'eau aux demandes dans les réseaux d'irrigation, grâce aux progrès de l'automatisation et des télécommandes, peuvent aussi contribuer beaucoup à réduire les prises en tête de réseau.
- Des économies d'eau très appréciables peuvent être escomptées des gains d'efficacité tant des usages industriels (progrès du recyclage) que de l'irrigation (développement de l'aspersion et surtout de la micro-irrigation), ce qui rend très rentable l'assistance technique et les incitations financières aux usagers à cette fin.
- Plus généralement le développement d'un comportement économe des usagers relève de techniques combinées d'éducation, d'information et d'incitations, notamment par les instruments tarifaires lorsque l'eau est marchande.
- La généralisation de l'assainissement des agglomérations et l'amélioration des rendements des collectes et des traitements d'épuration contribuent aussi à réduire la pression qualitative sur les ressources lorsque les eaux usées sont retournées au milieu naturel.
- Le développement de la réutilisation d'eaux usées déconnecte certains usages des prises directes sur la ressource en substituant à celles-ci une ressource «secondaire», ce qui revient à brancher plusieurs utilisations en séquence sur un même prélèvement et à amplifier le taux d'utilisation global de celui-ci. La réutilisation peut notamment contribuer à atténuer la compétition entre les demandes en eau agricoles et urbaines ; elle peut aussi améliorer la rentabilité d'une production d'eau primaire ou d'un transport coûteux, en permettant de l'utiliser plusieurs fois. Cette réutilisation pose néanmoins des problèmes sanitaires et sa faisabilité est subordonnée à une répartition équitable des charges de traitement entre les usagers primaires (producteurs d'eau usée) et secondaires (réutilisateurs).

La réutilisation d'eau de drainage, déjà très développée en Egypte (EL GINDY 1986, AMER 1992) et d'application plus simple, joue un rôle similaire, et c'est un moyen indirect d'améliorer l'efficacité globale de l'usage de l'eau dans un périmètre d'irrigation, qui peut entrer en compétition avec les améliorations des procédés d'irrigation.

- Enfin les usages d'eau de mer ou d'eau saumâtre en substitut à l'eau douce, pour le refroidissement industriel (centrales thermo-électriques notamment), ou en mélange avec des eaux douces, sont déjà largement développés et peuvent encore progresser. En particulier l'irrigation par des eaux saumâtres, expérimentée depuis 1970 en Tunisie (projet CRUESI, UNESCO) est praticable dans des conditions bien définies.

* * *

C'est dans les pays les plus en situation de pénurie présente ou prévisible dans un avenir prochain, que tous ces moyens d'action peuvent le plus être mis en compétition et qu'il convient le plus de conjuguer leurs aptitudes, encore qu'inégalement suivant les pays. Ils diffèrent toutefois fortement par leur nature et les conditions de leur mise en oeuvre : ordres de grandeur des quantités d'eau produite ou économisée par ouvrage ou unité d'opération, coûts unitaires, rapports investissement/charges de fonctionnement, divisibilité et possibilité d'échelonnement des investissements, conditions de répartition des charges entre collectivité publique (état) et bénéficiaires, contraintes de localisation et charges foncières, durée de réalisation, temps de réponse, durée de vie, coût énergétique, aléas de rendement, impacts sur l'environnement, acteurs sociaux impliqués et maîtres d'ouvrages appropriés, etc. Aussi est-il difficile d'évaluer leur faisabilité et leurs rapports coût/avantages suivant des critères uniformes et une échelle de valeur commune.

Cette diversité ne facilite pas l'intégration de l'ensemble de ces moyens dans les plans ou schémas directeurs d'aménagement des eaux qui privilégient encore souvent l'approche par l'offre. Toutefois l'applicabilité et l'étendue du rôle possible de chaque technique dépendent beaucoup des conditions spécifiques, du contexte physique et socio-économique de chaque pays.

* * *

4.3 - La gestion intégrée de l'eau

Satisfaire les différentes demandes en eau dans des conditions supportables par les agents économiques et par le milieu naturel -c'est-à-dire sans détériorer l'environnement- et dans la perspective d'un développement durable, impose particulièrement dans la Région de l'OSS. une gestion intégrée de l'eau, suivant une formule consacrée par les instances internationales⁽¹⁾. Cette intégration de la gestion de l'eau est à concevoir et à mettre en oeuvre à plusieurs niveaux de plus en plus larges :

- gestion intégrée des ressources : eaux superficielles et souterraines, quantité et qualités, amont et aval des bassins ;
- intégration de l'aménagement des ressources et de l'assainissement-épuration ;
- gestion intégrée des offres : ressources naturelles renouvelables, ressources non renouvelables, ressources non conventionnelles ;
- gestion intégrée des offres (ressources) et des utilisations qui implique une gestion multisectorielle de celles-ci (y compris les utilisations in situ, et la gestion des milieux aquatiques).

A mesure que s'élève le niveau et que s'élargit le champs d'intégration, un système socio-économique de plus en plus complexe et une variété d'agents croissante sont impliqués, en débordant du champ de la seule économie de l'eau. La gestion intégrée de l'eau est indissociable de la gestion de l'occupation du sol, de l'aménagement du territoire et de la politique agricole.

* * *

Voies et moyens de la gestion intégrée

L'intégration de la gestion de l'eau et la résolution des conflits peuvent être généralement obtenues par la combinaison de moyens institutionnels, techniques, et économiques et financiers.

Moyens institutionnels

- Adaptation du droit et des législations de l'eau fondant les pouvoirs d'intervention et d'arbitrage de la puissance publique (par la réglementation des actes d'aménagement et d'exploitation des ressources comme celle des utilisations, par les incitations financières). Le statut de bien commun (ou la domanialité publique) des ressources en eau, inscrit dans la plupart des législations, doit être concilié avec la sauvegarde des droits d'eau et l'appropriation privée de certaines ressources. La définition légale de la hiérarchie des utilisations de l'eau (en Algérie et Tunisie par exemple) fonde des différenciations tarifaires suivant les secteurs.
- Institution d'organes ou d'autorités de coordination intersectorielle au niveau gouvernemental (Conseil national ou supérieur de l'eau...) ou des collectivités territoriales, notamment de bassin. Le bassin hydrographique, ou parfois le système aquifère, sont l'unité de gestion physique la plus pertinente et il convient de leur faire correspondre le mieux possible le champ de compétence d'une autorité de gestion.

Il est souhaitable que ces organes ne soient pas seulement consultatifs mais soient dotés de pouvoir de décision, et que ces fonctions de coordination soient définies à un niveau interministériel plutôt qu'attribuées à une administration à compétence sectorielle. Cette coordination peut être limitée aux investissements publics, notamment dans le cadre de la planification pluriannuelle des équipements (Schémas directeurs...), ou s'étendre aux actes d'autres agents économiques semi-publics ou privés,

1) Notamment : déclaration de la conférence internationale sur l'eau et l'environnement, Dublin, Janvier 1992 et plus récemment les messages du Global Water Partnership (GWP): cf. "Integrated Water Resources Management" (TAC background papers, n°4,2000)

par le biais des interventions publiques réglementaires ou financières (autorisations, subventions, crédit...).

- Institutions d'instances de concertation entre les différents agents publics et privés impliqués par la gestion d'une même unité de ressource (bassin fluvial, nappe souterraine), consultatives ou délibératives. Leur compétence peut se rapporter aux objectifs des plans ou schémas d'aménagement des eaux impliquant des investissements de l'Etat, de collectivités territoriales ou de groupements d'usagers, au choix des «débits réservés» à conserver dans certains cours d'eau ou à celui des objectifs de qualité, ou encore à la gestion courante en fonction des conjonctures (répartition de restrictions en temps de sécheresse...).

Il va sans dire que dans le cas de bassin, voire d'aquifère, transfrontière une gestion «communautaire» en partenariat est tout aussi souhaitable, mais elle relève alors nécessairement d'accord politique entre les états concernés.

Moyens techniques

Les moyens multiples passés en revue plus haut (4.2.) apportent pour la plupart des solutions partielles, locales et parfois temporaires, aussi dans l'optique d'une gestion intégrée de l'eau il s'agit d'abord d'organiser et de coordonner -en somme de planifier-leurs applications de manière optimale, dans l'espace et aussi dans le temps, pour l'ensemble des utilisations, à commencer par l'harmonisation des actions sur l'offre et sur les demandes, en coordonnant par exemple :

* les efforts d'économie d'eau et de réduction des pertes dans la desserte des agglomérations et ceux visant à augmenter les productions et les fournitures d'eau ;

- les efforts pour améliorer l'efficacité des irrigations et ceux visant à réutiliser les eaux de drainage, ou à accroître l'exploitation de nappe souterraine suralimentée par les excédents d'eau d'irrigation;
- l'amélioration du rendement de l'assainissement et le développement de la réutilisation d'eau usée.

