



NATIONS UNIES

E/CN.14/NRSTD/WR/1



PROBLEMES DE LA MISE EN VALEUR DES RESSOURCES EN EAU EN AFRIQUE

(Projet de rapport régional
établi par le secrétariat de la CEA)



Réunion régionale africaine

Distr.
LIMITEE

E/CN.14/NRSTD/WR/1
30 juillet 1976

FRANCAIS
Original : ANGLAIS

COMMISSION ECONOMIQUE POUR L'AFRIQUE

Conférence des Nations Unies sur l'eau
Réunion régionale africaine

Addis-Abéba, 20-24 septembre 1976

PROBLEMES DE LA MISE EN VALEUR DES RESSOURCES EN EAU EN AFRIQUE

Projet de rapport régional

établi par le secrétariat de la CEA

TABLE DES MATIERES

	<u>Paragraphes</u>	<u>Page</u>
Avant-propos - - - - -		iv
PREMIERE PARTIE - LA REGION - - - - -	1 - 17	1
I. Introduction - - - - -	1 - 3	1
II. Ressources en eau de l'Afrique et du monde - - - - -	4 - 9	1
III. Rôle de l'eau dans le développement économique et social de l'Afrique - - - - -	10 - 17	3
DEUXIEME PARTIE - PRINCIPALES QUESTIONS DIGNES D'ATTENTION - - - - -	18 - 272	4
I. Evaluation des ressources en eau - - - - -	19 - 49	4
A. Ressources en eau de surface - - - - -	20 - 24	4
B. Ressources en eau souterraine - - - - -	25 - 43	7
a) Evaluations quantitatives - - - - -	29 - 36	8
b) Qualité - - - - -	37 - 41	9
c) Problèmes - - - - -	42	10
d) Mesures proposées - - - - -	43	10
C. Sources non traditionnelles - - - - -	44 - 49	11
II. Utilisation et mise en valeur des ressources en eau - - - - -	50 - 142	12
A. Approvisionnement en eau des collectivités et évacua- tion des eaux usées - - - - -	51 - 72	12
a) Approvisionnement en eau des collectivités - - - - -	51 - 62	12
b) Evacuation des eaux usées - - - - -	63 - 65	15
c) Généralités - - - - -	66 - 71	15
B. L'utilisation de l'eau dans l'agriculture - - - - -	72 - 111	17
a) Utilisation des terres - - - - -	73 - 78	17
b) Irrigation - - - - -	79 - 85	18
c) Drainage et assèchement des marais - - - - -	86 - 93	21
d) Lutte contre les inondations - - - - -	94 - 101	22
e) Intrusion d'eau salée - - - - -	102 - 107	23
f) Conservation et gestion des sols et de l'eau - - - - -	108 - 111	24
C. Utilisation de l'eau dans l'industrie - - - - -	112 - 124	25
D. Développement du secteur de l'énergie hydro-électrique - - - - -	124 - 130	28
E. Transport sur les voies navigables intérieures - - - - -	131 - 142	29
III. Niveau actuel d'utilisation des ressources en eau - - - - -	143 - 147	33
A. Alimentation en eau des collectivités - - - - -	143	33
B. Irrigation - - - - -	144	33
C. Energie hydraulique - - - - -	145	33
D. Utilisation totale - - - - -	146 - 147	33
IV. Les méthodes de projection de la demande - - - - -	148 - 151	34
V. Sécheresse - - - - -	152 - 159	34

TABLE DES MATIERES (suite)

	<u>Paragraphes</u>	<u>Page</u>
VI. Problèmes de planification - - - - -	160 - 175	37
A. Buts et objectifs - - - - -	160 - 165	37
B. Mise en valeur polyvalente - - - - -	166	38
C. Plans directeurs nationaux et plans d'aménagement des bassins fluviaux - - - - -	167 - 173	39
D. Planification prospective - - - - -	174	40
E. Intégration des plans nationaux concernant l'eau aux plans économiques nationaux - - - - -	175	40
VII. Quelques problèmes de politique générale - - - - -	176 - 236	41
A. La tarification en tant qu'instrument d'intervention - - - - -	176 - 182	41
B. Développement de technologies appropriées - - - - -	183 - 199	42
C. Besoins concernant la politique et la recherche scientifique - - - - -	200 - 205	46
D. Pollution de l'eau - - - - -	206 - 211	48
E. Incidences sur l'environnement des projets relatifs à l'eau - - - - -	212 - 217	50
F. Législation - - - - -	218 - 224	51
G. Coopération régionale et internationale - - - - -	225 - 236	53
VIII. Principaux obstacles - - - - -	237 - 272	54
A. Besoins en capital - - - - -	237 - 241	54
B. Manque de main-d'oeuvre qualifiée et de programmes de formation - - - - -	242 - 256	55
C. Problèmes institutionnels - - - - -	257 - 272	58
TROISIEME PARTIE - MESURES RECOMMANDEES - - - - -	273	62
I. Evaluation des ressources en eau - - - - -	- - - - -	62
II. Evaluation de la consommation - - - - -	- - - - -	63
III. Evaluation de la demande - - - - -	- - - - -	64
IV. Approvisionnement en eau des collectivités et évacuation des eaux usées - - - - -	- - - - -	64
V. La consommation d'eau du secteur de l'agriculture - - - - -	- - - - -	65
VI. Consommation d'eau de l'industrie - - - - -	- - - - -	66
VII. Utilisation de l'eau aux fins de production d'énergie électrique - - - - -	- - - - -	67
VIII. L'eau et les transports sur les voies navigables intérieures - - - - -	- - - - -	68
IX. La sécheresse - - - - -	- - - - -	68
X. Problèmes de planification - - - - -	- - - - -	69
XI. Formulation d'une politique de l'eau - - - - -	- - - - -	70
XII. Elaboration de technologies appropriées - - - - -	- - - - -	71
XIII. Besoins en matière de politique scientifique et de recherche - - - - -	- - - - -	72
XIV. Répercussions des projets de mise en valeur des ressources en eau sur l'environnement - - - - -	- - - - -	73
XV. Législation - - - - -	- - - - -	74
XVI. Coopération régionale et internationale - - - - -	- - - - -	74
XVII. Besoins financiers - - - - -	- - - - -	75
XVIII. Etudes relatives à la main-d'oeuvre - - - - -	- - - - -	76
XIX. Besoins en matière de formation - - - - -	- - - - -	77
XX. Problèmes institutionnels - - - - -	- - - - -	78

TABLE DES MATIERES (suite)

LISTE DES ANNEXES

- I. Ressources en eau de surface de plusieurs pays africains
- II. Cours d'eau africains
- III. Lacs africains
- IV. Principaux barrages et réservoirs en Afrique et dans le monde
- V. Dépôt de sédiments dans certains cours d'eau
- VI. Produits d'érosion et solides dissous transportés par le courant
- VII. Principaux types d'aquifères en Afrique et débits disponibles
- VIII. Eaux souterraines, état des levés de détail, des puits et des forages
- IX. Approvisionnement en eau des collectivités en Afrique
- X. Objectifs à atteindre d'ici à 1980 pour l'approvisionnement en eau des collectivités en Afrique et coût estimatif des travaux
- XI. Services d'approvisionnement en eau des collectivités : situation en Afrique et dans le monde en 1970 et 1980
- XII. Approvisionnement en eau des collectivités en Afrique : situation en 1970 et objectifs fixés pour 1980 et l'an 2000
- XIII. Recommandation C.12 de la Conférence des Nations Unies sur les établissements humains - Alimentation en eau et évacuation
- XIV. Utilisation des terres : en Afrique et dans le monde
- XV. Zones cultivées et irriguées dans certains pays d'Afrique
- XVI. Utilisation industrielle de l'eau en Algérie
- XVII. Besoins industriels en eau au Botswana
- XVIII. Chiffres estimatifs annuels de l'utilisation industrielle de l'eau au Ghana
- XIX. Projets concernant l'énergie hydro-électrique en Afrique
- XX. Projections de la demande estimative pour certains pays africains
- XXI. Liste de projets régionaux et nationaux pour lesquels le CILSS a prié le Bureau des Nations Unies pour le Sahel de solliciter des fonds aux fins de la mise en valeur des ressources en eau
- XXII. Résumé des principales régions dont les précipitations ont été très inférieures, en pourcentage, aux précipitations annuelles normales de 1968 à 1973
- XXIII. Plan de mise en valeur des ressources en eau du Sahel
- XXIV. Besoins en matière de recherche aux fins de la mise en valeur des ressources en eau de l'Afrique
- XXV. Augmentation des précipitations
- XXVI. Réduction de l'évaporation
- XXVII. Energie solaire
- XXVIII. Energie éolienne
- XXIX. Quelques cas de besoins en capitaux
- XXX. Les besoins en main-d'oeuvre qualifiée

LISTE DES GRAPHIQUES

1. Services d'approvisionnement en eau des collectivités (Afrique)
2. Indices de la population totale
3. Indices de la production vivrière par habitant
4. Indices de la production agricole totale
5. Indices de la production vivrière
6. Indices de la production agricole totale par habitant
7. Exportations africaines de produits agricoles
8. Production d'énergie hydro-électrique en Afrique

AVANT-PROPOS

Ce projet de rapport régional est essentiellement une synthèse des données, informations, idées, suggestions et recommandations présentées par 22 pays dans les monographies nationales reçues jusqu'à la fin de juin 1976 ^{1/}, et complétées par tous les renseignements que le secrétariat a pu obtenir par ailleurs. L'UNESCO et l'OMS ont contribué à ce projet de rapport pour ce qui est des questions relatives aux domaines qui relèvent de leur compétence. Le rapport constitue un document de travail pour la Réunion régionale africaine au titre de la Conférence des Nations Unies sur l'eau.

Il comprend trois parties; la première partie consiste en une introduction, la deuxième partie a trait aux questions principales qui retiendront l'attention de la Réunion régionale en septembre 1976 et la troisième partie contient les recommandations relatives aux mesures proposées. La première partie sert d'introduction à la deuxième partie qui contient elle-même les données de base concernant les mesures proposées dans le projet de rapport. Il faut espérer que le rapport sera mis définitivement au point lors de la réunion régionale, et permettra de faire connaître la position du monde africain à la Conférence des Nations Unies sur l'eau qui se tiendra en Argentine en mars 1977.

On s'est délibérément abstenu de décrire dans le rapport la géographie ou le climat des pays ou des bassins fluviaux de la région de façon à mettre uniquement en évidence les problèmes principaux qui se posent en matière de mise en valeur des ressources en eau et à leur accorder l'attention qu'ils méritent. On a fait en sorte que la partie relative aux mesures proposées soit aussi complète et détaillée que possible et certaines répétitions étaient par conséquent inévitables.

Les données statistiques ont été regroupées, dans la mesure du possible, dans 30 annexes et huit graphiques à la fin du projet de rapport. Les tables statistiques ont été établies à partir des données fournies dans les monographies nationales et complétées le cas échéant par des renseignements publiés provenant d'autres sources. Il convient de souligner que ces tables présentent un certain nombre de lacunes. Tous renseignements complémentaires et le cas échéant toutes rectifications seront les bienvenus. Il sera possible d'exploiter ces données si elles sont reçues avant la fin du mois d'août et de modifier en conséquence le projet de rapport avant son examen à la réunion régionale de septembre 1976.

Toutes les observations sur le projet de rapport devront être formulées avant la réunion régionale. Les suggestions et commentaires reçus seront étudiés par le secrétariat avant d'être soumis pour examen et mise au point définitive à la réunion.

^{1/} Les monographies reçues à la date du 30 juin 1976 émanent des 22 pays suivants : Algérie, Bénin, Botswana, Burundi, Ethiopie, Gabon, Gambie, Ghana, Kenya, Libéria, Malawi, Mauritanie, Nigéria, Ouganda, République arabe libyenne, République centrafricaine, République-Unie du Cameroun, Rwanda, Soudan, Souaziland, Togo et Zambie.

PREMIERE PARTIE - LA REGION

I. Introduction

1. Le Nil, qui est le fleuve le plus long du monde; le Congo/Zaire, qui est le deuxième fleuve du monde par son débit après l'Amazone; le lac Victoria, qui est le deuxième lac d'eau douce du monde par sa superficie (après le lac Supérieur) et qui a la plus grande longueur de rivages du monde; le lac Tanganyika, qui est le deuxième lac du monde par sa profondeur après le lac Baïkal en URSS; l'ensemble imposant de lacs de la spectaculaire Rift Valley; des bassins lacustres intérieurs comme ceux du lac Tchad, du lac Rodolph et beaucoup d'autres -- tous ces éléments évoquent la grande richesse et l'abondance des ressources en eau de l'Afrique.
2. En revanche, on trouve en Afrique le plus grand désert du monde, le Sahara, au nord de l'équateur; le désert du Kalahari au sud de l'équateur; de vastes étendues arides ou semi-arides dans presque toutes les parties du continent; la détresse et les ravages causés par les périodes prolongées de sécheresse dans les pays du Sahel et dans plusieurs autres pays; des besoins aigus en produits alimentaires, en fourrage, en fibres textiles et d'autres besoins fondamentaux comme l'eau potable ou l'hygiène.
3. Ce contraste illustre le paradoxe frappant qui ressort du tableau d'ensemble des ressources et des besoins en eau d'un des plus vastes continents du monde.

II. Ressources en eau de l'Afrique et du monde

4. Un dixième environ de la population mondiale se trouve (en 1974) dans la région africaine qui représente exactement le quart de la superficie totale des terres émergées ^{1/}.
5. Le tableau suivant indique les ressources en eau de l'Afrique et celles des autres continents et de l'ensemble du monde.
6. Il ressort du tableau ci-après que :
 - a) De tous les continents, c'est l'Afrique qui dispose de moins d'eau par rapport à sa superficie;
 - b) L'Afrique vient en deuxième position, après l'Amérique du Sud, pour le taux d'évaporation;
 - c) Le coefficient de ruissellement, c'est-à-dire le rapport du ruissellement aux précipitations, est le plus bas en Afrique, puisqu'il n'est que de 0,23 alors que la moyenne mondiale est de 0,36. Autrement dit, en Afrique 77 p. 100 des précipitations ne parviennent pas aux fleuves ni aux lacs et sont perdues par infiltration ou évaporation.

^{1/} Annuaire statistique 1974 (Publication des Nations Unies, n° de vente E/F.75. XVII-1). Annuaire de la production 1974 (Rome, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, 1975, vol. 28-1.

d) Le faible montant du ruissellement en Afrique indique que ce continent n'a pas assez de ressources en eau par rapport à sa superficie - d'où la nécessité de planifier l'utilisation optimale de l'eau selon une politique et un programme mûrement réfléchis.

Ressources en eau de l'Afrique et du monde

Continent	Superficie en millions de km ²	Précipitations (en mm)	Ruissellement total (en mm)	Evaporation (en mm)	Coefficient de ruissellement
Afrique	30,3	636	139	547	0,23
Asie	45,0	726	293	433	0,40
Australie	8,7	736	226	510	0,31
Europe	9,8	734	319	415	0,43
Amérique du Nord	20,7	670	287	383	0,31
Amérique du Sud	17,8	1 648	583	1 065	0,35
Ensemble de la superficie des terres émergées	132,3	834	294	540	0,36

Source : "Lvovitch M.I., EOS, vol.54, n°1, janvier 1973", cité par F. van der Leeden dans Water Resources of the World, New York, Water Information Center, 1975), page 457.

7. Même ces ressources limitées ne sont pas distribuées d'une manière égale entre les différentes parties du continent. Environ 50 p. 100 du total des ressources en eau de surface du continent se trouvent dans un seul bassin fluvial, celui du Congo/Zaire, et 75 p. 100 du total des ressources en eau sont concentrées dans les huit principaux bassins suivants : Congo/Zaire, Niger, Ogooué (Gabon), Zambèze, Nil, Sanaga (République-Unie du Cameroun), Chari-Logone (bassin du lac Tchad) et Volta.

8. L'insuffisance relative des ressources en eau et leur distribution très inégale entre les diverses parties du continent et selon les différentes périodes de l'année sont les deux principales caractéristiques de la situation des ressources en eau de l'Afrique.

9. La relative abondance en eau de la zone équatoriale africaine, dans le bassin du Congo/Zaire notamment, fait donc contraste avec l'absence totale d'eau au Sahara, au nord, et au Kalahari, au sud, l'abondance ou l'insuffisance d'eau étant variable dans les zones intermédiaires. Entre les cas extrêmes de la bande équatoriale qui est la partie la plus humide et les véritables déserts du nord et du sud, la bande de savanes de la zone du Sahel est extrêmement vulnérable aux fortes sécheresses périodiques et à leurs effets catastrophiques, qui permettent à peine la survie des populations et de leur bétail.

III. Rôle de l'eau dans le développement économique et social de l'Afrique

10. La mise en valeur des ressources africaines en eau est une condition préalable essentielle au développement de l'Afrique sur les plans agricole et industriel.

11. Les ressources en eau, des cours d'eau et des lacs africains n'ont pas encore été utilisées à une importante échelle en vue d'accroître la production agricole, objectif qui peut être atteint, d'une part, en étendant les superficies cultivées et, d'autre part, en augmentant la productivité des zones actuellement cultivées grâce à une amélioration des techniques, en ayant notamment recours à l'irrigation, aux engrais et à des variétés de semences améliorées. En fait, on ne pourra tirer un bénéfice maximum des autres facteurs de production que si l'on assure d'abord au bon moment un approvisionnement en eau suffisant.

12. Le développement de l'énergie hydro-électrique fournit de l'énergie relativement bon marché pour le développement industriel et la mise en valeur des gisements miniers. L'énergie hydraulique prend actuellement une importance clé comme source d'énergie, compte tenu en particulier de la situation pétrolière mondiale. L'Afrique dispose environ du tiers du potentiel hydraulique mondial.

13. En plus de son utilisation comme source d'énergie, l'eau est un élément fondamental dans presque tous les domaines d'activité et de développement industriels. Pour obtenir une tonne de pâte de bois sèche il ne faut pas moins de 50 à 100 tonnes d'eau. Aux Etats-Unis, il faut 200 tonnes d'eau pour produire une tonne de pâte à papier. La fabrication d'une tonne d'acier demande 12,5 tonnes d'eau. Presque toutes les activités industrielles qu'il s'agisse de produits alimentaires, de boissons, de produits chimiques, de produits pétroliers et de carburants de substitution, de produits miniers et de carrière, de centrales électro-thermiques, etc. - demandent d'importantes quantités d'eau.

14. Les transports intérieurs sur les cours d'eau et les lacs africains ont joué et jouent encore aujourd'hui un rôle important dans la vie économique des pays africains. L'intérêt de ce moyen de transport est évident en l'occurrence étant donné que l'Afrique a plus de pays sans littoral qu'aucun autre continent. En fait, des 28 pays sans littoral que compte le monde, 14 se trouvent en Afrique. Il reste cependant encore beaucoup à faire en Afrique en faveur des moyens de transport par voie d'eau intérieure.

15. L'importance que revêt l'approvisionnement en eau potable pour les communautés rurales et urbaines ainsi que pour le bétail va de soi, et il n'est guère besoin de la souligner.

16. Les risques d'une entière dépendance à l'égard des pluies et les effets désastreux de l'absence ou de l'insuffisance de pluie ont été très péniblement ressentis en Afrique à la suite des sécheresses prolongées qui ont frappé plusieurs parties du continent, et il n'est pas étonnant que les responsables africains aient accordé à la lutte contre la sécheresse le même degré élevé de priorité qu'aux luttes de libération nationale.

17. Il est donc évident que la mise en valeur des ressources en eau doit être considérée comme l'un des facteurs les plus importants du développement humain, social et économique de l'Afrique et comme un moyen essentiel en vue d'assurer aux peuples du continent une meilleure qualité de vie. C'est ce qu'ont reconnu divers documents de la Commission économique pour l'Afrique (CEA), relatifs à la détermination des politiques pour la prochaine décennie tels que la "Stratégie de l'Afrique pour le développement durant les années 70" ^{2/} et le "Plan directeur révisé de l'Afrique pour l'instauration du nouvel ordre économique international en Afrique" ^{3/}.

DEUXIEME PARTIE - PRINCIPALES QUESTIONS DIGNES D'ATTENTION

18. Les principales questions dignes d'attention relèvent des catégories suivantes :

- a) Evaluation des ressources en eau : eau de surface et eau souterraine, sources non traditionnelles comme le dessalement;
- b) Utilisation et mise en valeur des ressources en eau;
- c) Niveaux actuels de l'utilisation et de la demande;
- d) Sécheresse;
- e) Problèmes de planification;
- f) Questions de politique : formulation d'une politique scientifique en matière de ressources en eau, technologies appropriées, législation, mise en valeur des bassins fluviaux internationaux;
- g) Principaux obstacles, tels que les capitaux nécessaires, la formation de personnel et les problèmes institutionnels.

I. Evaluation des ressources en eau

19. On peut considérer les problèmes touchant à l'évaluation des ressources en eau de deux points de vue, dont l'un a trait à l'eau de surface et à l'eau souterraine, qui sont étroitement liées, et l'autre aux sources non traditionnelles comme le dessalement.

A. Ressources en eau de surface

20. Les ressources en eau des fleuves et des lacs de certains pays de la région sont indiquées à l'annexe I. Sur 47 pays africains, cette annexe ne donne de renseignements que pour 19 pays seulement pour lesquels on dispose de données. On ne peut additionner les chiffres figurant à cette annexe pour avoir une idée de l'importance des ressources en eau du continent, non seulement parce qu'ils sont incomplets mais aussi parce que, s'agissant des grands cours d'eau, qui ont tous un caractère international - les totaux nationaux des pays qui se trouvent en aval comprennent aussi les ressources en eau des pays situés en amont dans le même bassin versant. Par exemple, l'évaluation du ruissellement du Nil à Assouan comprend le débit total de tout le bassin de réception.

^{2/} E/CN.14/RES.218 x).

^{3/} E/CN.14/ECO/90/Rev.2.

21. L'annexe I montre que de nombreux pays de la région n'ont pas essayé d'évaluer leurs ressources en eau de surface à l'échelle nationale, et il y a lieu de procéder à l'évaluation de ces ressources de manière scientifique et systématique, tant au niveau national qu'au niveau des bassins fluviaux correspondants.

22. Pour donner une idée même approximative de l'importance des ressources en eau dont dispose l'Afrique, on a établi un inventaire des cours d'eau de la région (annexe II), qui énumère les bassins fluviaux, les zones de drainage correspondantes et le ruissellement annuel moyen de chacun d'eux. Pour faciliter la lecture de ce tableau, les fleuves y ont été rangés en cinq catégories. Les quatre premières, qui se rapportent aux cours d'eau coulant vers le nord, vers l'est, vers le sud et vers l'ouest, correspondent aux principaux bassins versants du continent, et la cinquième catégorie comprend un certain nombre de bassins versants intérieurs, comme ceux du lac Tchad, du lac Rodolphe et d'autres bassins intérieurs comme ceux de Jebel Marra, Gash, Baraka et Awash.

23. Selon les données disponibles figurant à l'annexe II, on peut estimer le total des ressources en eau de surface des fleuves et des lacs africains à 2 481 milliards de mètres cubes, sur la base des évaluations effectuées jusqu'à présent grâce aux données d'observation enregistrées et en faisant des estimations dans le cas de bassins pour lesquels il n'existe pas de données ou dont les données ne s'étendent pas sur une période assez longue pour avoir des chiffres fiables concernant les valeurs moyennes en longue période.

Ruissellement annuel moyen des cours d'eau africains

Cours d'eau	Bassin versant (en milliers de kilomètres carrés)	Ruissellement annuel moyen (en millions de mètres cubes)
Coulant vers le nord	3 028,0	97 358
Coulant vers l'est	2 999,8	203 398
Coulant vers l'ouest	6 072,2	1 720 048
Coulant vers le sud	2 112,4	368 131
Bassins intérieurs	2 660,7	47 414
Madagascar	53,2	40 074
Total	16 925,3	2 481 423

Il convient peut-être de comparer les chiffres ci-dessus au ruissellement de surface de certains pays non africains :

Ruissellement annuel moyen
en milliards de mètres cubes^{4/}

Brésil	5 190
URSS	4 340
Chine	2 520
Canada	2 267
Inde	1 678
Etats-Unis d'Amérique	1 630
Pakistan	1 439
Birmanie	1 069

24. Dans le cas de l'évaluation des ressources en eau de surface inventoriées, il y a lieu de relever les points suivants :

a) Les débits totaux des grands bassins fluviaux sont mieux connus que leur distribution géographique interne, à savoir les débits des cours d'eau qui les composent;

b) Il y a plus de renseignements sur les données relatives aux précipitations et à d'autres facteurs météorologiques que sur les débits des cours d'eau. On dispose de données sur les débits des cours d'eau sur une durée moyenne d'environ dix ans, alors que les données que l'on a sur les précipitations s'étendent en moyenne sur 30 ans environ;

c) Il y a lieu de revoir l'utilité des réseaux hydrométéorologiques et hydro-métriques existants en vue d'en renforcer et d'en améliorer l'efficacité, le fonctionnement et les résultats; il convient également d'entreprendre une normalisation du matériel, des méthodes d'observation et d'enregistrement des données en vue, en particulier de parvenir à des systèmes nationaux comparables dans le cadre d'un même bassin fluvial international;

d) Même lorsqu'on dispose de données quantitatives ou lorsqu'on a mesuré les débits des cours d'eau, il y a relativement peu de stations pour surveiller la qualité de l'eau et recueillir des données d'ordre physique, chimique et biologique, ainsi que pour réaliser des études sur les caractéristiques des transports de sédiments. Il y aurait lieu de créer des laboratoires pour une analyse complète de l'eau, et il convient de renforcer les laboratoires existants en vue d'en accroître l'efficacité et l'utilité. On devrait considérer une chaîne de laboratoires de ce type comme un moyen précieux pour détecter les dangers de pollution, qui prendront certainement une importance croissante à l'avenir au fur et à mesure de la réalisation des plans de développement industriel des pays de la région;

e) Dans de nombreux pays, les mesures prises pour recueillir, traiter et publier les données sont insuffisantes. Quant aux stations des réseaux existants où des données sont enregistrées sur une base permanente et régulière, il conviendrait de recueillir

^{4/} Franji et Mahajan, Irrigation and Drainage in the World, New Delhi, 1969, cité par van der Leeden, op. cit., p. 453.

ces données, de les traiter et de les publier périodiquement selon un mode de présentation convenu. En l'absence de dispositions adéquates à cette fin, il est difficile de faire une évaluation des ressources disponibles tant sur une base nationale que dans le cadre des bassins fluviaux. Il est donc nécessaire de créer des banques de données en vue de recueillir, de traiter et de publier les données, tout en faisant une évaluation permanente des ressources disponibles;

f) Les ressources indiquées à l'annexe II pour les divers bassins fluviaux, et le chiffre de 2 481 milliards de mètres cubes d'eau pour le continent, représentent la valeur brute des ressources en eau des cours d'eau et des lacs africains. Il conviendrait d'effectuer des études supplémentaires en vue de déterminer le volume des ressources que l'on peut considérer comme économiquement exploitables ainsi que les quantités disponibles à certaines fins, comme l'approvisionnement domestique, l'irrigation, le bétail ou des fins industrielles ou des utilisations n'entraînant pas consommation comme l'énergie hydraulique. Il conviendrait de réaliser des études détaillées par bassin fluvial et par pays afin de faciliter des projections des disponibilités en eau par secteur. Certaines études générales de planification ont été ainsi effectuées dans plusieurs pays mais les résultats correspondants doivent être collationnés aux niveaux national et continental.

B. Ressources en eau souterraine

25. Pour ce qui est des ressources en eau souterraine, les connaissances actuelles sur leur mise en valeur dans diverses parties de la région n'en permettent pas une évaluation quantitative - comme on a pu le faire, dans une certaine mesure, pour l'eau de surface. D'une manière générale, on sait que les ressources en eau souterraine existent dans presque toutes les parties de la région, dans certaines plus que dans d'autres, et que plusieurs études entreprises au cours des deux dernières décennies notamment, ont permis d'identifier en Afrique les trois principaux types d'aquifères suivants :

- a) Aquifères à porosité d'interstices;
- b) Aquifères à porosité de fractures et chenaux;
- c) Formations à faible porosité ou sans porosité sauf dans des endroits déterminés.

26. Chacun de ces trois grands types d'aquifères peut être à son tour divisé en quatre sous-types, ainsi qu'il ressort de l'annexe VII, qui fournit en outre quelques indications générales sur les débits des puits creusés dans les diverses formations, les rabattements, les capacités de réserve d'eau des aquifères, et les coefficients de perméabilité et de transmissivité 5/. On a établi, sur la base de renseignements disponibles, une carte d'Afrique indiquant les principales formations aquifères susmentionnées et leurs principales subdivisions.

27. Un examen détaillé des valeurs indiquées à l'annexe VII montre non seulement que ces données sont fragmentaires, que leur énumération n'est pas exhaustive et que "certaines des données fournies sont probablement discutables" ^{6/}, mais aussi que les taux de débit et autres caractéristiques et paramètres hydrogéologiques sont très variables, de sorte qu'il n'est pas possible au stade actuel de donner une évaluation quantitative des disponibilités en eau, des débits sûrs, des taux d'utilisation praticable et potentielle, les profondeurs, les rabattements, que ce soit par aquifère, par bassin d'eau souterraine ou pays par pays. Essayer une synthèse globale ou une évaluation régionale comporterait bien entendu certains risques. Néanmoins, il faut réaliser cette tâche en réunissant la multitude d'éléments dont on dispose et qui doivent être regroupés et analysés de manière systématique et méthodique.
28. L'annexe VIII énumère par exemple plusieurs forages et puits qui existent dans différents pays. On pourrait interpréter et analyser ces données en les rassemblant et en les classant (un tel classement a été réalisé dans certains pays), compte tenu d'autres données connues sur l'hydrogéologie des zones considérées. Dans le cas des bassins de réception des lacs Victoria, Kyoga et Mobutu Sese Seko, l'analyse a indiqué que ces bassins renferment environ 100 milliards de mètres cubes d'eau souterraine, que l'utilisation annuelle totale d'eau souterraine est d'environ 7 millions de mètres cubes, que le renouvellement de cette eau dépasse son utilisation et que les réserves d'eau souterraine ont une capacité de débit considérablement supérieure au pompage actuel.
- a) Evaluations quantitatives
29. Quelques exemples d'évaluations quantitatives, fondées sur des rapports nationaux, sont donnés ci-dessous.
30. Il ressort d'un programme systématique d'études de l'eau souterraine effectué en Algérie au cours de la période 1970-1977 à partir de toutes les données disponibles sur les puits, les forages et des études précédentes, que le potentiel d'eau souterraine de ce pays peut être estimé à 1 309 000 mètres cubes.
31. Dans la partie méridionale du bassin sédimentaire du Bénin, une exploitation rationnelle de la formation maestrichtienne pourrait fournir 100 millions de mètres cubes d'eau environ par an. La plupart des sites favorables sont situés au nord de la dépression de Lama. Au sud de cette dépression, le continental terminal et le quaternaire peuvent produire de 200 à 300 millions de mètres cubes d'eau par an.
32. Le renouvellement annuel du réservoir en eaux souterraines du Botswana a été estimé comme étant de l'ordre de 3 milliards 150 millions de mètres cubes, en supposant que 1 p. 100 de la lame de pluie annuelle qui est de 450 mm en moyenne atteint le bassin des eaux souterraines. La consommation annuelle en eaux souterraines est estimée à 18 millions de mètres cubes. On estime qu'environ 1 million de mètres cubes d'eau est extrait des rivières sablonneuses du Botswana.