Moyens économiques et financiers

- Des critères macro-économiques peuvent guider les choix d'allocation de ressources, aux coûts de mobilisation variés, entre les secteurs d'utilisation productifs à valeurs ajoutées différentes (agriculture, industries...) ou plus largement entre les secteurs d'utilisation productifs et les utilisations «consommatrices» (alimentation humaine, usages sanitaires et socioculturels).
- Les mécanismes de marché peuvent contribuer jusqu'à un certain point à cette répartition, notamment sous la forme de marché de location ou de cession de droits d'eau ; toutefois il peut être nécessaire d'en réguler le jeu dans une mesure qui dépend de la politique socio-économique de chaque pays. De ce point de vue l'extension de la part marchande des eaux utilisées, via des structures de distribution, peut être opportune, concurremment avec la recherche de l'équilibre des comptes d'exploitation des services publics distributeurs, sans subvention.

Dans des circonstances particulières (pénurie d'eau conjoncturelle en période de sécheresse) des cessions d'eau négociées entre secteurs d'utilisation inégalement sensibles peuvent constituer un moyen de modifier des répartitions d'eau adaptées à des situations moyennes (cession d'eau du secteur énergétique ou industriel, à l'agriculture ou à l'alimentation de collectivités, par exemple).

- Les politiques tarifaires applicables à ces eaux et services marchands ou, plus largement, les politiques fiscales ou parafiscales déterminant les charges répercutées sur les coûts (taxes, redevances) peuvent être un instrument de répartition des charges communes entre des secteurs d'utilisation d'eau inégalement valorisants (exemples : les écarts tarifaires entre l'eau distribuée aux entreprises touristiques, aux industries, aux populations ou à l'agriculture, en Algérie et en Tunisie), sans préjudice de l'objectif d'équilibre financier global.

Les tarifications peuvent être aussi un instrument d'incitation aux économies d'eau en accentuant des progressivités déjà généralisées dans la plupart des pays de la région.

- Le principe «pollueur-payeur», doublé de l'aide aux efforts de réduction des pollutions financée par son application, a fait ses preuves d'efficacité dans les pays industrialisés. Son application dosée et évolutive, adaptée aux situations, pourrait utilement compléter et relayer les efforts publics de lutte contre les pollutions.

Dans la même optique, une certaine péréquation des charges entraînées par les efforts d'économie d'eau -dont les coûts ne sont pas nécessairement proportionnels aux quantités d'eau économisées suivant les secteurs- pourrait résulter de l'application d'un principe «gaspilleur-payeur» : imposition d'une redevance de «surconsommation» par rapport à des normes fixées, finançant des aides aux économies d'eau.

Moyens éducatifs et informatifs

La sensibilisation et l'information de tous les acteurs de la gestion de l'eau et d'abord des usagers, est une condition primordiale de l'efficacité d'application des instruments réglementaires, techniques ou financiers. Cela va de l'éducation à tous les niveaux scolaires, à la communication par tous les moyens audiovisuels modernes. La «culture de l'eau» qui a de profondes racines dans beaucoup de pays de la région offre un terrain favorable aux évolutions nécessaires.

* * *

Finalement la gestion intégrée de l'eau, au sens le plus large, consiste à conjuguer et «orchestrer» au mieux l'ensemble de ces moyens, et à harmoniser les pouvoirs de décision en jeu : publics et privés, centraux et locaux, généraux et sectoriels. Elle consiste aussi à intégrer la gestion de l'eau dans la politique économique et la politique d'environnement.

En général, plus les demandes en eau approchent et a fortiori excèdent les ressources conventionnelles, comme c'est déjà le cas dans plusieurs pays de la Région, plus les objectifs de gestion et de politique de l'eau deviennent indissociables des objectifs de la politique socio-économique et de développement, notamment de la politique agricole et des degrés d'indépendance alimentaire visés.

5 - CONCLUSIONS ET SUGGESTIONS

Au terme de cette rapide analyse des situations et des problèmes d'eau dans la Région de l'OSS., puis de la revue des conditions, des voies et des moyens d'une gestion de l'eau capable d'y faire face, on tentera de conclure par une série de suggestions de divers ordres.

- Malgré un état des connaissances sur les ressources assez avancé globalement, des améliorations sont possibles et souhaitables dans la plupart des pays, non seulement pour affiner les chiffrages en quantité mais pour accroître la validité des évaluations d'exploitabilité et pour mieux apprécier les sensibilités des ressources, de leur régime et de leurs qualités, aux impacts des activités économiques.

Particulièrement dans les pays à taux d'exploitation déjà élevé et appelé à grandir (Maghreb, Egypte), ces connaissances devront plus systématiquement être synthétisées sous la forme de modèles de gestion, qu'il s'agisse de ressources renouvelables ou de ressources non renouvelables, appliqués non seulement à la conception des projets d'aménagement et des plans d'exploitation, mais aussi au contrôle de gestion. Cela implique le renforcement du suivi régulier de l'état des ressources (débits, niveaux, paramètres de qualité) par des réseaux d'observation ajustés, ainsi que la conservation des résultats dans des banques de données adéquates.

- Un effort parallèle doit s'appliquer à améliorer la connaissance des utilisations d'eau présentes et de leur évolution passée : statistiques sur les quantités prélevées et consommées -par source d'approvisionnement, par secteur, par unité de ressource (bassin) et par zone économique-, sur les rendements d'utilisation, sur les rejets et les rendements de l'assainissement et de l'épuration, à actualiser périodiquement.
- Dans le cas particulier des bassins fluviaux ou des réservoirs aquifères partagés entre plusieurs pays, la réunion des connaissances sur les ressources et les utilisations dans des bases de données communes, ouvertes et régulièrement actualisées serait opportune pour faciliter une gestion en partenariat.
- La prospective des demandes en eau devrait davantage s'appuyer sur des modélisations prévisionnelles interactives des offres et des demandes, suivant différents scénarios de développement socio-économique.
- Une analyse macro-économique générale des dépenses publiques et privées relatives à l'eau - maîtrise et productions, approvisionnements, assainissement et drainage...- (investissements, fonctionnement), serait opportune pour permettre d'évaluer leur poids relatif dans l'économie nationale et de relier leur évolution passée aux prévisions nécessaires à moyen et long terme. Une croissance de l'ensemble de ces charges plus forte que celle du PNB est probable dans la plupart des pays.
- Le développement de systèmes de comptabilité nationale de l'eau réunissant, suivant des références territoriales et sectorielles cohérentes, les données physiques et financières, pourrait largement éclairer les choix de politique de l'eau et les décisions de gestion.
- Un échange général d'expérience sur les critères de faisabilité et les rendements obtenus des diverses opérations d'action sur l'offre ou sur les utilisations mises en oeuvre jusqu'ici dans les pays de la Région (voire en d'autres) pour réaliser l'adéquation offre/demandes en eau (aménagements, transferts, dessalement, réutilisation, économies d'eau, etc.) aurait une grande utilité comparative et serait très instructif.

Jusqu'à un certain point, les situations et les solutions pratiquées dans les pays ou les provinces où le degré de raréfaction des disponibilités en eau naturelles est le plus avancé sont représentatives de l'avenir pour les pays en état moins critique actuellement. Aussi l'expérience des premiers peut être

éclairante pour les autres. Cette mise en commun d'informations et d'expérience pourrait prendre la forme d'un «macro-système expert» rassemblant des données techniques et économiques sur les opérations analysées, et utilisable dans les modélisations offre/demandes envisagées plus haut.

- Il convient d'élargir la planification des seuls aménagements de maîtrise de l'eau et des équipements d'exploitation et d'approvisionnement en eau, à laquelle s'en tiennent encore trop souvent les «plans directeurs» (dont la dénomination de «planification des ressources» est d'ailleurs révélatrice d'une optique unilatérale) à la planification de l'économie de l'eau dans son ensemble, donc y compris les utilisations et les demandes. Cette planification ne doit pas se limiter au plan conceptuel de l'élaboration de projets coordonnés, mais s'étendre à leur mise en oeuvre, par des moyens pouvant marier des doses variées d'interventions dirigistes ou incitatives de la puissance publique, de jeu des mécanismes de marché, sous diverses contraintes, et de responsabilisation des usagers, en fonction à la fois de la politique socio-économique de chaque pays et des nécessités spécifiques à la gestion des ressources en eau «bien commun», inséparable de la gestion du milieu naturel et de la politique d'environnement.
- Dans les politiques d'allocation de ressource en eau limitée la question se pose partout de la part à attribuer à l'agriculture, secteur le plus consommateur d'eau mais dont la production apporte le moins de valeur ajoutée. Cette question est inséparable du degré d'autosuffisance alimentaire visé par la politique socio-économique de chaque pays, et du niveau de subvention publique consenti à l'agriculture irriguée.

Quoi qu'il en soit, il sera de moins en moins possible dans une économie de l'eau viable de maintenir des prix ou tarifs de l'eau d'irrigation très inférieurs à son coût, ce qui n'incite pas aux efforts d'économie d'eau et d'amélioration d'efficacité, comme l'a souligné le rapport de la Banque Mondiale sur le Développement dans le monde en 1992 [131] :

Cesser de subventionner l'utilisation des ressources

Les subventions qui entraînent des dégradations de l'environnement en encourageant l'utilisation des ressources sont monnaie courante. Ce serait une bonne chose, tant du point de vue économique que du point de vue écologique, d'éliminer les subventions qui encouragent la consommation du charbon, de l'électricité, des pesticides et de l'eau d'irrigation. Ces réformes exigeront une grande volonté politique, car les subventions profitent généralement à des gens politiquement influents ou elles visent à atteindre des objectifs tels que l'autosuffisance alimentaire ou l'industrialisation rapide du pays.

Il peut paraître préférable, en tous cas, de soutenir la production agricole irriguée plutôt par d'autres moyens d'aide aux revenus des agriculteurs (subventions aux produits, politique fiscale...) que par la subvention du prix ou du coût de l'eau.

- Dans les cas où une partie des ressources en eau utilisée par l'agriculture correspond à des droits d'eau attribués et reconnus, liés ou non à la propriété privée ou collective du sol, et lorsque ces droits sont cessibles -autrement dit, qu'il y a un «marché de l'eau», à l'instar de la «Banque de l'eau» qui fonctionne en Californie, des achats de droits d'eau, à un prix assez élevé, à des agriculteurs pourraient constituer un moyen de diminuer la part des ressources allouée à l'agriculture sans utilisation très valorisante, tout en apportant à ceux-ci les moyens d'investir pour améliorer l'efficacité de l'irrigation, donc pour maintenir leur production et leur revenu en utilisant moins d'eau.
- Plus généralement le droit et la législation des eaux doivent être adaptés, en tant que de besoin, pour faciliter les interventions publiques réglementaires ou financières d'une part, le jeu du marché éventuel d'autre part.
- Enfin la mise en oeuvre des économies d'eau par les usagers doit être encouragée par la conjugaison à bon escient des assistances techniques, des incitations financières (mesures tarifaires) et des efforts d'éducation et d'information.

En conclusion, les «problèmes d'eau» de la région de l'OSS. ne sont pas uniformes : ils diffèrent en nature et en acuité.

Plusieurs pays de la Région comptent parmi les plus avancés dans le monde vers une nouvelle économie de l'eau et une gestion de la pénurie tendant vers une croissance 0 de l'utilisation des ressources naturelles et vers une déconnexion partielle croissante des utilisations d'eau par rapport à ces ressources.

En d'autres pays, le problème principal -commun à beaucoup de pays inter-tropicaux en développement- est lié non à la rareté des ressources naturelles, mais à celle des ressources que leur faible niveau de développement socio-économique leur donne les moyens d'exploiter. Une gestion commune des ressources exploitables et des demandes s'y impose aussi, en vue de minimiser les charges nécessaires pour assurer un minimum vital d'approvisionnement en eau -notamment en eau potable- à des populations croissantes, charges à répartir entre les usagers, les contribuables et d'éventuels bailleurs de fond extérieurs.

BIBLIOGRAPHIE

1. **ABATE Z.** (1992) - Planning a National Water Policy in Ethiopia. In «Country Experiences with Water Resources Management. Economic, Institutional, Technological and Environmental Issues» (Le MOIGNE G. & al. eds. - World Bank Technical Paper n° 175, 1992. Washington).
2. **ABDEL-RAHMAN I.H.** (1987) - Egypt. Blue Plan Scenarios. (Inédit, Feb. - March, p. 93 «Irrigation Water Balance» - Cairo).
3. **ABU-ZEID M.** (1991) - Water Strategies of Egypt. (AIRE/IWRA, VIIth World Congr. Wat. Res., Rabat May, Sess. 5 p. N° 1).
4. **ABOU-ZEID M.** (1991) - Water Resources Assessment for Egypt. (Rep. VIIe Congrès mondial des Ressources en eau, Rabat, 1991). Edité in «Sustainable Water Resources Management in Arid Countries: Middle East and Northern Africa/Gestion durable des ressources en eau dans les régions arides : Moyen Orient et Nord de l'Afrique». (Canadian Journal of Development Studies. Special Issue 1992, pp. 173-194. Ottawa).
5. **ABU-ZEID M.A., RADY M.A.** (1992) - Water Resources Management and Policies in Egypt. In «Country Experiences with Water Resources Management. Economic, Institutional, Technological and Environmental Issues» (Le MOIGNE G. & al. eds. World Bank Technical Paper n° 175, 1992 - Washington).
6. **ACSAD-BRGM** (1982) - Banque d'informations sur les ressources en eau des pays arabes. (Projet réalisé en coopération, rapport ACSAD/HS/R-22 et BRGM 82 AGE 022, 142 p. + lexiques et annexes. Damas, Orléans).
7. **ALAINAYE DJOGROMEL J.** (1992) - Contribution de la République du Tchad (Conf. internationale sur l'eau et l'environnement, Dublin, 26-31 janv. - Country paper - 12 p.).
8. **ALAM M.** (1989) - Water Resources of the Middle East and North Africa, with Particular Reference to Deep Artesian Ground Water Resources of the Area (Water International, 14 p. 122-127, IWRA, USA).
9. **ALLAN J.A.** (1989) - Water Resources Evaluation and Development in Libya. (Libyan Studies. n° 20 pp. 235-42).
10. **ALLAN J.A., HOWELL P.P.,** eds (1990) - The Nile, resource evaluation, resource monitoring, hydro politics and legal issues (London, SOAS).
11. **AMER H.** (1992) - Egypt's experience in the field of Reuse of Agriculture. Drainage Water in «Gestion de la demande en eau dans les pays méditerranéens». (Colloque Institut méditerranéen de l'eau, 3-5 déc., Stes Maries de la Mer, pp. 224-225).
12. **ARRUS R., GARADI A.** (1991a) - Eau, aménagement du territoire et développement. MADH2O : un Modèle Automatisé de Demande en EAU. (VIIè Congrès Mondial des Ressources en Eau. Thème : Défi de l'eau en Afrique dans la perspective du 21ème siècle, Rabat).
13. **ARRUS R., GARADI A.** (1991b) - An Intelligent System of Computer-Aided Long-term Water Demand Forecasting. Application to Algeria. (Proceedings of the Second International Conference, Volume 3 : Computer Aided Engineering in Water Resources. Computational Mechanics Publications. Southampton Boston. Version en français : Un système intelligent d'aide à la prévision de la demande en eau à long terme. Application à l'Algérie. Les Cahiers du CRISS-RR90-001, Grenoble).
14. **AWADALA R.M., SHALABY A.M.M.** (1990) - The National Report of the Arab Republic of Egypt. (Sem. rég. «Stratégies de gestion des eaux dans les pays méditerranéens, horizon 2010». Alger, 28-30 mai 1990, CCE/Gouvern. algérien/CEFIGRE, 10 p.).
15. **AYEB H.** (1990) - La nécessaire révolution hydraulique en Egypte. (Revue Tiers Monde, n° 121 January-March).
16. **BALEK J.** (1977) Hydrology and Water Resources in tropical Africa (Elsevier Scient. Publ. C°, Amsterdam).
17. **BANNAGA I.Y.** (1978) - Water Resources of the Sudan. (ACSAD, 1st Arab Sympos. on Water Resources, Damas 18-23 nov., II, Water Legislation, Publ. 1980, Damas).
18. **BENBLIDIA M.** (1990) - Synthèse des rapports nationaux, Rapport général (Séminaire stratégies de gestion des eaux dans les pays méditerranéens, horizon 2010, Alger Mai, CCE/Gouvern. algér./CEFIGRE. pp. 6-23).
19. **BENBLIDIA M.** (1991) - Les utilisations de l'eau. Présent, futur. Conflits sectoriels -conflits régionaux. (Communic. réunion «Maghreb». Rabat, Mai-inédit).