^{6/} Ibid., page 58.

33. On prévoit que l'utilisation des eaux souterraines au Ghana, qui a été de 8,2 millions de mètres cubes en 1970, passera à 86,1 millions de mètres cubes (c'est-à-dire dix fois plus) en 1980 et à 173,4 millions de mètres cubes vers l'an 2000 (c'est-à-dire vingt fois plus). La recherche et l'amélioration des eaux souterraines se poursuivent activement dans les 19 provinces possédant des eaux souterraines en Libye (7 provinces côtières et 12 provinces de l'intérieur).

34. Il existe au Soudan cinq bassins principaux d'eaux souterraines, dont l'écoulement et le réapprovisionnement annuels sont estimés à 1 milliard 564 millions de mètres cubes, avec un prélèvement annuel de 146 millions de mètres cubes.

35. Une évaluation d'ensemble effectuée au Togo indique que les ressources exploitables en eaux souterraines sont les suivantes :

Aquifères du continental terminal :	130 000 à 150 000 m ³ par jour
Aquifères du paléocène inférieur :	3 000 à 10 000 m ³ par jour
Aquifères du crétacé :	50 000 à 60 000 m ³ par jour
Soit un totale de :	183 000 à 220 000 m ³ par jour

Soit : 70 millions à 80 millions de mètres cubes par an.

36. Les évaluations indiquées plus haut ne sont que des exemples des évaluations quantitatives globales effectuées en ce qui concerne les approvisionnements en eaux souterraines. La liste n'est pas exhaustive : il existe des estimations analogues pour l'approvisionnement des villes et des industries en ce qui concerne Lusaka, Ndola et Kobwe en Zambie, Nouakchott et Nouadhibou en Mauritanie, Dakar au Sénégal et de nombreux autres endroits de la région. Les recherches destinées aux évaluations et à la mise en valeur sont à divers degrés de développement dans presque tous les pays de la région.

b) Qualité

37. En ce qui concerne la qualité, on dispose d'un volume considérable de renseignements fondés sur les résultats des sondages qui sont répartis entre un certain nombre d'organisations dans divers pays. Les variations sont tellement vastes qu'une généralisation est difficile en l'absence d'une synthèse des résultats antérieurs.

38. Cependant, les généralisations suivantes énoncées dans des études antérieures peuvent présenter un intérêt.

39. "Les eaux souterraines de la zone aride sont de faciès en général bicarbonaté calcomagnésien dans la partie amont, c'est-à-dire au voisinage des régions où s'infiltrent les eaux de ruissellement superficiel. Elles évoluent vers un faciès sulfaté, puis enfin un faciès chloruré sodique en fin de parcours, dans les régions où l'action évaporatrice est forte et s'exerce directement sur les nappes peu profondes. C'est notamment le cas dans l'Afrique du Nord présaharienne, pour les sébkhas continentales" 7/.

7/ Ibid., p. 60.

40. Certaines formations contiennent des minéraux, par exemple en Afrique du Nord ou au Mozambique 8/.

41. Dans les bassins sédimentaires de la côte, on se heurte au problème de l'intrusion de sel provenant de la mer. Dans les pays tropicaux à forte pluviosité, l'eau n'a pas tendance à être minéralisée 9/.

c) Problèmes

42. Parmi les principaux problèmes qui entravent les travaux de prospection, on peut mentionner la pénurie de matériel de forage et d'autre matériel, la pénurie de personnel et de capitaux et l'insuffisance institutionnelle ainsi que l'éparpillement des responsabilités.

d) Mesures proposées

43. Les principales mesures suivantes sont nécessaires pour faciliter une évaluation plus complète et plus efficace des ressources en eaux souterraines de l'Afrique :

a) Toutes les données existantes concernant les eaux souterraines telles que les sondages, la structure géologique, les caractéristiques hydrogéologiques telles que le stockage, la transmissivité, la perméabilité, l'écoulement, les taux de rendement, etc., devraient être systématiquement indexées et organisées de manière à faciliter d'autres recherches de renseignements, lorsqu'il le faut, et une évaluation quantitative devrait être effectuée afin de pouvoir déterminer plus facilement l'état actuel des connaissances et d'indiquer les lacunes;

b) Des réseaux d'observation devraient être établis afin d'enregistrer les fluctuations du niveau des eaux souterraines;

c) Des programmes de sondage visant à connaître la qualité de l'eau devraient être incorporés aux réseaux d'observation des eaux souterraines;

d) Il faudrait procéder à l'examen des travaux effectués jusqu'ici dans le domaine des eaux souterraines afin de connaître la situation actuelle et de permettre à l'avenir l'établissement d'un programme de recherche en ce qui concerne les besoins de développement, l'intensification des programmes déjà en cours et le lancement de nouveaux programmes chaque fois qu'il est nécessaire, notamment des sondages expérimentaux, des tests de pompage, le carottage électrique des puits et des forages, etc.;

e) Il faudrait utiliser plus qu'à l'heure actuelle les méthodes géophysiques, les techniques nucléaires, les modèles analogiques et mathématiques afin de faire progresser les travaux de prospection et d'évaluation de l'approvisionnement en eau souterraine;

8/ Ibid., p. 61.

9/ Ibid.

f) Il faut utiliser les méthodes de réapprovisionnement provoqué et artificiel chaque fois que cela est nécessaire et possible afin d'accroître le volume disponible d'eaux souterraines.

C. Sources non traditionnelles

44. On a utilisé de plus en plus les sources non classiques pour l'approvisionnement en eau, telles que le dessalement.

45. Les installations de dessalement dont la liste est indiquée ci-après ont une capacité de 1 million de gallons par jour ou davantage 10/.

<u>Pays</u>	<u>Emplacement</u>	<u>Procédé</u>	<u>Capacité</u> (en milliers de gallons par jour)
Iles Canaries	Las Palmas	Procédé d'évaporation éclair multiple	5 284
Maroc	Ceuta	Evaporation éclair multiple	1 055
République arabe libyenne	Benghazi	Electrodialyse	5 100

46. Il existe en outre en Afrique 50 installations d'une capacité de 25 000 gallons par jour ou davantage 11/.

47. Les installations susmentionnées représenteraient un approvisionnement en eau d'environ 60 millions de mètres cubes par an.

48. De 1968 à 1972, l'approvisionnement en eau de Nouakchott (Mauritanie) a été assuré en utilisant de l'eau dessalée provenant de la mer, après quoi les besoins ont dépassé 1 million de mètres cubes et le volume supplémentaire est venu de Idini à 60 km vers l'est. L'utilisation de l'eau de mer destinée à la ville de Nouadhibou (également en Mauritanie) qui obtient actuellement son eau de Boulanour, est actuellement à l'étude.

49. Il faudrait effectuer des recherches sur la technologie du dessalement en vue de réduire à l'avenir les coûts et de rendre plus rentable cette source pour divers usages.

10/ Office of Saline Water, 1970, cité dans van der Leeden, op. cit., page 479.

11/ Ibid., page 480.

II. Utilisation et mise en valeur des ressources en eau

50. Les secteurs principaux à considérer pour évaluer l'utilisation et la mise en valeur des ressources en eau sont les suivants :

- a) Approvisionnement en eau des collectivités et évacuation des eaux usées;
- b) Utilisation de l'eau dans l'agriculture;
- c) Utilisation de l'eau dans l'industrie;
- d) Production d'énergie hydraulique;
- e) Transport par voies navigables intérieures.

A. Approvisionnement en eau des collectivités et évacuation des eaux usées

a) Approvisionnement en eau des collectivités

51. Une étude spéciale a été effectuée par l'Organisation mondiale de la santé en décembre 1970 pour obtenir des données sur l'approvisionnement en eau et l'évacuation des eaux usées dans les pays en développement 12/. Quatre-vingt-onze pays ont contribué à une partie ou à l'ensemble de l'enquête, notamment 36 pays africains. Les données provenant des 36 pays africains ont été regroupées à l'annexe IX. Un tableau analogue pour les objectifs fixés pour 1980 avec l'estimation des coûts figure à l'annexe X.

52. L'annexe IX indique que, sur une population de 280 millions d'habitants, couverts par l'enquête dans les pays africains, la population urbaine était de 70 millions et la population rurale de 210 millions d'habitants. Sur cet ensemble, d'après l'enquête, une population urbaine de 51 millions d'habitants (73 p. 100) et une population rurale de 41 millions d'habitants (19 p. 100) avaient raisonnablement accès aux sources d'eau saine en 1970.

53. Les prévisions concernant la population pour 1980 donnent une population urbaine de 108 millions d'habitants et une population rurale de 299 millions d'habitants.

54. Les objectifs fixés pour la deuxième Décennie des Nations Unies pour le développement exigent l'élargissement de l'approvisionnement en eau de façon à desservir 100 p. 100 de la population urbaine (60 p. 100 grâce à des conduites reliées aux habitations et 40 p. 100 grâce à des fontaines publiques) et 25 p. 100 de la population rurale 13/. En

12/ Community water supply and sewage disposal in developing countries, World Health Statistics, vol. 26, n°11, 1973.

13/ Village Water Supply (Washington, Banque internationale pour la reconstruction et le développement (1976), page 24.

combinant ces objectifs avec la croissance démographique prévue, l'enquête a permis d'estimer les effectifs supplémentaires d'habitants à desservir d'ici 1980 et les investissements requis pour atteindre les objectifs. Les besoins pour l'Afrique seraient de 3 milliards 479 millions de dollars des Etats-Unis, soit 2 milliards 576 millions de dollars pour les systèmes d'approvisionnement en eau des zones urbaines et 903 millions de dollars pour l'approvisionnement en eau des zones rurales. Les chiffres correspondants pour 91 pays en développement couverts par l'enquête ont été de 14 milliards de dollars, soit 10 milliards 900 millions de dollars pour les réseaux d'approvisionnement en eau des zones urbaines et 3 milliards 100 millions de dollars pour les systèmes d'approvisionnement en eau des zones rurales 14/.

55. L'objectif fixé dans la stratégie pour la deuxième Décennie du développement consisterait à accroître les effectifs desservis dans les zones urbaines africaines de 57 millions d'habitants (contre 51 millions desservis en 1970, soit un accroissement d'environ 100 p. 100) et à accroître les effectifs desservis dans les zones rurales de 30 millions (72 millions en 1980 contre 41 millions en 1970, soit un accroissement de 75 p. 100).

56. Le nombre des habitants des zones rurales qui seraient privés d'un approvisionnement en eau relativement saine en 1980 serait de 217 millions (289 millions moins 72 millions, contre 169 millions en 1970) (210 millions moins 41 millions). Cela signifierait que, même si les objectifs de la deuxième Décennie pour le développement étaient atteints, il y aurait encore davantage d'habitants des zones rurales sans approvisionnement en eau en 1980 qu'en 1975 15/, malgré un taux relativement moins élevé d'accroissement pour la population rurale que pour la population urbaine.

57. La situation probable pour 1980 est illustrée à l'annexe XI. En fait, si le même taux de croissance des approvisionnements en eau est maintenu, le nombre des habitants sans approvisionnement en eau potable ne cessera d'augmenter avec le temps. Une projection de la situation probable vers l'an 2000 figure à l'annexe XII et les tendances dans le temps sont représentées graphiquement dans le graphique 1. Les annexes XI et XII donnent la situation suivante :

<u>Année</u>	<u>Population desservie</u> (en millions d'habitants)	<u>Population non desservie</u> (en millions d'habitants)
1970	92,0	188,6
1980	180,3	216,7
2000	433,5	379,5

Le graphique 1 indique une tendance croissante pour les deux secteurs de la population.

14/ Ibid., page 25.

15/ Ibid., page 6.

58. Si la population à desservir continuellement augmente avec le temps, il en va de même de la population non desservie, étant donné que les objectifs du secteur rural ne couvrent pas l'accroissement de la population rurale comme c'est le cas pour le secteur urbain.
59. Cependant, les progrès réalisés concernant la taille de la population desservie au cours de la période 1971-1975 compte tenu des objectifs fixés antérieurement ont été revus récemment dans un rapport d'activité pour la première moitié de la décennie, sur lequel on s'est fondée pour proposer de nouveaux objectifs.
60. Pour la région africaine de l'OMS, la situation se présente comme suit :
- "Le pourcentage de la population urbaine desservie par des conduites d'eau en Afrique n'a augmenté que légèrement, passant de 33 p. 100 à 35 p. 100 entre 1970 et 1975. C'est pourquoi un objectif plus réaliste de 45 p. 100 à atteindre d'ici à 1980 est maintenant proposé pour cette région, au lieu de l'objectif global de 60 p. 100 déjà adopté. Le pourcentage de la population urbaine desservie par des fontaines publiques a en fait diminué, tombant de 34 à 29 p. 100. Le nouvel objectif est de 35 p. 100, ce qui donne un objectif urbain total de 80 p. 100, y compris les canalisations et les fontaines publiques. Dans le secteur rural, le pourcentage de la population ayant facilement accès à l'eau saine est passé de 13 p. 100 en 1970 à 21 p. 100 en 1975. En raison de ces progrès, un nouvel objectif de 35 p. 100 est proposé pour 1980" 16/.
61. Même avec ces nouveaux objectifs, la tendance mentionnée plus haut d'un accroissement des effectifs de la population non desservie et d'un accroissement des effectifs desservis restera inchangée.
62. Il est donc nécessaire de revoir les objectifs existants, de façon que la population africaine, aussi bien urbaine que rurale, puisse espérer obtenir un accès facile aux approvisionnements en eau saine d'ici à la fin du siècle.
- 16/ Community water supply and wastewater disposal (Mid-decade progress report), Vingt-neuvième Assemblée de la santé mondiale (Genève, Organisation mondiale de la santé, 1976), point 2.5.5 de l'ordre du jour, document n°A29/12/Rev.1, pages 9-10 de l'anglais.
- Note : La région africaine de l'OMS ne comprend ni l'Algérie ni le Maroc qui font partie de la région de l'Europe, ni les pays suivants : Egypte, Ethiopie, République arabe libyenne, Somalie, Soudan et Tunisie, qui font partie de la région de la Méditerranée orientale.

b) Evacuation des eaux usées

63. Une situation analogue existe en ce qui concerne les systèmes d'évacuation des eaux usées ou de manière plus générale des excréta.

64. D'après l'OMS :

"En 1975, sur l'ensemble de la population urbaine de la région africaine de l'OMS, 13 p. 100 des habitants vivaient dans des logements reliés à des égouts, contre 8 p. 100 en 1970. Sur la base de ces progrès, on estime qu'on pourrait atteindre l'objectif de 20 p. 100 en 1980". "Dans les zones urbaines, 27 millions d'habitants, soit 67 p. 100 du total, étaient desservis par des systèmes de canalisations en 1975. On propose de passer à 75 p. 100 d'ici à 1980. Sur l'ensemble de la population rurale en 1975, 21 p. 100 des habitants disposaient de systèmes d'évacuation des excréta. En 1970, le pourcentage desservi était de 23 p. 100. On propose pour 1980 un objectif de 25 p. 100" 17/.