20. **BENBLIDIA M., SALEM A.** (1992) - Gestion de la demande en eau à long terme (Algérie), in «Gestion de la demande en eau dans les pays méditerranéens». (Colloque Institut méditerranéen de l'eau, 3-5 déc., Saintes-Maries de la Mer, pp. 60-70).
21. **BONFILS M.** (1987) - Halte à la désertification au Sahel (Karthala/CTA, 269 p. - Paris, Wageningen).
22. **BOUTAYEB N.** (1990) - Rapport sur l'expérience du Maroc (Séminaire stratégies de gestion des eaux dans les pays méditerranéens, horizon 2010, Alger Mai, CCE/Gouvern. alger./CEFIGRE. 13p.).
23. **CHRIF B.O.** (1992) - Gestion de la demande en eau d'irrigation. Aperçu sur l'expérience marocaine. in «Gestion de la demande en eau dans les pays méditerranéens». (Colloque Institut méditerranéen de l'eau, 3-5 déc., Saintes-Maries de la Mer, pp. 199- 201). 23bisDEMAREE G.R. (1990) - An indication of an abrupt climatic change as seen from the rainfall data of a mauritanian station (in «Greenhouse effect, Sea Level and Drought», R. PAEPE & al. eds., pp. 369-381, Kluwer Acad. Publ., Dordrecht, London).
24. **EL AMAMI S.** (1983) - Une nouvelle conception des aménagements hydrauliques en Tunisie (Impact, Science et Société, UNESCO - N° 1. «La gestion de nos ressources en eau douce», pp. 61-70 - Paris).
25. **EL-GINDY S.** (1985) - Egypt: Reuse of drainage water in irrigation. (Proceed. interreg. Seminar «Non conventional water resources use in developing countries». Willemstad, Curacao, Netherlands Antille. Publ. UN. Natur. Res./Water Series n° 22, pp. 504-510, 1987 New-York).
26. **EL-KADY M.** (1988) - Egypt: Future Prosperity and Worry of Water Shortage or Drought (AIRE/IWRA, 11th World Congr. Wat. Res. Ottawa, May-June, Vol. IV, pp. 643-663).
27. **ELWAN H.S., EL KASSABGY A.** (1992) - Water resources planning in Egypt and its institutional framework (Hydrotop 92, Colloq. «La ville et l'eau», 8-10 Av., Marseille, 8- 10 Av., Vol. 2, pp. 510-523).
28. **FAHMY S.H.** (1985) - Egypt Water Master Plan - Institutional Building for decision making (AIRE/IWRA, 11th World Congr. Wat. Res. Bruxelles Juin, pap. N° 195, 10 p.).
29. **FALKENMARK M.** (1986) - Fresh water - Time for a modified approach (Ambio, vol. 15, n° 4, pp. 192-200, Stockholm).
30. **FALKENMARK M.** (1987) - Water-related constraints to African development in the next few decades (IAHS Publication 164, pp. 439-453).
31. **FALKENMARK M.** (1989) - Water, not land - long term obstacle to food production in Africa (Food and Natural Resources. Pimentel and Hall, C.W. eds. Academic Press).
32. **FALKENMARK M.** (1989) - The Massive Water Scarcity Now Threatening Africa -Why isn't Being Addressed ? (Ambio, Vol. 18, n° 2, pp. 112-118, Stockholm).
33. **FALKENMARK M.** (1992) - Water Scarcity and Population Growth: a Spiralling Risk (Ecodécision, sept. pp. 21-23).
34. **FERNANDOPULLE** (1983) - Groundwater resource of the Gambia. Preliminary
35. **GAMACHU D.** (1977) - Aspects of climate and water budget in Ethiopia (Addis Ababa University Press, Technic. Monogr. - Addis-Ababa).
36. **GARADI A.** (1992) - Prospective des besoins en eau et anticipation de la demande, de la théorie à la modélisation. Application à l'Algérie (Thèse doct. Univ. Pierre Mendès-France, Grenoble, Déc. 359 p.).
37. **GIRI J.** (1983) - Le Sahel demain, catastrophe ou renaissance ? (Karthala, 329 p. Paris).
38. **HADDADIN M.** (1989) - Strategic significance of water in the Arab countries (Conference on water resources in the Arab countries, and its strategic importance, 2-4 April, Jordan University, Amman).
39. **HADJI T., ZEGHLACHE S.** (1992) - Rapport national d'Algérie (CCE/Gouvern. italien, 2è conférence méditerranéenne de l'eau, Rome, 28-30 Oct., 14 p.).
40. **HASSANE A.** (1992) - Perspectives d'exploitation des eaux souterraines du bassin du Niger. Recherche d'une adéquation entre ressources et besoins en eau (Desert Research Center/Observatoire du Sahara et du Sahel. Atelier de lancement du projet «Aquifères des grands bassins». Le Caire, 22-25 nov. 21 p.).
41. **HEFNY K., FARID M.S.M.** (1987) - Groundwater Economics in Egypt. («Groundwater Economics», Proceed. U.N. Intern. Sympos. and Workshop, Barcelona, Oct., CUSTODIO E. & GURGUI A. eds., 1989, Ed. Elsevier 625 p.).
42. **OSS/HIMIDA I.H** (1992) - Overview of the development and utilization of Nubian artesian Basin. North-East Africa (Observatoire du Sahara et du Sahel. Atelier de lancement du projet «Aquifères des grands bassin».

- Le Caire, 22-25 nov. 14 p.). 42 bis HUBERT P., CARBONNEL J.P. (1993) - Segmentation des séries annuelles de débits de grands fleuves africains (Bull. liaison C.I.E.H., n°92, Av., pp. 3-10, Ouagadougou).
43. **JELLALI M.** (1992) - La problématique de l'eau au Maroc (Doc. Administ. Hydraulique/Minist. Travaux Publics, Maroc - Mars 14 p.)
 44. **JELLALI M.** (1992) - La problématique de l'économie de l'eau au Maroc (The World Bank Group/Institut Méditerranéen de l'eau, Water Management issues, Washington 20 Av., 14 p.).
 45. **JOHNSON J.H.** (1978) - A conceptual review of Somalia's groundwater resources (F.A.O., 41.562.78.W, 33 p. Rome).
 46. **KABANDA B.K.** (1975) - Uganda Water Resources potential and its exploitation («Water human needs», 2è World Congr. Water Resources New-Delhi. Proceed. Vol. 3, pp. 101-103, publ. Intern. Wat. Res. Assoc. New-Delhi).
 47. **KHOURI J., RASOUL AGHA W. and DROUBI A.** (1986) - Water resources in the Arab region: a prospective study (Symposium on Water Resources and their Use in the Arab Region, 17-20 February, Kuwait, pp. 575-634).
 48. **KHOURI J., DROUBI A.** (1988) - Hydrogeological map of the Arab region and adjacent areas (ACSAD-UNESCO, Damascus, 2 sheets).
 49. **KHOURI J.** (1990) - Arab Water Security: a regional Strategy, Horizon 2030 (Sémin. Stratégies de gestion des eaux dans les pays méditerranéens, horizon 2010, Alger Mai, CCE/Gouvern. alger./CEFIGRE, 68 p.).
 50. **KHOURI J., DROUBI A.** (1990) - Water resources of the Arab region (ACSAD/H.S/R 68, Damascus, 17 p.).
 51. **KHOURI N.** (1991) - Wastewater Reuse Implementation in Selected Countries of the Middle East and North Africa (IWRA, VIIe Congr. mond. des ressources en eau, Rabat, ed. in «Sustainable Water Resources Management in Arid countries», Canadian journal of Development Studies, Special issue, 1992, pp. 131-144, Ottawa).
 52. **KNOTT D., HEWETT R.G.M.** (1990) - Future Water Development in Sudan, (in ALLAN and HOWELL, Ref. 10, pp. 93-105).
 53. **LAHLOU O.** (1989) - Maroc : L'eau, puissant facteur de développent (La vie industrielle et agricole, C.R. GREDOS, 25-28 janv. 1989, pp. 11-14).
 54. **LAROUCSI CH.** (1985) - La gestion des ressources en eau en Tunisie (IWRA/AIRE, Vth World Congr. on Wat. Resources, Brussels, June, Pap. n° 221, pp. 1307-1315).
 55. **L'VOVICH M.I.** (1974) - World water resources and their future (Mysl' P.H. Moscow, Engl. Transl. 1979, AGU, Washington).
 56. **MARGAT J.** (1981) - Gestion des ressources en eau souterraine par aménagement de source. Sélection d'exemples dans les pays arabes (2ème Symposium sur les ressources en eau dans les pays arabes/ACSAD, Rabat, Sept. Publ. ACSAD 1982, Damas).
 57. **MARGAT J.** (1991) - Ressources en eau des pays africains. Utilisations et problèmes (IWRA/AIRE, VIIe Congr. mond. Ress. eau, Rabat, mai - 21 p.) édité in «Sustainable Water Resources Management in Arid Countries: Middle East and Northern Africa/Gestion durable des ressources en eau dans les régions arides: Moyen Orient et Nord de l'Afrique» (Canadian Journal of Development Studies Special Issue 1992. pp. 81-102, Ottawa).
 58. **MARGAT J.** (1991) - Prospective des besoins et des ressources en eau des pays africains riverains de la Méditerranée. Contribution du Plan Bleu (VIIè Congrès mondial des ressources en eau, Assoc. intern. Ressources en eau, Rabat, 13-18 mai, 11 p.).
 59. **MARGAT J.** (1992) - Problèmes spécifiques aux nappes souterraines transfrontières (PNUE/Office inter. de l'eau CEFIGRE, Atelier sur la «Gestion environnementale des bassins internationaux», Sophia-Antipolis, 28-30 Av., 5 p.).
 60. **MARGAT J.** (1992) - L'eau dans le bassin méditerranéen. Situation et prospective (Economica, Fasc. du Plan Bleu 6, 196 p., Paris).
 61. **OSS/MARGAT J.** (1992) - Quelles ressources en eau les grands réservoirs aquifères offrent-ils ? Evaluation et stratégie d'exploitation (Observatoire du Sahara et du Sahel. Atelier de lancement du projet «Aquifères des grands bassins». Le Caire, 22-25 nov.).
 62. **MARGAT J., ZEBIDI H.** (1991) - Evaluation des ressources en eau. Pour des statistiques internationales

fiables et cohérentes (VIIe Congrès mondial des ressources en eau, Assoc. intern. Ress. Eau, Rabat, 13-18 Mai, 7 p.).

63. **OSS/MOCHAR OULD MOHAMADEN FALL M.** (1992) - Les bassins sédimentaires de la Mauritanie. D'un aperçu hydrogéologique aux difficultés de l'évaluation de leur réserve en eau (Observatoire du Sahara et du Sahel. Atelier de lancement du projet «Aquifères des grands bassins». Le Caire, 22-25 Nov.).
64. **MOULAYE A.** (1979) - L'eau, possibilités et limites en matière de développement rural (Cent. interafr. ét. hydraul./Cent. form. intern. gest. res. eau., Sémin. Polit. eau agric. élev. zones aride et semi-aride - Fév. Niamey).
65. **MULLER W.M.** (1983) - Les ressources en eau de la République de Djibouti. Possibilités et limites du développement régional (Actes colloque UNESCO - Com. nat. RFA/PHI, Eaux sout. planific. ress. eau, Coblenz, Août-Sept., vol. I, pp.437-444, Coblenz).
- 65bis **OLIVRY J.C.** (1993) - Evolution récente des régimes hydrologiques en Afrique intertropicale («L'eau, la terre et les hommes», Hommage à René Frécaut, Presses Universitaires de Nancy, pp. 181-190, Nancy).
66. **OMINDE S.H** (1981) - Population and Resource Crisis : A. Kenyan Case Study (Geojournal 5-6, pp. 539-556, Wiesbaden).
67. **OMINO J.H** (1983) - Planification physique des ressources en eau au Kenya (Rapp. Inéd. VIIIè Sess. Cons. Scient. CEFIGRE, Juin, Sophia-antipolis, 27 p.)
68. **ONGWENY G.S** (1979) - Problems of Water and soil conservation in Kenya (IIIè World Congr. Wat. Res., IWRA, Mexico, T. 3, p. 1 225-1 233).
69. **ONIANGO OGEMBO V.** (1980) - Bilan hydrologique et utilisation des ressources en eau du Kenya (en russe) (Izvestia Akad. Nauk SSSR, Ser. Geogr. N°1, pp. 90-105, Moscou).
70. **OSS/PALLAS Ph** (1992) - Performances et limites des méthodes d'évaluation des ressources en eau souterraine non renouvelables. Cas des grands bassins d'Afrique du Nord (Observatoire du Sahara et du Sahel. Atelier de lancement du projet « Aquifères des grands bassins ». Le Caire, 22-25 nov.).
71. **PERENNES J.J** (1988) - La politique hydro-agricole de l'Algérie (Monde arabe - Maghreb - Machrek, 111 janvier-mars p. 57-76. Doc. Fr. Paris), d'après des données de l'INRH, Alger.
72. **PERENNES J.J** (1988) - La politique de l'eau en Tunisie (Monde arabe - Maghreb - Machrek, n°120, 2è trimestre, Doc. Fr. pp. 23-41 - Paris)
- 72bis **PERENNES J.J** (1993) - L'eau et les hommes au Maghreb (Karthala, 646 p. Paris).
73. **SAID R.** (1993) - The River Nile - Geology, Hydrology and Utilization (Pergamon Press, 320 p. Oxford).
74. **SALEM A.** (1990) - Rapport national de l'Algérie (Séminaire stratégies de gestion des eaux dans les pays méditerranéens, horizon 2010, Alger mai, CCE/Gouvern. Alger/CEFIGRE. 29p. + annexes)
75. **SALEM O.M** (1991) - Drinking Water Demand Vs. Limitation of Supply (1990-2025). (Secret. Of Agric. Reclam. And Land Develop., General Water Authority, april 22 p. inédit).
76. **SALEM O.M** (1992) - The Great Manmade River Project. A partial solution to Libya's future water supply (Water Resources Development, 8, n° 4 - Dec. Pp. 270-278. Oxford)
77. **OSS/SALEM O.M** (1992) - Hydrogeology of the Major Groundwater Basins of Libya (Observatoire du Sahara et du Sahel. Atelier de lancement du projet « Aquifères des grands bassins ». Le Caire, 22-25 nov. 15 p.)
78. **SCHLIEPHAKE K.** (1992) - La recherche de l'autosuffisance : la grande rivière artificielle en Libye (Economie du Monde arabe et musulman, mars, Ed. EMAM, pp. 42-60 - Paris)
79. **SCHNEIDER J.L** (1990) - Carte géologique et cartes hydrogéologiques à 1/1 500 000 de la République du Tchad. Mémoire explicatif (Doc. BRGM, Orléans)
80. **SHAHIN M.M.A** (1983) - The African Water Problem and a proposal for its long-term solution (Internat. Journ. For develop. Technol., vol. 1, pp. 317-327, Publ. Internat. Cent. For technical research)
81. **SHAHIN M.M.A** (1988) - Availability of Surface Water Resources for Agricultural development in the Sudan (IWRA Vith World Congr. On Water Resources, may-june, Ottawa II, pp. 539-548)
82. **SHAHIN Mamdouh** (1989) - Review and Assessment of Water Resources in the Arab Region (Water International, 14 pp. 206-219, IWRA, USA)
83. **SMITH S.E & AL-RAWAHY H.M** (1990) - The Blue Nile : potential for conflict and alternatives for meeting

future demands (Water International, 15, pp. 217-222 - IWRA, USA)

84. **SYLLA M.** (1992) - Examining Senegal's Development Objectives and Strategies for the Senegal River Basin. In « country experiences with water resources management. Economic, institutional, technological and environmental issues » (Le MOIGNE G. & al. Eds. World Bank Technical Paper n° 175, 1992 - Washington)
85. **OSS/TERAP M.M, KAIBANA BW** (1992) - Ressources en eau souterraine du Tchad (Observatoire du Sahara et du Sahel. Atelier de lancement du projet « Aquifères des grands bassins » - le Caire, 22-25 nov.)
86. **TOUPET CH.** (1983) - l'eau et l'espace au Sahel. L'exemple de la Mauritanie (Rev. Géogr. De Lyon 3. pp. 277-285)
87. **TOUPET CH.** (1984) - la sécheresse, in « Pays du Sahel » (collectif, VERNET J. éd, Ed. Autrement, Série monde HS n° 72, pp. 93-101, Paris)
88. **WHITTINGTON D., GUARISO G.** (1987) - Implications of Ethiopian Water Development for Egypt and Sudan (Inter. Journal of Water Resources Development, Vol . 3, n° 2, p.133)
89. **WHITTINGTON D., Mc CLELLAND E.** (1993) - Opportunities for Regional and International Cooperation in the Nile Basin. In « Country Experiences with Water Resources Management. Economic, Institutional, Technological and Environmental Issues » (Le MOIGNE G & al.eds. Word Bank Technical Paper n° 175, 1992- Washington).
90. **ZAKI ELSAYED ALI A.** (1992) - Irrigation Water Management in Sudan. In « Country Experiences with Water Resources Management. Economic, Institutional, Technological and Environmental Issues » (Le MOIGNE G & al. eds. Word Bank Technical Paper n° 175, 1992- Washington).
91. **ZEBIDI H.** (1986) - Bilan des ressources en eau de la Tunisie, 1985 (Doc. Minist. Agriculture/Dir.Ress.eau, Décembre, Tunis)
92. **COLLECTIF/Dir .Et. Hydraul.** (1986) - Synthèse des études hydrauliques : étude des ressources en eau en 1983. (Rapp. Inéd. Minist. Hydraulique/Dir. Et Hydraul., Sept. n° 09-83-HG-DEH, Dakar. Doc. Présenté 2ème Conf. Experts projet OUA Carte hydrogéologique internat. Afrique, AAC, Dakar, Déc. 1983)
93. **COLLECTIF** (1986) - Proceed. of the symposium on Water Resources and their Utilization in the Arab World, Kuwait, 17-20 Feb., en arabe - sauf Bahrain en anglais-, ACSAD.
94. **COLLECTIF** (1986) - The major regional projet on rational utilization and conservation of water resources in the rural areas of the Arab states with emphasis on the traditional Water System (UNESCO - ROSTAS - et ACSAD, 370 p., Paris).
95. **COLLECTIF** (1988) - Transnational project on the major regional aquifer in North-East Africa (Proceed. of Project Workshop held in Khartoum, Sudan, 12-14 Dec. 1987. UN/DTCD, 64 p,New-York)
96. **COLLECTIF** (1990) - Actes du Séminaires Stratégies de gestion des eaux dans les pays méditerranéens. Alger, Mai (CCE/Gouvern. Algérie/ CEFIGRE).
97. **COLLECTIF** (1988, 1993) - Water Resources Assessment in the Arab Region. (UNESCO - ROSTAS/ The Arab Center for the Studies of Arid zones & Dry lands - ACSAD/Intern. Inst. Hydraulic and Environmental Engineering - IIHEE, Delft. Arabic ed.1988, English ed. 1993, 396 p).
98. **COLLECTIF** (1992) - Gestion de la demande en eau dans les pays méditerranéens (Colloque Institut méditerranéen de l'eau, 3-5 déc., Saintes-Maries de la Mer Communic. Sur : Algérie, Maroc, Tunisie, Egypte.
99. **COLLECTIF** (1992) - Water Resources Situation in the Arab Region. In arabic (Proceed.ALESCO meeting, Cairo).
100. **ANONYME** (1976) - Etude préliminaire sur le bilan des ressources en eau des pays sahéliens de l'Afrique de l'Ouest et sur leurs possibilités d'utilisation (Minist. Coop. Fr., Paris).
101. **ANONYME/SCET International** (1976) - Un plan pour le développement des eaux au Sahel (Mauritanie, Sénégal, Mali, Haute-Volta, Niger, Tchad). (Bull. Afrique noire, n° 866, MAI).
102. **ANONYME/CIEH** (1976) - Cartes de planification des ressources en eau souterraine des états membres du CIEH de l'Afrique soudano-sahélienne. Notice explicative (Com. Interfr. Et. Hydraulique, série Hydrogéologie (FAC/BRGM - Ouagadougou
103. **ANONYME/ECA** (1977) - Economic Commission for Africa. Régional Report Wat. Develop. And Management (Proc. UN Water Conf. Mar-del-Plata. Rapport adopté par la réunion régionale africaine sur les ressources en eau, Addis-Abeba, 20-24 sept. 1976)