65. Comme dans le cas de l'approvisionnement en eau des collectivités, il est clair qu'il faut redéfinir les objectifs dans ce secteur également, de façon que toute la population de la région dispose de services essentiels minimaux d'ici à l'an 2000.

c) Généralités

66. Les efforts visant à fournir des systèmes d'évacuation des eaux usées et des excréta n'ont pas correspondu aux efforts visant à fournir de l'eau. Il est souhaitable qu'à l'avenir le secteur de l'approvisionnement en eau et le secteur de l'hygiène progressent de concert.

67. Quand on planifie le développement rural intégré, comme c'est le cas actuellement dans de nombreux pays, le secteur de l'approvisionnement en eau et le secteur de l'hygiène doivent être étroitement intégrés avec les autres mesures de développement économique et social.

68. S'il faut déployer des efforts pour assurer une participation active de la communauté dans le secteur des services d'approvisionnement en eau des collectivités et d'évacuation des excréta, il est indispensable en même temps d'accroître à l'avenir l'assistance extérieure pour assurer des progrès importants.

69. "Les organismes internationaux de prêt, bilatéraux et multilatéraux, devraient envisager d'adapter leurs critères aux conditions économiques et sociales qui prévalent dans les pays bénéficiaires" 18/. Il existe certes plusieurs problèmes d'ordre institutionnel, financier et technologique, mais les problèmes de loin les plus cruciaux sont d'ordre institutionnel et financier, et si ces problèmes pouvaient être résolus, les problèmes d'ordre technologique seraient en grande partie éliminés 19/.

70. Enfin, une recommandation opportune de la Conférence des Nations Unies sur les établissements humains (reproduite à l'annexe XIII du présent rapport) mérite d'être considérée :

"Un approvisionnement en eau saine et l'évacuation des déchets devraient recevoir la priorité afin d'atteindre des objectifs quantitatifs et qualitatifs mesurables bénéficiant à l'ensemble de la population d'ici une date donnée. Toutes les nations devraient fixer des objectifs qui seraient examinés lors de la prochaine Conférence des Nations Unies sur l'eau".

71. A cet égard, un objectif souhaitable qui mérite d'être envisagé, ainsi qu'on l'a suggéré plus haut, serait d'essayer de fournir ces services de base à toute la population, aussi bien urbaine que rurale, d'ici à l'an 2000, ou même avant.

18/ Ibid., page 9 de l'anglais.

19/ Village Water Supply, op. cit., Issues in Village Water Supply (Washington, Banque internationale pour la reconstruction et le développement, 1975), Rapport n° 793.

B. L'utilisation de l'eau dans l'agriculture

72. En ce qui concerne le secteur agricole, il convient d'étudier l'utilisation conjointe des ressources en terre et en eau, dans l'intérêt d'un développement intégré. Outre l'utilisation des terres, l'irrigation est une question importante car c'est elle qui utilise le plus d'eau en général et il faut examiner en même temps tous les problèmes relatifs au drainage, à l'assèchement des marais, à la lutte contre les crues, à l'intrusion de sel, à la lutte contre l'érosion, à la conservation des sols et de l'eau, etc. parce qu'ils relèvent tous de l'utilisation conjointe des terres et de l'eau.

a) Utilisation des terres

73. Si l'on considère la superficie totale de l'Afrique, qui est de 30 310 000 km², l'utilisation des terres est la suivante 20/ :

Terres arables, y compris les terres de culture permanente	2 110 000 km ² (7 p. 100)
Prairies et pâturages permanents	7 920 000 km ² (26 p. 100)
Forêts et bois	6 340 000 km ² (21 p. 100)
Autres terres	13 930 000 km ² (46 p. 100)

74. On peut constater à la lecture de l'annexe XIV que la proportion de terres arables par rapport à la superficie totale de l'Afrique (soit 7 p. 100) est moindre que dans le cas de l'Amérique du Nord et de l'Amérique centrale (12 p. 100), de l'Asie (17 p. 100) et de l'Europe (29 p. 100); elle est en outre moins élevée que la moyenne mondiale, qui est de 11 p. 100.

75. De même, la proportion des forêts et des bois par rapport à la superficie totale de l'Afrique (21 p. 100) est inférieure à la moyenne mondiale, qui est de 30 p. 100, tandis que celle des "autres terres" est plus élevée pour l'Afrique (46 p. 100) que pour tous les autres continents et est supérieure à la moyenne mondiale, qui est de 37 p. 100.

76. Près de la moitié de la superficie des terres africaines est classée comme n'étant ni "terres arables" ni "prairies et pâturages permanents" ni "forêts et bois", ce qui fait ressortir l'importance d'une bonne utilisation des terres et d'une bonne gestion de cette utilisation si l'on veut améliorer la productivité et la production agricoles en Afrique.

20/ Annuaire de la production 1974 (Rome, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, 1975), vol. 28-1.

77. Il n'est donc pas étonnant que de nombreux gouvernements africains attachent une importance considérable à l'utilisation et à la gestion optimales de leurs ressources en terres et en eau. On peut citer ici le cas du Soudan, dont la superficie totale des terres est de 250 millions d'hectares et celle des eaux de 13 millions d'hectares. Les marais et les déserts recouvrent 115 millions d'hectares. On compte qu'en 1975 et 1985 le reste des terres sera utilisé comme suit :

	<u>1975</u>	<u>1985</u>
	(en millions d'hectares)	
Forêts	89	85
Pâturages	23	21
Zones cultivées, avec ou sans irrigation	11	17

78. Si l'on compare les deux groupes de chiffres, on constate une augmentation de la production agricole sur les terres cultivées, avec ou sans irrigation, grâce à la réduction des superficies de forêts et de pâturages.

b) Irrigation

79. Il n'est pas facile d'avoir accès à des données détaillées sur les zones cultivables et cultivées, irrigables et irriguées de tous les pays d'Afrique. Les renseignements sur l'Afrique que fournissent les études mondiale 21/ concernant les possibilités d'accroître la superficie des terres cultivées, avec ou sans irrigation supplémentaires, sur une base régionale ou sous-régionale en Afrique amènent, semble-t-il à tirer des conclusions qui ne sont pas compatibles les unes avec les autres et qui sont en fait fortement divergentes non seulement à cause de la diversité des hypothèses adoptées pour ces études à l'échelon mondial mais aussi à cause de celle des définitions et des approches envers ce que l'on peut considérer comme des terres "arables", "cultivables" ou "irrigables" et des méthodes adoptées pour les estimations. En conséquence, on ne dispose actuellement d'aucune estimation quantitative très sûre pour la région tout entière en ce qui concerne les possibilités d'augmentation des superficies cultivées avec ou sans irrigation - possibilités dont on sait qu'elles sont considérables. Toutefois ces chiffres sont disponibles pour certains pays de la région.

80. Il est donc nécessaire, de toute évidence, d'entreprendre une étude pour rassembler ce genre de renseignements afin de pouvoir établir un plan pour le secteur agricole, qui est d'une importance vitale, et adopter une perspective qui soient l'un et l'autre fondés sur des données scientifiques.

21/ P. Buringh, H.D.J. Van Heems et G.J. Staring, Computation of the Absolute Maximum Food Production of the World (Wageningen, Pays-Bas, Agricultural University, 1975).

81. Toutefois les renseignements disponibles pour 25 pays de la région ont été présentés sous forme de tableaux à l'annexe XV, d'où il ressort que :

- a) Seulement 8 p. 100 de la superficie totale des terres de ces 25 pays sont actuellement cultivés (si l'on considère la superficie cultivée pendant une année donnée, le pourcentage serait moins important; d'autre part ce pourcentage serait plus faible pour la région africaine tout entière);
- b) Environ un quart de cette superficie actuellement cultivée dans ces pays pourrait être irrigué;
- c) Six p. 100 seulement de la superficie actuellement cultivée sont effectivement irrigués (ce pourcentage serait bien moins élevé si l'on excluait du calcul l'Egypte et le Soudan, où l'irrigation est très développée; on sait que la superficie irriguée en Afrique au sud du Sahara est inférieure à 2 p. 100 de la superficie cultivée);
- d) Il est possible de quadrupler au moins la superficie actuellement irriguée.

82. Les pays africains se soucient de plus en plus de développer leur réseau d'irrigation et les études et les enquêtes effectuées sur les projets d'irrigation en 1965 et 1975 en Afrique au sud du Sahara ^{22/} indiquent que la superficie cultivable qui relève du réseau d'irrigation, c'est-à-dire le potentiel d'irrigation des projets, est passée de 2,1 millions d'hectares en 1965 à 3 040 000 hectares en 1975, soit une augmentation d'environ 40 p. 100. La superficie effectivement irriguée par les projets est actuellement moindre. Au cas où on réaliserait pleinement le potentiel d'irrigation de tous les projets qui en sont actuellement à des stades divers d'exécution, on assurerait l'irrigation de 4,3 millions d'hectares. En conséquence, il importe avant tout, si l'on veut développer l'irrigation en vue de l'agriculture, dans la région, de réaliser aussi rapidement et aussi complètement que possible le potentiel des projets entrepris de façon à pouvoir augmenter la production agricole à l'aide des investissements déjà effectués sans avoir besoin de procéder, dans un avenir immédiat, à des investissements supplémentaires pour de nouveaux projets à grande échelle. D'autre part, on pourra entreprendre plus tard de nouveaux projets soigneusement planifiés. L'augmentation des superficies irriguées au moyen de nouveaux projets de ce genre devrait constituer une partie importante de la stratégie d'ensemble adoptée pour le développement de la production agricole totale sur le continent.

83. Les graphiques 2 à 7 démontrent clairement la nécessité de cette stratégie. Le graphique 2 permet de constater que la population de l'Afrique augmente à un rythme plus rapide que celle de l'ensemble du monde. Il ressort du graphique 3 que la production alimentaire par habitant décroît en Afrique, tandis que les graphiques 4 et 5 montrent que non seulement la production alimentaire par habitant diminue mais que la production agricole et la production alimentaire totales de l'Afrique augmentent à un rythme plus faible que dans l'ensemble du monde. On peut en conclure que si l'augmentation de la population fait sans aucun doute baisser les chiffres de la production agricole et de la production alimentaire par habitant, d'autres facteurs interviennent pour limiter le volume de la production agricole africaine en valeur absolue.

^{22/} J.R. Rydzewski (University of Southampton), Irrigation Development in Africa, South of the Sahara (Rome, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, 1974), p. 51.

84. Les projections de la demande globale de produits alimentaires dans les pays en développement de l'Afrique montrent un taux annuel d'augmentation de 3,5 p. 100 tandis que celles de l'offre donnent un taux de croissance de 2,5 p. 100; le déficit augmentera donc au cours des années à venir et il sera nécessaire d'importer des produits alimentaires tandis que le potentiel de production restera en partie inexploité. Le graphique 7 montre que si les exportations de produits agricoles ont légèrement augmenté au cours de la période de 1963 à 1974, les importations de produits agricoles alimentaires ont enregistré une forte augmentation au cours de la même période. La situation des pays africains, qui sont obligés d'importer un volume croissant de produits alimentaires alors qu'ils ont une vocation essentiellement agricole est nettement paradoxale. Les tendances actuelles de la production agricole ne suivent pas le rythme des tendances mondiales ni des besoins croissants de la population et il est donc indispensable d'adopter de toute urgence de nouvelles stratégies pour réaliser le potentiel énorme du continent. L'eau devra constituer l'un des facteurs de base de cette stratégie.

85. L'un des principaux obstacles à l'augmentation de la production agricole est

"L'insuffisance de l'investissement dans l'infrastructure matérielle telle que la mise en valeur des ressources en eau, le drainage, la lutte contre les inondations, la conservation des sols, l'emménagement, la transformation, la mise en valeur des terres, le défrichement, les établissements humains et les routes rurales" 23/.

"La mise en valeur des ressources en eau est nécessaire en Afrique pour qu'il soit possible d'ouvrir de nouvelles terres à la culture et de créer des communautés agricoles sédentaires et plus productives, avec les populations de cultivateurs itinérants et d'éleveurs nomades. Un supplément d'irrigation permettrait l'adoption de variétés à haut rendement et la culture de certains végétaux qui réclament régulièrement une grande quantité d'eau, comme le riz et la canne à sucre.

"La réglementation de l'utilisation de l'eau, qui serait appliquée en quantités exactes au bon moment, ne stimulerait pas seulement la production mais réduirait aussi le gaspillage. L'accroissement des rendements que permettent l'irrigation et l'application d'autres facteurs de production est important par rapport aux rendements obtenus dans les zones de culture sèche où l'on pratique les méthodes traditionnelles de culture" 24/.

23/ "Etude des conditions économiques et sociales en Afrique, 1974", Première partie (E/CN.14/632/Première partie), page 76.

24/ Idem., p. 80.

c) Drainage et assèchement des marais

86. Il y a d'importantes zones marécageuses dans diverses régions de l'Afrique qui provoquent des pertes d'eau au dépens des zones situées en aval. Un des plus grands marécages est le Sudd dans le Soudan méridional et l'on estime qu'environ 42 milliards de mètres cubes d'eau sont perdus annuellement dans cette région (la moitié du total se perd dans le Nil à Assouan). L'accord sur les eaux du Nil conclu en 1959 entre l'Egypte et le Soudan prévoyait des recherches et la formulation de projets pour minimiser ces pertes et utiliser le volume ainsi préservé aux fins de la mise en valeur de ressources en eau tant au Soudan qu'en Egypte. Sur les 42 milliards, 14 milliards sont perdus dans le Bahr El Jebel, 6 milliards dans le Bahr El Zaraf, 8 milliards dans les marécages du Sobat Machar et 14 milliards dans le Bahr El Ghazal. Le canal de dérivation de Jonglei doit être construit en deux étapes; le volume net prévu grâce à cette dérivation est de 4,7 milliards à l'issue de la première étape et de 7 milliards après la deuxième étape. Parmi les mesures prévues dans les marécages du Sobat Machar il convient de citer notamment la construction de réservoirs sur le Baro (volume net prévu : 4 milliards), de digues le long du Baro et d'un canal de dérivation partant de Machar au Nil blanc en passant par Adar (le volume net obtenu à partir des marécages de Sobat Machar sera de 4 milliards). Dans le bassin du Bahr et Ghazal, on prévoit notamment de construire des réservoirs sur les affluents et des canaux de dérivation jusqu'au Bahr el Jebel et jusqu'au Nil blanc, qui permettront de préserver un volume supplémentaire de 7 milliards.

87. La construction du canal de dérivation de Jonglei et les projets d'irrigation constituent des entreprises gigantesques prévoyant des travaux de construction portant sur une décennie et des investissements d'environ 195 millions de dollars des Etats-Unis.

88. Au sud du Sudd il y a des marécages dans le bassin du lac Victoria et les gouvernements intéressés accordent une importance considérable à l'assèchement des marais. Le projet d'assèchement du marais de Yala sur les rives du lac Victoria, au Kenya, en est un exemple, et l'on s'efforce actuellement en Ouganda de cultiver du riz dans des marécages asséchés en utilisant conjointement des techniques de drainage, d'assèchement des marécages et d'irrigation. En Ouganda, 90 328 hectares de terres qui sont gorgées d'eau en permanence ou presque pourraient se prêter au développement agricole si l'on pouvait en réduire la teneur en eau. Par ailleurs, 186 800 hectares de terres, sur lesquelles les précipitations sont insuffisantes, se prêteraient à des travaux de mise en valeur de grande envergure si on les irrigait. Les vastes marécages à l'embouchure du Kagera, en République-Unie de Tanzanie et en Ouganda, ont été étudiés dans le cadre du projet relatif au lac Victoria. Bien que le bassin du Kagera, au Rwanda; au Burundi, en République-Unie de Tanzanie se caractérise par un relief montagneux, il y a d'importants marécages où poussent du papyrus et des roseaux, au fond des vallées inférieures.