104. **ANONYME** (1977) - Water use in irrigated agriculture, Democratic Republic of Somalia - A country brief (FAO, 38 811 - 77 - W, 66p, Rome)
105. **ANONYME** (1977) - Water resources of the Somali Democratic Republic (UN Wat. Conf. Mar-del-Plata, E/CONF. 70/TP38, oct. 1976, March 6p)
106. **ANONYME** (1979) - Kenya : National Master Water Plan - Stage 1 (Ministry of Water Development, Tippets-Abbet-Mc Cathy-Stratton, June, New-York-Nairobi)
107. **ANONYME/ICID** (1981) - In irrigation and drainage in the world. A global review : Ethiopia, pp 371-375, Kenya, pp. 777-788, Mali, pp 879-888, Uganda, pp 1398-1403 (ICID, 3rd ed., vol. II, New-Delhi)
108. **ANONYME/SOGREAH, BRGM** (1981) - Etude du plan de développement de l'utilisation des ressources en eau du Niger - 1ère phase, analyse de la situation actuelle. T1 - Rapport de synthèse (Minist. Du plan, Rapport 310301 R2, Nov.)
109. **ANONYME** (1982) - Ground Water in the Eastern Mediterranean and Western Asia (UN/DTCD, Nat. Res./Water series n°9, ST/ESA/112, New-York)
110. **ANONYME** (1983) - Sénégal, in « irrigation and drainage in the world. A global review » (ICID, 3rd ed. vol. III, pp. 1190-1213, New-Delhi)
111. **ANONYME/FAO/UNEP/IIASA** (1983) - Potential Population Supporting Capacities of Lands in the Developing World (Land resources for population of the future. FAO Technical Report of Project. FPA/INT/513, Rome)
112. **ANONYME/NU** (1983) - Actualisation de l'étude des ressources en eau du Sahara septentrional (Rapport final du projet PNUD RAB/80/011. Ressources en eau dans les pays de l'Afrique du Nord, Juil., 490p. New-York)
113. **ANONYME/SCET** Inter, SCET Agri, SEDES (1984) - Une image à long terme de l'Afrique au Sud du Sahara. (Comm. Commun. Europ./CDC, SCET inter, SCET Agri, SEDES, Paris)
114. **ANONYME/PNUD** (1984) - Schéma national d'aménagement du territoire. Version préliminaire (Rép. Du Sénégal, Direction de l'Aménagement du territoire / NU, PNUD)
115. **ANONYME/FAO** (1987) - Irrigation and water resources potential for Africa (Rep. FAO, AGL/MISC/II/87, Rome, 127p. + planches)
116. **ANONYME/WHO** (1987) - World water, the international drinking water supply and sanitation decade directory (WHO, 3rd edn., Thomas Telford Ltd., London)
117. **ANONYME** (1987) - Les eaux souterraines de l'Afrique septentrionale et occidentale (UN-DTCD, Ressources naturelles/série eau n°18, New-York).
118. **ANONYME** (1988) - Les eaux souterraines de l'Afrique orientale, centrale et australe (UN - DTCD, Ressources naturelles / Série Eau n° 19, New-York)
119. **ANONYME** (1989) - Schéma directeur de mise en valeur des ressources en eau du Mali (Doc. Rép. du Mali et PNUD/DCTD, Projet MLI/84/005, Déc)
120. **ANONYME** (1989) - The great man-made river project (Management and implementation authority of the great Man-made River Project, Soc. People Libyan Arab Jamahiriya, 25 p. Tripoli)
121. **ANONYME** (1989) - Transnational Project on the Major Regional Aquifer in North-East Africa, Egypt and Sudan. Technic. Rep. « Hydrogeology and economic potential of the Nubian Sandstone Aquifer (UN/DTCD, DP/UN/RAB 6 82 - 013/2, 97 p., New-York)
122. **ANONYME/DGRE** (1990) - Stratégie pour le développement des ressources en eau de la Tunisie au cours de la décennie 1991-2000 (Minist. Agric./Dir. Gén. des Ressources en Eau, Sept., 31p. + annexe, Tunis)
123. **ANONYME/PNUD** (1990) - Synthèse hydrogéologique du Mali (Rép. du Mali/PNUD-DTCD, Rapport du projet MLI/84/005, Sept.
124. **ANONYME** (1990) - Planification, mise en valeur et gestion des ressources en eau souterraine en milieu rural/Niger (Doc. Rep. du Niger et PNUD/DCTD, Projet NER/86/001. Mars)
125. **ANONYME** (1992) - Water and the Environment - Ethiopia (Conf. Internationale sur l'eau et l'environnement, Dublin, 26-31 janv. - Country paper - 13p)
126. **ANONYME** (1992) - Guinea-Bissau Water an Sanitation Master Plan. (Conf. Internationale sur l'eau et l'environnement, Dublin, 26-31 janv. - Country paper - 5p.)

127. **ANONYME** (1992) - Rapport du Sénégal (Conf. Internationale sur l'eau et l'environnement, Dublin, 26-31 janv. - Country paper, 14p)
128. **ANONYME** (1992) - Développement des ressources en eau - Rapport national du Maroc (Conf. Internationale sur l'eau et l'environnement, Dublin, 26-31 janvier - Country paper - 19p.)
129. **ANONYME** (1992) - Water Resources and the Environment in Sudan (Conf. Internationale sur l'eau et l'environnement, Dublin, 26-31 janvier - Country paper - 38 + 27p)
130. **ANONYME/WORLD RESOURCES INSTITUTE** (1992) - World resources 1992-1993, Part II, 8 Freshwater & table 22.1 (World Resources Institute / Intern. Inst. For Environment and Development, Washington)
131. **ANONYME** (1992) - Rapport sur le développement dans le monde 1992. Le développement et l'environnement (BIRD/Banque Mondiale, 299p., Washington)
132. **ANONYME/ANPE** (1992) - Tunisie. Rapport national pour la CNUED 1992 (Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire, Agence Nationale de la Protection de l'Environnement, 103 p. + Annexes, Tunis).
133. **ANONYME/MINISTERE DE L'AGRICULTURE** (1992) - Rapport national de Tunisie (CCD/Gouvern. Italien, 2e conférence méditerranéenne de l'eau, Rome, 28-30 Octobre, 15p)
134. **ANONYME** (1992 - Egypt's National Report (Ministry of irrig.) (CCD/Gouvern. Italien, 2e conférence méditerranéenne de l'eau, Rome, 28-30 Octobre, 13 p.)
135. **ANONYME** (1992) - Rapport national du Maroc (CCE/Gouvernm. italien, 2e conférence méditerranéenne de l'eau, Rome, 28-30 Oct).
136. **ANONYME** (1993) - Schéma directeur de mise en valeur et de gestion des ressources en eau (République du Niger, Ministère de l'hydraulique et de l'environnement, Sept, 105p + annexes - Niamey).

Complément bibliographique par rapport à la 1ère édition (1995)

137. **ANONYME/FAO** (1993) - La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture 1993/Politiques de l'eau et agriculture (FAO, Rapport annuel, coll.agriculture, n°26, 306 p., Rome).
138. **ABDELSALAM A.** (1991) Sedimentation in Sudan multipurpose reservoirs (International Publ. Hydraulic Research Station-Sudan)
139. **ALOUINI A.** (1999). Long run Agriculture Water Strategy in Tunisia (MENA Reg. Water for Food and Rural Development, Bari, May)
140. **AMER M.H** (1999) - Egypt's water vision for the 21st century (World Water Council/GWP, World Water Vision - Water for food, contribution of experts, Bari, 27-29 may. Ministry of Public works and Water Resources, Egypt. 31 p.)
141. **ATTIA, F.A.R** (1993) Environmentally sound management of Egypt Groundwater Resources. (Symp. Techniques of Groundwater Management in the Arab Region, 20-23 December, 1993)
142. **ATTIA B.B.** (1998) A framework for the development of Egypt's national water policy. Le Caire, FAO, Proceed. of second expert consultation on national water policy reform in the Near East, Beirut, 9-10.12.1996. Appendix 8, pp 49-67
143. **AYEB H.** (1998). L'eau et les politiques d'aménagement du territoire en Egypte. Paris, Monde Arabe Maghreb Machrek n° 162 octobre-décembre pp. 69-83
144. **AYEB H.** (2000) L'Egypte : eaux, agriculture et territoire (Revue de l'économie méridionale, v. 48, 3/2000, n° 191 - pp. 283-301 Montpellier)
145. **BACHA M.** (2000). Le secteur de l'eau en Tunisie, 2000-2030. (Académie de l'eau/Institut du Monde Arabe, conf. l'Eau et le Monde Arabe, 25 mai 2000, 25 p.
146. **BERKOFF J.** (1994) A. strategy for managing water in the Middle East and North Africa, Washington, DC : World Bank
147. **BRICQUET J.P.** (1997) - Evolution récente des ressources en eau de l'Afrique atlantique (revue des sciences de l'eau, 3, pp, 321-337).
148. **BUKAR M.** (1999) Water resources management strategy development in Nigeria. Paper presented at the