89. Dans le bassin du Luapula et aux alentours du lac Bangweulu le bassin supérieur du Congo/Zaire en Zambie, il y a de grandes étendues marécageuses. Celles-ci sont encore plus importantes dans le bassin du Congo/Zaire au Zaïre et dans la République du Congo.

90. L'étude du delta de l'Okavango, qui constitue une importante source d'eau pour le Botswana, est un autre projet important qui devrait être achevé à la fin de 1976, et elle permet de mesurer l'importance que ce delta intérieur présente pour la mise en valeur de l'ensemble du pays. Le volume de l'eau qui se déverse dans les marécages du delta est d'environ 11,99 milliards de mètres cubes et le volume rejeté 600 millions de mètres cubes, ce qui illustre bien l'importance des quantités d'eau qui se perdent dans ces marécages.

91. Il en est de même dans le delta intérieur du Niger. Le volume annuel moyen que le Niger déverse à Koulikoro et celui que le Bani déverse à Douna est de 67 milliards de mètres cubes alors que le volume d'eau qui est rejeté du delta, à Dire, est d'environ 36 milliards de mètres cubes.

92. L'embouchure des fleuves Chari et Logone, là où ils se déversent dans le lac Tchad, constitue également un vaste marécage où se perdent d'énormes quantités d'eau.

93. Il est nécessaire de formuler des plans pour la conservation des ressources en eau pour toutes ces basses terres et zones marécageuses, comme cela a été fait dans le cas des marécages dans la région de Sudd au Soudan méridional.

d) Lutte contre les inondations

94. Les terres qui sont situées le long des rives du Niger, au Mali jusqu'à Mopti, à un niveau inférieur à celui du fleuve sont souvent ravagées par des inondations qui causent des dommages aux cultures, aux exploitations agricoles et au bétail et perturbent les activités quotidiennes pendant la saison des pluies. Des mesures sont prises pour prévoir les crues et les inondations au cours de la saison des pluies en vue de réduire les dégâts causés par les inondations. Des prévisions sont diffusées quotidiennement au cours de la saison des crues afin que les autorités puissent prendre des mesures préventives.

95. Le Nyando, dans le Kenya occidental, déborde périodiquement, en aval du pont d'Ahero avant que le fleuve ne se déverse dans le lac Victoria. En fait, les inondations de 1974 ont nécessité la construction de digues en amont du pont pour prévenir les inondations et les débordements à hauteur du pont. Les crues du Nzoia et du Yala, également au Kenya, causent d'importantes inondations au cours de la saison des crues qui perturbent les activités quotidiennes dans la région.

96. En aval du barrage de Kamuzu sur le Shire, au Malawi, il y a un vaste bassin de réception non régularisé d'où se déversent, pendant la saison des pluies, des quantités d'eau de beaucoup supérieures à celles qui sortent du lac. En temps normal, le débit des crues passe d'environ 2 000 m³/sec. à Matope à plus de 5 000 m³/sec. à Chiromo (aval du Ruco) et en cas d'inondations catastrophiques, il passe de 4 000 m³/sec. à Matope à 14 000 m³/sec. à Chiromo 25/.

25/ N.J. Cochrane, "Lake Nyasa and the River Shire", Proceedings of the Institution of Civil Engineers, vol. 8 (décembre 1957), pages 363 à 382.

97. Dans les régions septentrionales de la République centrafricaine, les cours d'eau débordent au cours de la saison des pluies et inondent une zone d'une superficie allant de 10 à 30 000 km², perturbant ainsi la circulation routière. Les régions septentrionales sont coupées du reste du pays pendant trois à quatre mois de l'année. Dans les régions méridionales de la République centrafricaine, le Lobayé et le Lessé débordent et perturbent les communications ferroviaires dans la région.

98. Les inondations posent également des problèmes dans les bassins fluviaux du Great Ruaba, du Wami, du Pangani et d'autres bassins fluviaux de la République-Unie de Tanzanie.

99. Les typhons tropicaux causent des inondations soudaines dans les pays insulaires comme Madagascar et la Réunion.

100. Ce ne sont là que quelques exemples des répercussions des inondations et des dommages qu'elles provoquent, mais le problème se pose avec plus ou moins d'acuité dans un certain nombre d'autres pays. Dans le cadre de certains projets d'irrigation, il devient nécessaire de mettre en place des services de lutte contre les inondations avant de construire des installations d'irrigation. Des exemples en sont les projets de Tokar et de Gash au Soudan, le projet d'Ambalbe à Madagascar, le projet de Johar en Somalie et quelques projets de moindre envergure au Gabon et au Nigéria septentrional.

101. Bien que le problème de la lutte contre les inondations ne se pose pas d'une manière grave à l'échelle du continent, il soulève cependant des problèmes difficiles de protection et de régularisation dans plusieurs bassins fluviaux de maints pays de la région. D'où la nécessité de tenir compte de cette question dans tout projet ou plan de mise en valeur complète d'un bassin fluvial. Il est également nécessaire de s'intéresser aux mesures, tant structurelles que non structurelles, telles que les projets d'alerte et de prévision des inondations formulés pour réduire les dégâts causés par les inondations.

e) Intrusion d'eau salée

102. L'intrusion d'eau salée provenant de la mer pose des problèmes en ce qui concerne tant les eaux de surface que les eaux souterraines dans certaines régions côtières de plusieurs pays.

103. La Gambie, située dans ce qu'on appelle communément le secteur "maritime" du bassin du fleuve Gambie, souffre des répercussions de l'intrusion d'eau saline jusqu'à environ 290 km à l'intérieur des terres au milieu de la saison sèche. En outre, l'influence des marées se fait sentir jusqu'à 520 km à l'intérieur des terres, en fait jusqu'à la frontière orientale sénégal-gambienne. Ce problème, dû essentiellement à l'inclinaison particulièrement faible du lit du fleuve, a particulièrement retenu l'attention dans le cadre de la planification du programme de mise en valeur du bassin du fleuve Gambie.

104. Parmi les opérations effectuées sur le terrain il convient de citer a) des mesures longitudinales et transversales du profil de salinité à des intervalles déterminés dans toute la zone d'intrusion; b) des mesures du flux et du reflux à certaines stations, et c) des mesures du débit à intervalles réguliers à des stations déterminées. Sur la base de ces mesures, un modèle d'intrusion d'eau salée a été mis au point, qui fait apparaître les caractéristiques ci-après :

- i) Le degré d'intrusion dépend du débit en aval au-delà de la portée des marées;
- ii) Le mouvement des masses d'eau douce et salée est oscillatoire et dépend non seulement du volume d'eau douce mais également du niveau des grandes marées et des marées de morte-eau;
- iii) Au-delà de la limite des eaux salines, il y a un réservoir d'eau douce relié aux eaux souterraines et qui, au cours de la saison sèche, constitue la seule source, encore que limitée, d'eau douce de la Gambie.

105. Les eaux du lac Togo sont saumâtres et salines étant donné que l'eau de la mer pénètre dans le lac à marée haute, et elles ne sont donc pas potables, bien qu'elles soient utilisées à des fins ménagères là où le caractère saumâtre de l'eau n'est pas excessif. Les puits dans la région côtière du Togo contiennent également de l'eau saumâtre étant donné que l'eau de mer s'infiltré dans les nappes aquifères côtières. On observe un phénomène analogue dans certaines régions côtières du Nigéria. On a constaté que l'intrusion d'eau salée dans la lagune de Cotonou, au Bénin, a des répercussions négatives sur la pêche et il a été suggéré de construire un barrage pour retenir l'eau salée à Cotonou. Le problème de la salinité se pose également dans les régions côtières du Gabon.

106. La mise en valeur des ressources en eau en amont des fleuves côtiers a des répercussions très nettes sur le phénomène d'intrusion d'eau salée dans les régions côtières, en ce sens qu'une réduction du volume des eaux en saison sèche risque d'accentuer le problème, alors qu'un accroissement peut avoir un effet bénéfique.

107. Il convient de tenir compte de la question de la lutte contre la salinité dans le cadre des autres utilisations de l'eau des bassins fluviaux où il y a des risques d'intrusion d'eau salée en zone côtière. Lors de la planification, de la conception et de la gestion des projets de mise en valeur des ressources en eau, les répercussions que risque d'avoir l'eau déversée en aval sur l'ampleur de l'intrusion d'eau salée devraient être évaluées et prises dûment en considération, chaque fois que cela s'avère nécessaire.

f) Conservation et gestion des sols et de l'eau

108. Les principes et pratiques de conservation et de gestion des sols et de l'eau revêtent une importance considérable eu égard à la planification et à la mise en valeur des ressources en eau, si on les considère des points de vue ci-après :

- a) Pour prévenir l'érosion des sols par le vent et par l'eau, réduire l'envasement dans les cours d'eau de surface et ainsi prolonger la vie des ouvrages hydrauliques construits sur les cours d'eau;

b) Lutter contre l'érosion et, ainsi, améliorer la réaction hydrologique des bassins fluviaux aux précipitations en influant sur le régime des étiages;

c) Permettre une utilisation conjointe et plus judicieuse des ressources en terre et en eau de façon à contribuer à un accroissement de la productivité et de la production agricoles.

109. Dans un certain nombre de pays de la région il est non seulement possible mais aussi nécessaire de construire un certain nombre de petits barrages et de réservoirs sur les innombrables petits cours d'eau. Ces petits réservoirs auraient un caractère polyvalent dans la mesure où ils contribueraient à la lutte contre l'érosion, retiendraient des réserves d'eau potable à l'intention des habitants et du bétail et permettraient l'irrigation et la production d'énergie hydraulique sur une petite échelle dans les régions rurales.

110. Du point de vue socio-économique, un tel programme prévoyant la construction de petits barrages, la construction de buttes et des travaux de labourage respectant les courbes de niveau, l'aménagement de terrasses etc., permettrait de mobiliser la population rurale, d'assurer sa participation active au processus de développement, de créer des possibilités d'emploi dans les régions rurales, ce qui influencerait considérablement sur les structures et les tendances des mouvements migratoires dans les régions rurales et entre les différents pays. Les technologies utilisées seraient des technologies peu coûteuses et à forte intensité de main-d'oeuvre, et il ne serait par conséquent pas nécessaire d'importer des technologies, des capitaux, du matériel ou de l'équipement étrangers.

111. Il est indispensable d'exécuter des programmes de ce genre dans la plupart des pays africains, mais ils revêtent une importance et un intérêt particuliers dans les zones arides et semi-arides de la région du Sahel.

C. Utilisation de l'eau dans l'industrie

112. L'utilisation de l'eau dans l'industrie augmentera sans aucun doute à l'avenir avec l'accroissement planifié de la production industrielle des pays d'Afrique. Les planificateurs et responsables politiques de l'Afrique accordent une importance considérable à l'accroissement de la production industrielle au cours des périodes successives de leurs plans. En fait, la Stratégie internationale du développement de la deuxième Décennie des Nations Unies pour le développement, lancée en 1971, prévoit, pour les pays en développement, un taux de croissance annuel moyen de 8 p. 100 pour la production industrielle, dont la part devrait atteindre 25 p. 100 d'ici l'an 2 000, conformément à la Déclaration et au Plan d'action de Lima concernant le développement et la coopération industriels adoptés par la deuxième Conférence générale de l'ONUDI à Lima (Pérou) en mars 1975. Sur le chiffre de 8 p. 100 fixé pour la présente décennie, la part de l'industrie africaine est de 0,6 p. 100, alors que la part de l'Afrique dans le pourcentage global de 25 p. 100 d'ici à la fin du siècle, est de 2 p. 100. Il en ressort que la production industrielle de l'Afrique devra plus que tripler au cours des deux prochaines décennies conformément aux taux fixés par les pays de la région, en ce qui concerne le développement industriel. Cet accroissement de la production industrielle entraînerait une demande proportionnelle de quantités adéquates d'eau. Bien que les décisions concernant l'emplacement des nouvelles industries dépendront des conditions du marché, des matières premières disponibles et des frais de transport dans

les différentes sous-régions du continent, il peut souvent arriver que des facteurs relatifs à la quantité et à la qualité de l'eau jouent un rôle important dans les décisions relatives à l'emplacement des industries dans les différentes sous-régions ou les différents pays.

113. Il est par conséquent normal que les pays de la région accordent de plus en plus d'importance à l'évaluation et à la planification de leurs besoins en ce qui concerne la demande d'eau aux fins du développement industriel. Par exemple, l'Algérie, le Botswana et le Ghana ont déterminé de façon détaillée les besoins en eau de leur industrie pour chacune des subdivisions de leur territoire et pour chacune des deux prochaines décennies. (Voir annexes XVI, XVII et XVIII).

114. La demande d'eau à usage industriel en Algérie est estimée à 124 millions de mètres cubes. Au Botswana, on estime que l'industrie aura besoin en 1982 d'environ 57 millions de mètres cubes, volume qui passera, probablement, à 193 millions de mètres cubes d'ici à 2 002. Une autre question qui retient l'attention au Botswana est que les projections font apparaître que la consommation d'eau par l'industrie en 1982 sera supérieure à la consommation dans les régions rurales ou urbaines et correspondra presque au volume global de l'eau utilisée tant à la campagne qu'en ville, comme il ressort des chiffres ci-après :

Eau à usage industriel en 1982	- - - -	57 millions de mètres cubes
Besoins en eau des collectivités rurales en 1982	- - - - -	44 millions de mètres cubes
Besoins en eau des collectivités urbaines en 1982	- - - - -	12 millions de mètres cubes

115. L'importance de l'utilisation de l'eau par l'industrie au Botswana est attestée aussi par le fait que la communauté minière de Dukwe (Sua Pan) procède au recyclage de l'eau. Dans le cadre du projet de soudière de Sua, on envisage de mettre en place des installations intégrées de production de vapeur et d'utiliser les zones d'évaporation comme source secondaire de refroidissement.

116. Dans le cas du Ghana (annexe XVIII), les niveaux, indiqués ci-après, de la demande d'eau à des fins industrielles ont été prévus pour les industries fabriquant des biens de consommation, les industries extractives et les industries alimentaires.

Année	(Ghana Water and Sewerage Corporation - GWSC)	Auto-approvisionnement	Total
	(en milliers de mètres cubes)		
1970	6 150	1 968	8 128
1980	9 594	2 214	11 808
2 000	28 290	4 921 722	4 950 012 ^{a/}

^{a/} Ces chiffres comprennent les 4 milliards 920 millions de mètres cubes correspondant aux besoins estimatifs en eau de refroidissement des centrales thermiques du bassin inférieur de la Volta.

117. Au Malawi la consommation industrielle d'eau obtenue par extraction directe représente 0,1 p. 100, d'après les estimations, de la consommation d'eau totale (soit environ 350 millions de mètres cubes, alors que pour la ville de Blantyre la consommation industrielle atteint un tiers de la consommation domestique.

118. D'après les estimations du Togo, les industries textiles et les secteurs du ciment et des phosphates consommeront, au cours de la prochaine décennie entre 2 et 4 millions de mètres cubes d'eau.

119. Actuellement le volume prélevé au fil de l'eau par l'industrie au Swaziland est de 12 362 000 mètres cubes, et le pays prévoit une consommation supplémentaire de 3,6 millions de mètres cubes, ce qui rendra nécessaire la création de réservoirs. La quantité d'eau recyclée par l'industrie au Swaziland est peu importante.

120. Au Tchad, les usines textiles de Sarh, la sucrerie de Banda, les brasseries Logne de Moundou et les 20 usines de la Cotonchad figurant parmi les consommateurs d'eau les plus importants. En 1975 la consommation d'eau quotidienne de l'industrie était estimée à 13 000 mètres cubes, ce qui représente un volume annuel de 5 millions de mètres cubes environ.

121. En Mauritanie ce sont les industries minière, métallurgique et pétro-chimique qui ont besoin de grandes quantités d'eau. La consommation annuelle des mines de cuivre de Akjoujt est estimée à 2,2 millions de mètres cubes. L'eau est également nécessaire à la prospection des gisements de Sivé (phosphates), de Selibaby (or et minerai de chrome) et de Boghé (cuivre). Il en va de même en ce qui concerne les gisements de minerai de fer de Tasiast, Zonérat et F³Derick ainsi que pour la prospection d'autres régions à l'extrême nord et au centre du pays qui seraient dotées de gisements de minéraux. Les besoins en eau des complexes métallurgique et pétrochimique de Nouadhibou, en pleine expansion, ne cessent de croître (la consommation sera d'après les estimations, de 1,7 million de mètres cubes en 1980).

122. On peut inférer à partir des exemples du Tchad et de la Mauritanie que la mise en valeur du potentiel industriel des pays du Sahel est de toute évidence étroitement liée à l'exploitation des ressources en eau de la région et que la présence d'eau encouragera dans une large mesure la croissance de nouvelles industries dans les pays victimes de la sécheresse.

123. Indépendamment des cas dont il vient d'être fait état, faisant apparaître l'importance que ne cesse de prendre la consommation d'eau à des fins industrielles et l'intérêt croissant que l'on porte à l'évaluation des besoins actuels et futurs dans ce secteur, il s'agit là d'un problème concernant les différents pays, bassins fluviaux, sous-régions et régions qu'il faut étudier, plus que par le passé, d'une manière approfondie, plus systématiquement, plus en détail et dans son ensemble, tant du point de vue quantitatif que qualitatif.

D. Développement du secteur de l'énergie hydro-électrique

124. Au tableau ci-après sont indiquées les potentialités dans le domaine de la production d'énergie hydro-électrique en Afrique et l'importance de l'exploitation actuelle de cette source d'énergie 26/.

Rubrique	Afrique	Monde	Part de l'Afrique dans le monde (en pourcentage)
Puissance hydro-électrique potentielle (MW)	200 000	565 000	35,4
Puissance installée (MW) 1974	9 050	340 000	2,7
1975	11 250
Puissance installée par rapport à la puissance hydro-électrique poten- tielle (1975) (en pourcentage)	5,6
Potentiel hydro-électrique (en milliards de kWh) (théorique)	2 690	6 540	41
(exploitable)	1 630	5 000	33
Production effective d'énergie hydro- électrique (en milliards de kWh) (1974)	34	1 433	2,4
Production effective par rapport à la puissance potentielle exploitable	1	30	7

125. Il ressort des chiffres susmentionnés que l'Afrique dispose du tiers du potentiel mondial d'énergie hydro-électrique, que ce potentiel soit exprimé sous forme de puissance installée en MW, ou en millions de kWh.

126. On sait que le potentiel de l'Afrique par habitant est trois fois supérieur à la moyenne mondiale, si on l'exprime par unité de surface, il représente une fois et demi environ le potentiel mondial moyen.

26/ "Evaluation de la situation énergétique en Afrique et de ses perspectives futures", (E/CN.14/NRSTD/E/2); "Développement et perspectives de l'énergie électrique en Afrique" (E/CN.14/NRSTD/E/3); "Les ressources énergétiques de l'Afrique" (E/CN.14/NRSTD/E/4).

127. La puissance installée de toutes les centrales hydro-électriques d'Afrique représente à peine 5,6 p. 100 environ de la puissance potentielle. En 1974 l'énergie hydro-électrique produite par les centrales africaines a été de 34 milliards de kWh, alors que le potentiel hydro-électrique exploitable est de 1 630 milliards de kWh, ce qui donne un rapport d'environ 2 p. 100. Ces chiffres font apparaître l'énorme retard que l'Afrique doit combler au cours des années à venir en ce qui concerne le développement de la production d'énergie hydro-électrique.

128. La part de l'énergie hydro-électrique dans la production totale d'électricité n'a cessé de croître en Afrique, passant de 22,9 p. 100 en 1963 à 28,4 p. 100 en 1974 (voir graphique 8). Il est probable qu'à l'avenir la tendance consistant à accorder de plus en plus d'importance à la production d'énergie hydro-électrique de préférence à d'autres formes d'énergie ira s'accroissant à mesure que se précisera la situation énergétique internationale. En fait, les gouvernements de certains pays de la région, dont le Nigéria, l'Ouganda, la République-Unie du Cameroun et le Zaïre, accordent déjà, dans le cadre de la planification, la priorité au développement de la production d'énergie hydro-électrique de préférence à d'autres formes d'énergie, compte tenu des conditions particulières qu'ils connaissent sur leur territoire. Les études menées à bien avaient dans la plupart des cas un objectif précis à savoir : alimenter les centres urbains et les installations minières ou industrielles, définir les types de demandes à satisfaire et déterminer les lieux de consommation, ce qui limitait la recherche, tant du point de vue de la puissance à installer que de la zone géographique à prospecter 27/.

129. Il est donc nécessaire d'entreprendre des études systématiques et complètes aux fins de la mise en valeur du potentiel hydro-électrique à l'échelon sous-régional ou à celui des bassins fluviaux, pour surmonter les difficultés résultant de la pénurie de ressources humaines et financières, et plus particulièrement les problèmes liés au développement de la consommation ainsi qu'au transport et à la distribution de l'électricité tout en considérant la production d'énergie hydro-électrique comme un élément important de la mise en valeur polyvalente des ressources en eau de l'Afrique.

130. On trouvera à l'annexe XIX l'inventaire des centrales hydro-électriques en Afrique (en service, en cours de construction ou à l'étude).

E. Transport sur les voies navigables intérieures

131. Les voies navigables intérieures constituent un important élément des réseaux de transport de l'Afrique et jouent un rôle déterminant dans la vie économique des pays du continent. L'entretien et l'amélioration des voies navigables revêtent une importance particulière pour les nombreux pays enclavés de la région. Sur les 28 pays sans littoral du globe l'Afrique n'en compte pas moins de 14.

27/ R. Braquaval, "Les diverses sources d'énergie : leurs applications aux pays en voie de développement", Industries et travaux d'Outremer, n° 253 (décembre 1974), p. 1055.

132. D'après les estimations il y a environ 13 000 km de cours d'eau navigables au Zaïre, pays dont le réseau de voies navigables est considéré comme le plus important de l'Afrique tropicale 28/.

133. En Afrique de l'Ouest, le fleuve Niger joue un rôle important dans le transport en vrac de l'huile de palme, du bois d'oeuvre, des arachides et des produits dérivés du pétrole. Le réseau de voies navigables du Nigéria est très étendu, de l'ordre de 6 à 7 000 km; le fleuve Niger et son principal affluent le Benue ont une longueur d'environ 2 000 km. L'importance des voies navigables pour le Nigéria apparaît clairement quand on sait qu'environ 300 000 tonnes de marchandises étaient transportées annuellement par des sociétés privées aujourd'hui nationalisées. L'organisme actuellement responsable de cette activité est la Central Inland Water Transportation Company (Compagnie centrale des transports par voies navigables) qui est la propriété de six Etats de la Fédération. L'abaissement du niveau des eaux par suite d'une sécheresse prolongée a entraîné une diminution du trafic sur les voies navigables. Cependant ce mode de transport prend de l'importance du fait que l'on envisage de construire un complexe métallurgique à Ajaokuta ainsi que d'autres entreprises industrielles qui entreront en exploitation au cours du troisième plan. L'organisme public responsable de la gestion des voies navigables intérieures est le Inland Waterways Department (Département des voies navigables) du Ministère fédéral des transports. Ce département se propose d'entreprendre le dragage des cours d'eau et des travaux d'amélioration sur un certain nombre de tronçons des principales voies où la navigation est difficile. Afin de disposer de renseignements plus récents sur les lits des cours d'eau, un programme sera entrepris ayant pour objet l'établissement de cartes de bassins fluviaux et de bassins d'inondation; on disposera de la sorte de nouvelles cartes et parmi les anciennes certaines seront mises à jour 29/.

134. En Zambie il est nécessaire de développer les transports par voies navigables dans les zones où la population dépend complètement ou en grande partie de ce mode de transport. Ces zones se limitent à certaines parties du Zambèze et de la plaine d'inondation qu'il arrose, au lac Bangweulu et aux marécages voisins, à l'estuaire du Luapula et au lac Mweru, à la zone marécageuse de Lukanga et au lac Tanganyika. Dans ces zones sont entreprises des opérations de dégagement à savoir : dragage, curage et désherbage et l'on assure la conservation des eaux pour faciliter le transport. Alors que cette conservation est du ressort du Department of Water Affairs (Département des eaux), l'entretien et la gestion des ports fluviaux et lacustres sont assurés par le Ministry of Power, Transport and Works (Ministère de l'énergie, des transports et des travaux publics).

135. En République centrafricaine les deux principales voies navigables sont l'Oubangui, jusqu'à Kembé, et le Sangha, par lesquels sont acheminées les importations et les exportations; le flottage du bois est effectué sur le Sangha. Des bateaux pouvant atteindre près de 450 tonneaux font la navette sur ces deux cours d'eau.

28/ Waku M., "Rôle et fonction des services hydrologiques au Zaïre : leur organisation interne", document établi pour la Réunion d'experts sur les problèmes hydrologiques en Afrique, Addis-Abéba, 15-18 septembre 1976.

29/ Renseignements extraits du troisième Plan quinquennal de développement du Nigéria.

136. Les voies habituellement navigables au Soudan sont le Grand Nil, de Kerima à Kerma (280 km), le Nil Blanc et le Bahr El Jebel, de Khartoum à Juba (1 765 km). Des transports saisonniers sont également assurés sur le Sobat (550 km), le Bahr El Ghazal (600 km) et le Nil Bleu, de Suki à Er Roseires (200 km). Les principaux obstacles à la navigation sont constitués par les gorges, les rapides et les cataractes sur le Grand Nil et la partie supérieure du Bahr El Jebel, par l'insuffisance du débit au cours de la saison sèche, la présence de gués, d'écueils et de hauts fonds ainsi que par les jacinthes flottant à la surface des eaux sur certaines portions du Nil Blanc. Le Grand Nil est également utilisé comme voie navigable en Egypte.

137. L'importance de la navigation intérieure en République-Unie du Cameroun est illustrée par la diversité des marchandises transportées sur les huit cours d'eau ci-après :

Lokundja (Kribi) : 1 600 km - flottage du bois et pêche;

Ntem (Campro) -- transport par ferry;

Mbam (Goura) - 75 km; transport de bananes, de pétrole et de minéraux;

Wouri (Douala) -- services portuaires, bateaux à moteur et bâtiments de plaisance;

Bimbia (Tiko) - transport de bananes;

Mémé - transport de passagers;

Benoué (Garcua) -- en 1974, 24 000 tonnes de marchandises ont été transportées entre la République-Unie du Cameroun et le Nigéria;

Sanaga (Edéa) - navigation possible entre Edéa et la mer; il s'agit du fleuve le plus long du pays.

138. La Gambie est navigable de l'estuaire à la frontière. Sur le Sénégal des petites embarcations assurant le transport toute l'année de St. Louis à Podor (280 km) ainsi que sur le Kayes durant une période limitée. La navigation est possible sur des portions réduites du Rufigi et du Tana qui coulent vers l'est.

139. Outre les cours d'eau mentionnés précédemment, les lacs africains sont particulièrement intéressants du point de vue des transports. Sur le lac Victoria le volume des marchandises transportées s'élève à un demi million de tonnes. Les lacs Tanganyika, Malawi, Idi Amin Dada et Mobutu Sese Seko ainsi que divers autres lacs sont également utilisés pour les transports.

140. Sur la moitié de la côte de la Côte d'Ivoire un canal permet la navigation entre les lagunes et favorise l'embarquement des marchandises en divers endroits et leur débarquement à Abidjan, à peu de frais. Au Bénin, Porto Novo est relié à Lagos par des Lagunes.

141. Un certain nombre de lacs artificiels tels que les lacs Nasser et Volta sont également aménagés pour la navigation. Le bassin de retenue de la Volta permet d'assurer, à peu de frais, le transport du lac jusqu'au nord du pays.

142. Les possibilités d'amélioration des voies navigables intérieures du continent africain restent considérables et le potentiel que représentent ces voies doit être exploité en tant que partie intégrante de la mise en valeur globale et polyvalente des réseaux fluviaux et lacustres d'Afrique. Lorsque la navigation est en jeu et que les baisses de niveau empêchent toute navigation pendant la saison sèche, il convient de concevoir les ouvrages en amont de façon à maintenir en aval des tirants minimaux permettant une navigation ininterrompue. Toutes les propositions concernant la dérivation de volumes d'eau entre bassins fluviaux ou la création d'une série de bassins retenue sur les cours d'eau principaux ou leurs affluents, devraient prévoir l'écoulement en aval d'un volume d'eau suffisant pour assurer des tirants d'eau minimaux. Bien que ne constituant pas une consommation ou des prélèvements d'eau sur les bassins fluviaux, ces volumes correspondent à des demandes ponctuelles importantes qui devraient être un élément de la mise en valeur intégrée des bassins fluviaux. Parallèlement il conviendrait de s'intéresser à l'amélioration des lits des cours d'eau et de prévoir des écluses aux fins de navigation lorsque des ouvrages tels que des barrages de divers types contrarient le débit naturel des cours d'eau.

III. Niveau actuel d'utilisation des ressources en eau

A. Alimentation en eau des collectivités

143. Sur une population urbaine d'environ 70 millions d'habitants que comptaient en 1970 les pays d'Afrique étudiés par l'OMS, les statistiques dont on dispose semblent indiquer qu'environ 51 millions de personnes étaient desservies en eau par des raccordements individuels ou par des fontaines publiques. Si l'on adopte pour la consommation moyenne par habitant le chiffre de 200 litres par jour dans le cas des raccordements individuels et de 35 litres par jour dans celui des fontaines publiques, il est sans doute raisonnable de fixer la moyenne générale à environ 100 litres par personne et par jour en vue de calculer la consommation totale d'eau de la population urbaine. Cela donnerait un total d'environ 2 milliards de mètres cubes d'eau pour la population urbaine de l'Afrique en 1970. La population urbaine qui a accès relativement facilement à de l'eau saine s'élève à environ 40 millions de personnes au total et sa consommation serait environ la moitié d'un milliard de mètres cubes d'eau, si l'on suppose une consommation par habitant de 25 litres par jour en moyenne. Cela représenterait une consommation totale d'environ 2 milliards et demi de mètres cubes d'eau en Afrique en 1970.

B. Irrigation

144. D'autre part, la superficie totale irriguée en Afrique est de l'ordre de 8 millions d'hectares, sur une superficie cultivée totale d'environ 150 millions d'hectares, soit une proportion de 5 p. 100, ce qui correspond sans doute à une consommation d'environ 80 à 90 milliards de mètres cubes d'eau.

C. Energie hydraulique

145. Dans le domaine de l'énergie hydraulique, la puissance installée est d'environ 5,6 p. 100 du potentiel final (11 250 MW sur 200 000 MW).