African water resources management policy conference, 26-28, Nairobi-Kenya

149. **GOSGROVE W.J., RISBERMAN F.R.** (2000) World water vision (world water council/conseil mondial de l'eau - Earthscan Pub., 108 p., London)
150. **Djerrari, M., and J.G. anssens** (1999) The water utility partnership for capacity building in Africa . in G.J Alaerts, F.J.A. Hartvelt, and F.M Patorni. Eds., Water sector capacity building : concepts and instruments. Rotterdam : Balkema
151. **EL ASSWAD R.M.** (1995) Agricultural Prospects and Water Resources in Libya (Ambio. Vol. 24, n° 6 september. Pp. 324-327, Stockholm)
152. **ENNABLI M.** (2000) Analyse des stratégies et prospective de l'eau en Tunisie (Plan Bleu / CMDDD, Juin, 37 p. Tunis)
153. **FALL. AF.** (1999) Strategie de gestion intégrée des ressources en eau au Sénégal Paper presented at the African water resources management policy conference, 26-28 may, Nairobi-Kenya
154. **FAO** (1995) Irrigation in Africa in figures (FAO, Water Reports 7, 336p, Roma).
155. **FAO** (1997) Irrigation in the Near East Region in figures (FAO, Water Reports 9, 281p, Roma).
156. **FAO** (1997) Irrigation potential in Africa - A basin approach (FAO Land and Water Bulletin 4, 177p, Roma)
157. **GARCIA. L.E.** (1997) « Integrated Water Resources Management Strategy Paper . Inter-American Development Bank, Washington, D.C.
158. **HAMDANE A.** (1994) La gestion de l'eau en Tunisie - Ministère de l'Agriculture, DG Génie Rural. Rapport de synthèse, Tunis, 24p.
- 159 **HAMDANE A.** (1999) The Tunisia case study (The MENA/MED Water initiative, 2nd Reg. Seminar on Policy Reform in Water Resources Management, Amman, may 8-11, 13p.
160. **HIRJI. R., F-M. PATORNI, and D. RUBIN, eds .** (1996). Integrated Water Resources Management in Kenya. Proceedings of a World Bank seminar, 22-25 January, Nanyuki, Kenya
161. **HOWELL. P.P AND ALLAN, J.A** (eds). (1994). The Nile : sharing a scarce resource : a historical and technical review of water management and of economical and legal issues. (Cambridge University Press).
162. **HOWELL P. LOCK. M. AND COBB S.** (eds). (1988). The Jonglei Canal : Impact and opportunity (Cambridge University Press).
163. **IWMI** (International Water Management Institute). (2000). Water Supply and Demand in 2025, Colombo, Sri Lanka.
164. **JELLALI M.** (1995) - Développement des ressources en eau au Maroc. CIHEAM, Séminaire « aspects économiques de la gestion de l'eau dans le bassin méditerranéen », Marrakech, 17-19 mai 17 p.
165. **KAHANGIRE P.O & DRIBIDU E.M** (1995) - Rapid Assesment of Uganda's Water Resources and Demands. (Nile 2002 conf., Arusha (Tanzania), Feb., country paper).
166. **KERISEL J.** (2000) - le Nil : l'espoir et la colère. De la sagesse à la démesure (Presses de l'ENPC, 2000, Paris).
167. **KETTAB A.** (2001) Hydrotop 2001, colloque scient. et tech. 24-26 av. 2001, Marseille.L'eau en Algérie: Enjeux, stratégies, perspectives et vision.
168. **KHANFIR R.** (1996) Les perspectives de développement des ressources en eau en Tunisie. Symposium international de gestion de l'eau dans le bassin méditerranéen, Tunis, 13-14 mars, 18p
169. **LOUATI M.H & al.** (1999) Guide pratique de gestion de la sécheresse en Tunisie. Approche méthodologique (Ministère de l'Agriculture, Septembre, Tunis)
170. **MAHE G., OLIVRY J-C.** (1995) Variations des précipitations et des écoulements en Afrique de l'Ouest et centrale de 1951 à 1989 (Sécheresse, n°1, vol. 6, mars 1995, pp. 109-117, Paris.
171. **OSS/MAMOU A.** (1998) Développement des ressources en eau en Tunisie : situation actuelle et perspectives. Le Caire, FAO Proceed. of second expert consultation on national water policy reform in the Near East. Beirut 9-10-12, 1996 Appendix 10, pp. 151-182).
172. **MAMOU A., KASSAH A.** (2000) Les nouveaux défis de la gestion de l'eau en Tunisie (Revue de l'économie méridionale, V. 48, 3/2000, n° 191 pp. 303-317 Montpellier).
173. **OSS/MARGAT J.** (1995) Les ressources en eau des pays de l'OSS, Evaluation, utilisation et gestion (OSS,

UNESCO, mai, 80p, Paris).

174. **MARGAT J.** (1998) Les eaux souterraines dans le bassin méditerranéen. Ressources et utilisations (Ed. Plan Bleu et BRGM, Documents du BRGM, 282, 110p. Orléans).
175. **MARGAT J.** (1998) Sécheresses et ressources en eau en Méditerranée (Rapp. à la conférence sur la politique de l'eau en Méditerranée, Valencia (Espagne) 16-18 av., session « Gestion des sécheresses ». CR édités par le Réseau méditerranéen de l'eau, 43p., Madrid).
176. **MARGAT J.** (1999) Ressources en eau, sécheresses et risques de pénurie en Méditerranée (International Conference Euromed-Safe, Naples, 27-29 octobre 1999, 11p)
177. **MARGAT J. and D. VALLE,** 1999 - The mediterranean in figures. Water Resources and Uses in the Mediterranean countries. Figures and Facts. (Plan Bleu, 223p, Sophia Antipolis)
178. **MARGAT J. VALLE D.** (2000) Vision méditerranéenne sur l'eau, la population et l'environnement au XXIème siècle/Mediterranean Vision for Water, Populations and the Environment in the 21st Century (Plan Bleu MEDTAC, document pour le Forum mondial de la Haye, Global Water Partnership, Conseil Mondial de l'EAU. Sophia-Antipolis 62p)
179. **MINISTERE DE L'AGRICULTURE, TUNISIE** (1995) Economie d'eau 2000 (Groupement AHT/GKW/Coyne et Bellier/CNEA, Rapport final, septembre Tunis)
180. **MINISTERE DE L'EQUIPEMENT ET DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE,** Conférence nationale sur la nouvelle politique de l'eau, document de référence, volume II (ANEP, Alger, janvier 1995).
181. **MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE L'EAU DU BURKINA FASO** (1996) Politique et stratégies en matière d'eau (Nov, Ouagadougou)
182. **MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS, MAROC** (1997) Développement des ressources en eau du Maroc. 1er Forum mondial de l'eau. L'eau patrimoine de l'humanité, Marrakech, 25 mars 1997. 28p.
183. **NASSER EZZAT M.** (1994) Water resources development. Country report : Egypt. (The Nile 2002 Conference, Arusha, Tanzania).
184. **ONGLEY. E.D.** (1999) Water quality management : design, financing and sustainability considerations (African Water Resources Management Policy Conference, 26-28 May, Nairobi, Kenya)
185. **ORSTOM/L'HOTE Y. & MAHE G.** (1996) Afrique de l'Ouest et Centrale. Carte des précipitations moyennes annuelles (période 1951-1989). (ORSTOM, Carte couleur à 1/600 000, Paris).
186. **OSS, MARGAT J.** (1995) Ressources en eau communes des pays de la région de l'OSS - Bassins fluviaux et aquifères profonds transfrontières - Carte à 1/10 000 000 (Ed. OSS).
187. **PALLAS PH. & SALEM O.** (1999) Water resources utilisation and management of the Socialist People Arab Jamahiriya (Intern. Conf. « Regional aquifer systems in arid zones - Managing non-renewable resources », Tripoli, Nov. 65p UNESCO)
188. **RANGELEY. R. B.C THIAM. RA. ANDERSEN, and C.A. LYLE** (1994) International river basin organizations in sub-saharan Africa. World Bank Technical Paper 250 Washington, D.C.
189. **RASKIN P. et al.** (1997) Water futures : Assesment of long-range patterns and problems (SEI ed./Comprehensive assesment of the fresh water resources of the World, Stockholm 77p)
190. **ROGNON P.** (1996) Sécheresse et aridité : leur impact sur la désertification au Maghreb (Sécheresse, n°4, vol. 7, Déc. 1996, pp. 287-297, Paris).
191. **SALEM O.** (2001) La politique de l'eau en Libye (Hydrotop 2001, Colloque scientifique et technique 24-26 Av. 2001, Marseille).
192. **SALMAN S.M.A.** (1999) Water users' associations : regulatory framework for african practice (African Water Resources Management Policy Conference, 26-28 May, Nairobi, Kenya)
193. **SCHNEIDER J.L.** (1994) Le Tchad depuis 25 000 ans (Masson, Paris).
194. **SCHNEIDER J.L.** (2001) Carte de valorisation des eaux souterraines de la République du Tchad. (Ministère de l'Environnement et de l'Eau, carte à 1/500.000 N'djamena).
195. **SCHNEIDER J.L.** (2001) Géologie, Archéologie, Hydrogéologie (de la République du Tchad), (Ministère de l'Environnement et Eau, 2 vol, 1100p, N'djamena).
196. **SECKLER D. U. AMARASINGHE, D. MOLDEN, R. DE SILVA and R. BARKER** (1998) World water demand and supply, 1990 to 2025 : scenarios and issues . Research Report 19. International Water