D. Utilisation totale

146. L'utilisation totale de l'eau c'est-à-dire le volume total d'eau utilisé par les collectivités et par l'irrigation est de l'ordre de 80 à 90 milliards de mètres cubes. La consommation d'eau de l'industrie paraît peu importante par comparaison et on peut la considérer comme comprise dans ce chiffre. En d'autres termes, il semble qu'environ 4 p. 100 seulement des ressources en eau de l'Afrique sont actuellement utilisés (si l'on fixe le total de ces ressources à environ 2 480 milliards de mètres cubes). Près de 96 p. 100 de ces ressources disparaissent dans l'océan sans avoir été utilisés.

147. Ces chiffres, concernant les ressources et leur niveau actuel d'utilisation, sont très approximatifs et sont fondés sur un certain nombre d'hypothèses mais ils servent à démontrer, tout au moins grossièrement, que, malgré le lancement de grands projets d'irrigation, et de production d'énergie hydraulique et de grands projets à fins multiples, on a à peine commencé à mettre les ressources disponibles au service du développement économique et social de l'Afrique.

IV. Les méthodes de projection de la demande

148. De nombreux pays de la région se sont efforcés de faire des projections de la demande d'eau classée selon ses différentes fins : l'approvisionnement en eau aux fins domestiques, l'élevage, l'irrigation, l'industrie etc.. (voir annexe XX). Dans une certaine mesure il est nécessaire d'intégrer ces projections dans le processus de planification que constituent la formulation et l'application de plans successifs dans différents pays. D'autre part, les techniques de projection en raison de leur nature même ne peuvent pas être très rigides ni très précises, étant donné les hypothèses sur lesquelles elles reposent sont le reflet des politiques d'ensemble de développement économique et social que les gouvernements veulent appliquer et qui sont susceptibles d'être modifiées de temps à autre.

149. Certains pays ont déjà élaboré des plans à long terme pour l'approvisionnement en eau des zones rurales, tandis que d'autres en sont au stade de l'élaboration de plans directeurs nationaux pour l'eau, qui portent sur l'approvisionnement en eau à des fins domestiques ainsi que sur les autres utilisations. Dans certains cas, on considère la demande d'eau des zones rurales comme faisant partie de la demande totale d'eau dans le secteur rural, élevage y compris. De même, certains pays étudient conjointement la question de l'eau à usage industriel et celle de l'approvisionnement en eau des zones urbaines alors que dans d'autres les deux questions restent distinctes. Dans certains Etats côtiers, la perspective d'une intrusion de sel impose un plafond aux prélèvements en amont pour quelque usage que ce soit - pour les besoins domestiques ou pour l'agriculture - ce qui fait que la technique des projections de la demande doit être modifiée pour en tenir compte. En tout état de cause, les niveaux de consommation par habitant qui seront adoptés comme normes futures comportent plusieurs variantes ce qui ne permet guère d'établir des projections très rigoureuses.

150. En conséquence, il est nécessaire de mettre au point des critères communs pour les projections de la demande qui soient assez souples pour varier selon les cas de manière à pouvoir s'adapter à des besoins régionaux précis.

151. Une manière de simplifier le problème semble être de préciser des objectifs concrets qui serviront de base à la planification économique, c'est-à-dire le nombre des personnes à qui on doit assurer un accès raisonnable à une eau potable saine dans les zones rurales ou urbaines pendant des périodes de temps délimitées qui doivent coïncider avec les plans, la région à desservir par l'irrigation ou l'énergie à produire. Dans ce dernier cas, les projections de la demande exigeraient des études sur la charge à l'échelle régionale, qui pourraient dépasser les frontières nationales ou les limites des bassins fluviaux.

V. Sécheresse

152. On ne saurait rendre compte de façon complète des problèmes de la mise en valeur des ressources en eau de l'Afrique sans mentionner en détail les problèmes posés par la sécheresse qui a sévi pendant des périodes prolongées, dans de vastes régions,

surtout dans les pays de la région du Sahel : Gambie, Haute-Volta, Mali, Mauritanie, Niger, Sénégal et Tchad. La sécheresse la plus grave de ces dernières années celle de 1973, due au fait qu'il n'avait pas plu au cours des trois années précédentes; l'effondrement de l'économie fragile de ces pays; la détérioration générale de l'environnement, y compris la détérioration matérielle, sociale et économique des structures et des services dans les pays touchés; la perte d'innombrables vies humaines et de bétail, sans parler de la misère des survivants; les opérations de secours d'urgence si généreusement entreprises non seulement par les organismes des Nations Unies mais aussi par les pays africains frères et par la grande communauté internationale; la création du Comité permanent inter-Etats de lutte contre la sécheresse dans le Sahel (CILSS) destiné à fournir le cadre d'une action concertée à l'échelon sous-régional et à coordonner les efforts des divers pays et la création d'un Bureau des Nations Unies pour le Sahel chargé d'aider d'aider le CILSS - tout cela fait partie de l'histoire récente ou actuelle, si bien qu'il n'est pas nécessaire d'en faire mention de façon détaillée dans ce contexte.

153. Toutefois il est sans conteste utile d'étudier et d'évaluer dans le présent rapport la part des programmes concernant l'eau dans la programmation et la planification d'ensemble des activités de lutte contre la sécheresse. Le CILSS a établi un mémoire contenant environ 120 propositions de projets à moyen et à long termes représentant un coût total de 1 milliard de dollars des Etats-Unis, qui constituent le programme de base du CILSS pour le relèvement de la zone sahélienne. Cinquante-deux autres projets prioritaires ont été choisis pour lesquels le CILSS a prié le Bureau des Nations Unies pour le Sahel de demander une assistance. Sur ces 52 projets prioritaires, 22 concernent le secteur de l'eau; 5 portent sur la sous-région tout entière et les 17 autres sont des projets nationaux. On trouvera des détails sur ces projets à l'annexe XXI. Exécuter ces projets est naturellement de la plus grande importance pour le relèvement économique des pays du Sahel.

154. Malgré les efforts accomplis, seul un très petit nombre de projets d'aménagement de cours d'eau ou de production d'énergie hydraulique ou d'irrigation à grande échelle a été achevé jusqu'à maintenant. De nombreuses régions urbaines et rurales n'ont pas assez d'eau potable et d'eau à usages domestiques à leur disposition. Au rythme actuel, il faudrait plusieurs décennies pour satisfaire certains besoins élémentaires de la population de la sous-région, à moins qu'on n'accomplisse des progrès spectaculaires dans la mise en valeur des ressources en eau, ce qui suppose une injection massive de connaissances techniques et de capital et avant tout de gros efforts de planification régionale du développement dans le domaine des ressources en eau 30/. Littéralement, la sécheresse est constituée par l'absence d'eau et on ne peut lutter contre elle qu'en faisant surgir de l'eau dans ces régions. Il faut donc considérer la mise en valeur des ressources en eau comme l'élément clé de la lutte contre la sécheresse au Sahel. Cela étant, on pourrait envisager les mesures suivantes comme base d'une action future :

30/ "Water management : outline analysis of water management problem area : Sudano-Sahelian Zone" (ST/550/11), p. 11.

- a) Il faudra définir clairement la politique de l'eau dans la région et établir un programme complet de mise en valeur et de gestion des ressources en eau de la région décrivant brièvement des objectifs précis pour l'avenir, à la fois à long et à court termes.
- b) Il faut organiser aussi rapidement que possible une assistance financière pour achever les projets prioritaires déjà indiqués par le CILSS;
- c) Il faut intensifier la prospection des eaux souterraines et entreprendre un programme important de choix de l'emplacement de puits et de forages à effectuer;
- d) Il faut prendre des dispositions en vue de l'entretien des puits existants et de la création de nouveaux puits, en faisant appel aux ressources et à la participation de la population des zones rurales, selon le principe de l'effort personnel, complété par une aide de l'Etat;
- e) Il faudrait terminer aussi rapidement que possible des études de faisabilité pour des projets visant à la mise en valeur des eaux de surface, par exemple :
- i) La planification de la mise en valeur du bassin du Sénégal qui a déjà atteint un stade avancé;
 - ii) Des emplacements de barrage ayant un potentiel de mise en valeur polyvalente dans le bassin du Niger, outre le projet de Selingué dont on cherche actuellement à obtenir le financement;
 - iii) La mise en valeur intégrée du bassin de la Volta, avec de vastes bassins d'affluent dans la région du Sahel;
 - iv) Des études de faisabilité détaillées dans les bassins du Logone et du Chari pour des projets identifiés au cours d'études de planification antérieures, comme les projets de Koumban et de Gore;
 - v) Des projets portant sur la partie nigérienne du bassin du lac Tchad identifiés au cours d'études antérieures.
- f) Il faudrait construire sans délai le barrage de Selingué (volume d'accumulation : 1,25 milliard de mètres cubes) sur le Sankarani, affluent du Niger et du barrage de Manantali (barrage-réservoir de 12 milliards de mètres cubes) sur le Bafing qui est un affluent du Sénégal (on a déjà pris, en principe, la décision d'entreprendre ces deux projets);
- g) Il serait bon de formuler des plans quinquennaux et décennaux et des plans prospectifs pour la mise en valeur des ressources en eau de la région du Sahel, compte tenu des propositions et des activités des trois commissions pour le Niger, le Sénégal et le lac Tchad et du secrétariat permanent sénégalais.

155. A ce stade il est intéressant de noter que si la sécheresse est très grave dans les pays de l'Afrique de l'Ouest mentionnés ci-dessus, son incidence n'est aucunement limitée à ces pays.

156. Les régions d'Afrique où les précipitations sont extrêmement variables et inférieures en moyenne à 1 000 mm par an et ayant un potentiel d'évapo-transpiration égal à deux fois la moyenne des précipitations doivent être considérées comme remplissant marginalement les conditions voulues pour une agriculture n'ayant pas besoin d'irrigation et comme étant sujettes par conséquent à la sécheresse à des degrés divers de gravité et de fréquence. Ces régions sujettes à la sécheresse en Afrique sont :

- a) En Afrique du Nord, au nord du 30° de latitude nord;
- b) En Afrique tropicale, entre 10° et 20° de latitude nord;
- c) En Afrique orientale, de vastes parties du Soudan, de l'Ethiopie, de la Somalie, du Kenya, de la République-Unie de Tanzanie, du Mozambique et le sud-ouest de Madagascar;
- d) En Afrique centrale et australe : en Zambie, en Rhodésie du Sud et au Botswana;
- e) En Namibie et en Angola.

157. L'annexe XXII montre les principales régions présentant des déficits connus importants, en pourcentage, par rapport aux précipitations annuelles normales au cours des années 1968-1973.

158. En examinant cette annexe on constatera que de grandes régions, dans presque toutes les parties de l'Afrique, sont touchées par la sécheresse ou y sont sujettes.

159. Des programmes similaires à ceux du CILSS devraient être établis et appliqués dans toutes les régions d'Afrique touchées par la sécheresse ou sujettes à la sécheresse. Dans la formulation de ces programmes, il faudrait accorder l'attention qui convient à l'organisation des services hydrologiques, afin qu'ils puissent se consacrer à la mise en valeur des ressources en eau de surface et en eaux souterraines et contribuent ainsi à diminuer les souffrances humaines et à libérer l'agriculture africaine qui dépend presque entièrement actuellement de précipitations souvent fort irrégulières.

VI. Problèmes de planification

A. Buts et objectifs

160. La définition des objectifs et la détermination des buts ou tâches à réaliser pendant une certaine période de temps est la première condition préalable nécessaire pour amorcer le processus de planification dans tous les domaines de l'activité humaine et c'est également vrai en ce qui concerne la mise en valeur des ressources en eau. Si la définition de ces buts ou objectifs n'est pas une fin en soi, ils donnent toutefois une idée de l'orientation nécessaire que l'on souhaite donner aux projets de développement et fournissent le cadre fondamental dans lequel s'inscrivent les différentes étapes de la planification.

161. L'examen, à la section II de la deuxième partie, de l'utilisation et de la mise en valeur des ressources en eau dans les divers secteurs constitutifs a montré que dans un certain nombre de secteurs il est nécessaire de définir ces objectifs étant donné qu'il n'y en a pas pour l'instant et que dans les secteurs pour lesquels certains objectifs ont été fixés, il faut réévaluer les besoins et modifier en conséquence les objectifs établis. Il est incontestablement souhaitable que les pays eux-mêmes définissent leurs propres objectifs qui pourront servir de base à une synthèse régionale. Si cela est essentiel, même s'il faut un certain temps pour y parvenir, pour une planification systématique du développement à l'avenir, il serait néanmoins peut-être intéressant entre-temps de donner une définition générale des objectifs de planification, du moins dans certains secteurs, susceptibles d'être appliqués de façon globale à la région dans son ensemble, et qui risquent sans aucun doute d'être modifiés ou ultérieurement adaptés en fonction des besoins naissants et des situations nouvelles.

162. Si l'on prend par exemple le secteur de l'approvisionnement en eau des collectivités et de l'évacuation des eaux usées, l'analyse de la situation dans la section IIA a fait ressortir la nécessité de redéfinir les buts et objectifs dans ce secteur afin de fournir, au moins vers l'an 2000, à toute la population de la région tant urbaine que rurale, les installations minimales essentielles et des services d'approvisionnement en eau saine et d'évacuation des eaux usées. Si cet objectif est ainsi redéfini, il faudra planifier à nouveau tous les futurs programmes de développement et prendre toutes les mesures possibles pour aider à réaliser cet objectif.

163. De même, dans le domaine du développement agricole, il est peut-être souhaitable d'envisager d'établir comme objectif d'augmenter assez la production pour qu'il soit inutile de recourir aux importations comme c'est le cas actuellement par exemple au cours de la prochaine décennie, et cela étant de se fixer comme objectif pour 1985 de quadrupler au moins la superficie irriguée ce qui, on le sait, est possible. Là encore, l'objectif étant ainsi défini, il faudra élaborer des stratégies appropriées au niveau national pour pouvoir le réaliser.

164. Dans le domaine de l'énergie hydraulique (section II D), dont le potentiel dans la région est considérable si l'on songe que la puissance installée actuelle ne représente que 5 p. 100 du potentiel, il faudrait sérieusement s'efforcer de doubler au moins ce chiffre au cours de la prochaine décennie. La réalisation d'un tel objectif revêt une importance considérable étant donné la crise de l'énergie mondiale et la conjoncture pétrolière.

165. Il faudrait fixer des objectifs analogues dans les autres secteurs d'utilisation de l'eau, dans l'industrie, ou dans des domaines tels que la lutte contre les crues, l'assèchement des marais ou les transports fluviaux intérieurs, etc..

B. Mise en valeur polyvalente

166. L'une des grandes stratégies essentielles à la réalisation des objectifs ainsi définis consistera à mettre davantage l'accent sur la mise en valeur polyvalente des projets. Bien que l'objectif et le mobile initiaux d'un projet puissent être par

exemple la production d'énergie hydraulique, il est souvent possible d'inclure d'autres éléments comme l'approvisionnement en eau des collectivités, l'irrigation, les pêches, les loisirs et le tourisme, de façon non seulement à assurer une mise en valeur plus poussée mais également de pouvoir mieux justifier du point de vue économique chacun des éléments constitutifs. C'est ce qui s'est passé en fait pour certains des grands projets exécutés dans la région, mais l'on peut certainement insister encore davantage sur cet aspect dans les futurs projets concernant l'eau.

C. Plans directeurs nationaux et plans d'aménagement des bassins fluviaux

167. Une autre stratégie importante dans le domaine de la planification consiste à élaborer des plans directeurs nationaux et des plans d'aménagement des bassins fluviaux auxquels un certain nombre de pays de la région attachent une importance considérable.