Management Institute, Colombo, Sri Lanka

197. **SHIKLOMANOV. I.A.** (1998) World water resources : a new appraisal and assessment for the 21st Century. International Hydrological Programme report. Paris : United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization.
198. **SIRCOULON J.** (1992) Evolution des climats et des ressources en eau, in « L'environnement en Afrique » (Afrique contemporaine, n° 161 (spécial), 1er trimestre, Ed. La documentation française, pp.57-78, Paris)
199. **SISSAY, A.S** (1999) Water resources policy strategy/development in Ethiopia. (African Water Resources Management Policy conference, 26-28 may, Nairobi, Kenya).
200. **SPIDER INTERNATIONAL Ltd.** (1994) Water resources atlas of the Nile basin (Prepared for the Canadian International Development Agency)
201. **UNESCO** (1995) Discharge of selected rivers in Africa (Studies and reports in hydrology n°52, Paris)
202. **WARM** (Water Resources Management Study) 1998 « Ghana's Water Resources : Management challenges and opportunities » Ghana Ministry of works and housing, Accra
203. **ZWARTEVEEN M.** (1997). A plot of one's own : Gender relations and irrigated land allocation policies in Burkina Faso.
204. **COLLECTIF, BISWAS A.K & al.**(eds) (1993) Water for sustainable development in the twenty-first century (Oxford University Press, Delhi).
205. **COLLECTIF LEGOUPIL J.C et al.**(eds)(1999) Pour un développement durable de l'agriculture irriguée dans la zone soudano-sahélienne (Actes du séminaire, Dakar 30 nov-3 déc 1999, pôle régional de recherche sur les systèmes irrigués, PSI/CORAF).
206. **ANONYME** (1994) Water supply and demand in the Ethiopian Nile sub-basin (The Nile 2002 Conference. February 13-17, 1994 Arusha, Tanzania).
207. **ANONYME** (1994) Bilan-Diagnostic des ressources en eau du Sénégal (PNUD, Ministère de l'Hydraulique du Sénégal, Septembre, Dakar).
208. **ANONYME** (1994) State of the Environment report for Uganda.
209. **ANONYME/WWC** (1999) The Arab countries consultation on a Vision for water in the XXIst Century (World Water council, Marseille).

TABLE DES FIGURES

- Figure 1** Distribution des hauteurs d'écoulement potentiel moyen annuel local dans la région de l'OSS : géographie de la génération des ressources en eau renouvelables (apports).
- Figure 2** Pays de l'OSS classés suivant leurs ressources en eau renouvelables naturelles ou réelles par habitant (rapportées aux populations de 2000).
- Figure 3** Pays de la région de l'OSS classés suivant leurs ressources en eau renouvelables naturelles ou potentielles par habitant (rapportées aux populations projetées en 2025).
- Figure 4** Répartition des types de ressource en eau prédominants dans la région de l'OSS
- Figure 5** Productions et déperditions d'écoulement dans le bassin du Nil.
- Figure 6** Variation des débits moyens le long du cours du Niger.
- Figure 7** Principaux échanges d'eau transfrontières.
- Figure 8** Variation des apports annuels internes et externes de 1921 à 1985, dans quatre pays du Sahel
- Figure 9** Variations des ressources en eau naturelles internes et externes annuelles de 1921 à 1985 dans les sous régions d'Afrique du Nord et d'Afrique de l'Ouest
- Figure 10** Tendances de la demande en eau dans certains pays de l'OSS
- Figure 11** Pays de l'OSS classés suivant leurs demandes en eau actuelles (années 85-95) par habitant pour toutes utilis.
- Figure 12** Proportions des utilisations d'eau sectorielles actuelles dans les pays de l'OSS
- Figure 13** Pays de la région de l'OSS classés suivant l'indice d'exploitation actuel de leurs ressources en eau renouvelables naturelles ou réelles
- Figure 14** Proportions des sources d'approvisionnement en eau actuelles (1985-1990) des pays de l'OSS
- Figure 15** Evolutions au cours de la seconde moitié du XX^e siècle et projection 2025 des demandes totales en eau des pays d'Afrique Septentrionale.
- Figure 16** Croissances projetées des rapports demandes/ressources en eau renouvelables naturelles ou réelles en plusieurs pays de la région de l'OSS jusqu'en 2025.
- Figure 17** Projections des proportions des demandes en eau d'irrigation sur les demandes en eau totales en plusieurs pays
- Figure 18** Systèmes de ressources en eau communs à plusieurs pays dans la région de l'OSS

TABLE DES TABLEAUX

- Tableau 1** Ressources en eau naturelles renouvelables dans le monde (chiffrages arrondis)
- Tableau 2** Apports, déperditions et écoulement naturels dans les pays du bassin du NIL
- Tableau 3** Estimations des ressources naturelles en eau souterraine de quelques pays du Sahel.
- Tableau 4** Apports annuels internes et externes de certains pays du Sahel.
- Tableau 5** Ressources en eau renouvelables naturelles et mobilisables dans les pays du Maghreb.
- Tableau 6** Ressources renouvelables et utilisables dans les pays du Maghreb..
- Tableau 7** Classification des pays de l'OSS, en fonction de la catégorie de leurs ressources.
- Tableau 8** Matrice des échanges d'eau transfrontalières dans la région de l'OSS
- Tableau 9** Apports internes de quelques pays de l'OSS avec différenciation en année moyenne et année décennale sèche.
- Tableau 10** Données sur les ressources en eau renouvelables par pays et sous-région
- Tableau 11** Population et Ressources renouvelables intérieures et extérieures avec part par habitant des pays du Maghreb, Sahel et Bassin du Nil
- Tableau 12** Données sur les ressources en eau non renouvelables
- Tableau 13** Données sur les ressources en eau naturelles renouvelables des pays limitrophes de la région de l'OSS;
- Tableau 15** Utilisation d'eau contemporaines dans les pays africains limitrophes de la région de l'OSS
- Tableau 16** Evolution des demandes en eau par habitant estimées au cours des trois dernières décennies en quelques pays de la région de l'OSS.
- Tableau 17** Indice actuel d'exploitation des ressources renouvelables
- Tableau 18** Aménagements hydrauliques : barrages-réservoirs
- Tableau 19** Sources actuelles d'approvisionnement en eau (aux dates du tableau 5)
- Tableau 20** Sélection de projections de besoins ou «demandes» en eau, sectoriels ou totaux , des pays de la région de l'OSS, d'après des sources nationales ou internationales récentes
- Tableau 21** Projection des demandes en eau des pays de la région de l'OSS, à l'horizon 2025, en fonction des croissances de population, en supposant les demandes actuelles par habitant conservées
- Tableau 22** Projection des prélèvements en eau en 2025 dans les pays de l'OSS suivant trois scénarios de développement conventionnel, estimées pour la commission du développement durable des Nations Unies
- Tableau 23** Prospective des demandes en eau dans les pays africains riverains de la Méditerranée, d'après la «Vision méditerranéenne» élaborée pour la «World Water Vision»
- Tableau 24** «Water use» projeté en 2025 suivant le scénario conventionnel, dans les pays arabes africains, pour l'«Arab Countries Vision Provisoire» (1999) en Km³/an
- Tableau 25** Demandes en eau totales en 2025 par sous-région (en Km³/an)
- Tableau 26** Projections de demandes en eau sectorielles et totale
- Tableau 27** «Besoins en eau d'irrigation et prélèvements en eau pour l'irrigation calculés en 1996 et projetés en 2038
- Tableau 28** Essai de prospective des ratios demandes/ressources dans les pays les plus menacés par des pénuries d'eau structurelles
- Tableau 29** Problèmes d'eau et conflits majeurs zonaux dans la Région de l'OSS

TABLE DES ENCADRES

Encadré 1	Estimation des ressources en eau
Encadré 2	Connaissance des utilisations d'eau
Encadré 3	Distinguer besoins et demandes en eau
Encadré 4	Projection des besoins et demandes en eau
Encadré 5	Sécheresse et changement de climat
Encadré 6	Transferts d'eau internationaux

Achévé d'imprimer en mars 2002
sur les presses de
FINZI USINES GRAPHIQUES
2086 - Douar Hicher - Tunisie
1000 Exemplaires - Registre des Travaux n° 17



Observatoire du Sahara et du Sahel (OSS)

Boulevard de l'Environnement - BP 31 - 1080 Tunis - Tunisie

Tel.: 216 71 806 522 Fax : 216 71 807 310

e.mail : boc@oss.org.tn - URL : www.unesco.org/oss