168. Le Soudan a établi à titre d'essai pour la prochaine décennie un plan directeur qui comprend les dix éléments suivants : a) le programme sucrier de Kennana; b) le Rahad du Nil bleu 2; c) l'augmentation de la hauteur du barrage de Roseires; d) le projet de Jonglei; e) la construction de barrages sur la Haute Atbara et le Setit; f) le projet de Machar; g) la mise en valeur de la nappe phréatique; h) les cultures non irriguées; i) l'approvisionnement en eau des collectivités; et j) projets d'ouvrages hydrauliques sur le Grand Nil et ses affluents.

169. Le Bénin a établi un plan directeur portant sur une période de 15 ans qui a trait à l'approvisionnement en eau des zones rurales et prévoit l'installation de 2 400 nouveaux points d'eau. Le Burundi se propose de mettre au point un plan directeur national en trois étapes; une étape préliminaire suivie de l'établissement d'une base de données et l'élaboration du plan. Des plans directeurs nationaux sont en cours de préparation au Botswana, en Ethiopie, au Kenya et en République-Unie de Tanzanie. Le Swaziland entreprend actuellement avec l'aide de la Banque africaine de développement une étude sur les bassins fluviaux portant sur le bassin de la Ngwavuma.

170. Un certain nombre de pays s'intéressent à l'élaboration de plans d'aménagement des bassins fluviaux : ceux du Kafue, du Luapula et du Luangwa en Zambie, de l'Oubangui, du Sangha, du Lobaye, du Kotta, de l'Ouham, de l'Anouk et d'autres cours d'eau en République centrafricaine.

171. Le Nigéria propose une analyse de systèmes pour l'ensemble du bassin du Niger afin de collaborer à l'établissement d'un plan directeur national pour le pays. De même, le Ghana s'intéresse à une mise en valeur d'ensemble du bassin de la Volta.

172. On voit donc que les pays de la région manifestent un vif intérêt pour l'établissement de plans directeurs nationaux et de plans d'aménagement des bassins fluviaux. Il faut encourager activement les efforts actuellement déployés par les pays pour veiller à ce qu'ils aboutissent rapidement et passent du stade de la planification générale à celui de la planification et de l'exécution détaillées de projets.

173. La cartographie constitue une condition préalable importante de la planification, et il convient de lui accorder à l'avenir plus d'attention qu'elle n'en a reçue jusqu'à présent. Il faut établir des levés et des cartes topographiques pour les zones situées en amont et en aval des barrages et autres ouvrages envisagés ainsi que pour les zones desservies par des bassins de retenue et qui risquent d'être inondées. Les levés concernant les bassins de retenue sont nécessaires non seulement à des fins techniques, par exemple la détermination des zones et des capacités, mais également aux fins de planification des projets de réinstallation. Il faut des cartes à courbes de niveau précises en vue de la planification et de la conception des systèmes de canaux d'irrigation. Il faut utiliser plus que par le passé les méthodes cartographiques modernes notamment la photogrammétrie. La CEA dresse actuellement un inventaire cartographique complet pour l'Afrique en vue d'évaluer la situation actuelle et les besoins futurs. Il faudrait renforcer les services cartographiques nationaux en Afrique pour leur permettre de répondre aux besoins en matière de mise en valeur des ressources en eau qui seront identifiés dans l'inventaire.

D. Planification prospective

174. Le processus de planification générale décrit ci-dessus devrait permettre de formuler ce que l'on peut appeler des plans prospectifs, c'est-à-dire, des plans concernant la mise en valeur des différents secteurs de l'utilisation de l'eau, de façon intégrée, pour des pays et des bassins fluviaux particuliers et indiquant le potentiel maximal. Les dispositions, propositions et projets qui figurent dans les plans quinquennaux successifs devraient être conçus en fonction des possibilités qui sont mises en évidence dans le plan prospectif. L'horizon temporel de ce plan prospectif se situera sans doute vers la fin du siècle présent. Les objectifs fixés pour les plans quinquennaux successifs seront ainsi étroitement liés aux objectifs qui pourront être fixés pour l'an 2000.

E. Intégration des plans nationaux concernant l'eau aux plans économiques nationaux

175. Il faudrait dans une deuxième étape intégrer les plans nationaux concernant l'eau aux plans nationaux de développement économique et social. Les objectifs qui consistent à étendre les zones irriguées, par exemple, doivent être intégrés dans une stratégie agricole globale concernant l'augmentation de la production agricole ainsi que d'autres facteurs de production. De même, les objectifs fixés en matière de production d'énergie hydraulique doivent faire partie de la stratégie globale établie dans le secteur de l'énergie. Dans le cas des transports fluviaux intérieurs la stratégie doit faire partie intégrante de la stratégie globale de développement des transports, qui porte également sur les transports aérien, ferroviaire et routier. De même, les objectifs et stratégies établis en ce qui concerne l'utilisation industrielle de l'eau devraient, et c'est assez normal, être liés aux objectifs et stratégies correspondants dans le domaine du développement de l'industrie. Cette union intégrale et systématique des différents secteurs de l'utilisation de l'eau avec les secteurs correspondants de l'économie nationale donnera une nouvelle orientation réaliste et dynamique aux objectifs de planification dans le domaine de la mise en valeur des ressources en eau.

VII. Quelques problèmes de politique générale

A. La tarification en tant qu'instrument d'intervention

176. En tant qu'instrument d'intervention, la tarification peut être utilisée très diversement pour influencer sur les diverses utilisations de l'eau.

177. Dans certains pays, l'eau est fournie gratuitement aux ruraux, cet approvisionnement étant considéré comme un service social à la charge de l'Etat, tandis que dans d'autres une redevance plus ou moins élevée est perçue par l'Etat. Dans certains cas, les gouvernements procèdent à une révision de la tarification et essaient d'instituer le recouvrement des frais de forage et d'autres services assurés par l'Etat. En ce qui concerne l'eau destinée à l'abreuvement du bétail, certains pays la fournissent gratuitement tandis que d'autres s'efforcent de répercuter le coût de l'eau sur les propriétaires de troupeaux, à l'exception des petits éleveurs.

178. De même, en ce qui concerne l'approvisionnement en eau des centres urbains, certains pays assurent ce service moyennant rémunération sans accorder aucune subvention, tandis que d'autres subventionnent cette activité à des degrés divers. Il est un pays où l'eau réservée aux usages domestiques est taxée alors que l'eau destinée à la consommation industrielle et aux centres de loisirs est fournie gratuitement.

179. Nombre de pays ne perçoivent aucune redevance sur l'eau fournie aux fins d'irrigation en raison du faible développement de l'agriculture irriguée en général (sauf dans le cas d'un petit nombre de pays) et de la nécessité d'encourager l'irrigation. Même lorsque l'imposition d'une redevance est admise en tant que principe, un délai de grâce est accordé durant les cinq premières années à compter du moment où l'irrigation est introduite, après quoi les agriculteurs doivent payer une redevance pour l'eau utilisée aux fins d'irrigation.

180. S'agissant du développement des pâturages, certains pays ont adopté une politique ayant pour objet d'encourager l'élevage commercial ainsi que les coopératives et les groupements d'éleveurs.

181. D'une façon générale, la tarification de l'eau utilisée pour la production d'énergie électrique est établie, plus que pour les autres usages, selon des critères commerciaux et économiques.

182. La politique adoptée en matière de tarification de l'eau fait partie des politiques de développement économique et social d'ensemble en vigueur dans les différents pays. En général, on peut affirmer qu'il est possible et nécessaire de procéder à un réexamen et à une réévaluation des politiques tarifaires dans le domaine de l'eau ainsi qu'au rajustement et à la restructuration éventuellement jugés indispensables eu égard aux politiques de développement d'ensemble des pays.

B. Développement de technologies appropriées

183. Il est difficile d'établir deux catégories en matière de technologie, selon lesquelles l'une serait "appropriée" et l'autre "inappropriée", car celle qu'on considérera comme appropriée dans une situation particulière à un moment donné peut fort bien se révéler inappropriée dans un contexte différent à un autre moment. En conséquence, le concept de technologie appropriée peut s'appliquer à la technologie permettant de résoudre un nombre donné de problèmes qui se posent à un pays ou que celui-ci devra résoudre dans un avenir prévisible. De ce point de vue, le dessalement de l'eau des zones côtières des pays d'Afrique du Nord est une technologie adaptée à ces pays, bien que n'étant ni un procédé ni une technologie classique permettant de satisfaire au sens large du terme les besoins en eau de l'homme alors que dans le cas d'autres pays le recours à cette technique peut ne pas être justifié aujourd'hui. De même, le recyclage de l'eau destinée à la consommation industrielle est tout à fait indiqué pour certains pays où ce procédé a été adopté en raison du potentiel industriel qu'il convient d'exploiter et de l'insuffisance des ressources en eau. L'irrigation par aspersion et le revêtement des canaux ont été si fréquemment utilisés depuis que leur rentabilité et leur viabilité ont été établies qu'il n'est plus possible de les tenir pour des applications de techniques modernes ou complexes. En fait, à plusieurs reprises ces procédés ont été utilisés lorsqu'il n'existait pratiquement aucun autre moyen plus simple d'utiliser l'eau aux fins d'irrigation ou d'assurer son écoulement de la source au lieu d'utilisation. L'irrigation par aspersion a toujours été utilisée pour les cultures de grande valeur marchande, telles que la canne à sucre ou les arbres fruitiers, et le revêtement des canaux est devenu une nécessité absolue pour éviter le gaspillage d'une eau précieuse au cours de son passage dans les canalisations.

184. Cependant, cela ne signifie pas qu'il ne soit ni possible ni nécessaire d'entreprendre de nouvelles recherches et d'innover dans le domaine de ces technologies. Il conviendrait de procéder à des recherches sur les moyens d'améliorer la rentabilité et l'efficacité des techniques d'irrigation par aspersion ou égouttage. En ce qui concerne le revêtement des canaux, de nouvelles expériences et recherches devraient être entreprises avec des matériaux locaux tels que briques ou ciment, qui aboutiront vraisemblablement à des résultats concrets permettant de rentabiliser les revêtements et d'en généraliser l'application. De même, s'il était possible de rendre moins coûteuses les techniques de dessalement, on pourrait envisager de les utiliser non seulement dans l'industrie mais aussi pour obtenir de l'eau destinée à la consommation de la population et à l'irrigation. Il est donc particulièrement nécessaire que ces techniques ou des techniques semblables fassent l'objet de recherches plus poussées afin de les rendre plus utiles et de mieux les adapter aux pays africains.

185. A cet égard, il est cependant essentiel d'envisager de mettre en place des moyens technologiques à l'échelon des pays et de la région permettant de résoudre les problèmes concrets qui se posent au niveau national dans le domaine de la mise en valeur des ressources en eau sans pour autant dépendre dans une trop large mesure de la technologie ou des matières premières importées. "Autonomie" doit être le mot d'ordre de tous les pays de la région. L'expérience acquise au cours de la construction de certains grands barrages, tels que les barrages d'Assouan, de Kariba, de Kainji, de la Volta, des Owen Falls (chutes d'Owen) et du lac Tana et de maints autres ouvrages,

s'est traduite, du moins dans une certaine mesure, par l'acquisition de compétences techniques dans les domaines de la planification, de la conception, de la construction, de l'entretien et de la gestion de grands projets polyvalents, et dans certains cas d'importants ouvrages ont été l'oeuvre d'ingénieurs et techniciens africains ayant à peine bénéficié d'une aide étrangère (Algérie, Egypte, Soudan et certains Etats du Nigéria). En l'occurrence, le problème réside dans le fait que la capacité technologique n'est pas répartie également dans la région et que nombre de pays souffrent d'un manque de personnel et de lacunes institutionnelles dans leur infrastructure de base qui ne leur laissent d'autre possibilité que de recourir à une aide extérieure pour résoudre certains des problèmes pressants tels que l'approvisionnement en eau potable. Cependant, la plupart des pays africains s'efforcent d'accélérer le développement de technologies autochtones et de recourir à l'expérience et aux matières premières locales comme en témoignent les exemples présentés ci-après.

186. Des modèles de pompe à bras sont mis au point et expérimentés dans certains pays où ce type d'appareil, indispensable à l'approvisionnement domestique en eau, est actuellement importé, ce qui représente une sortie de devises. Le Zambian Department of Water Affairs fabrique depuis trois ans environ des pompes de sa propre conception dans plusieurs ateliers de province en utilisant des matériaux à bon marché et disponibles localement. Ces appareils se composent en grande partie d'éléments de récupération : conduites ordinaires en fer galvanisé, clapets sphériques d'acier ou de marbre, rondelles de cuir et clapets de retenue en bronze. Bien que certains problèmes et inconvénients soient apparus, la pompe s'est révélée être une réussite.

187. En Ethiopie, le Chilalo Agricultural Development Unit a mis au point une pompe à bras permettant de puiser l'eau dans des trous de forage de 100 mètres de profondeur; le corps de la pompe est importé tandis que les pistons, la superstructure et la tuyauterie sont fabriqués à partir de matériaux locaux. Pour obtenir de meilleurs résultats on procède actuellement à l'amélioration du modèle.

188. Un projet a été lancé au Ghana en vue de mettre au point une pompe à bras durable qui fait actuellement l'objet d'essais. Dans ce même pays on s'est aperçu que dans 31 p. 100 des cas la teneur en fer des eaux des trous de forage excédait le seuil limite; un projet est actuellement en cours dont l'objet est de mettre au point et de tester en milieu rural des installations permettant d'éliminer le fer, dont les éléments sont fabriqués à partir de matériaux locaux et que la population rurale pourra faire fonctionner sans difficulté.

189. La technique consistant à couvrir les rives au moyen de broussailles et de bois mort pour lutter contre leur érosion qui est utilisée sur le Grand Nil au Soudan, est un autre exemple d'innovation technologique locale faisant appel à des matériaux et à l'expérience disponibles sur place. La plupart des pays de la région disposent de la technologie nécessaire pour la conception et la construction de petits barrages aux fins de la conservation de l'eau, de points d'abreuvement du bétail, de viviers, d'exploitations piscicoles, de puits et de hafirs, ainsi que pour l'utilisation et la mise en valeur des eaux de source, etc..

190. En ce qui concerne la production de matériaux de construction grâce aux ressources locales, des projets tendant à accroître la production de ciment et d'acier sont en cours dans maints pays; lorsque ces projets seront achevés, les pays auront atteint un niveau d'autonomie considérable pour ce qui est de ces matériaux de construction indispensables. En fait, le ciment utilisé pour le barrage de Kariba et les ouvrages hydrauliques des Gorges du Kafue est produit sur place et non pas importé. Des conduites en acier, en CPV et en fibro-ciment sont fabriquées en Zambie. Il y a des projets de fabrication de conduites de dimensions diverses à Tororo (Ouganda). Au Ghana, on s'efforce de créer des industries locales pour la production de conduites en fibro-ciment et en matière plastique. Des combustibles et des lubrifiants à base de bitume et de pétrole sont en partie fabriqués localement au Nigéria qui envisage également la création de laminoirs. La République-Unie du Cameroun examine la possibilité de produire certains réactifs pour le traitement de l'eau, comme le sulfure d'aluminium, en utilisant certaines argiles locales contenant de l'acide sulfurique..

191. En ce qui concerne le matériel importé, l'entretien pose souvent des problèmes compte tenu de la nécessité de continuer à importer des pièces de rechange. Il faudrait par conséquent envisager des mesures en vue d'assurer a) une normalisation plus poussée du matériel produit par des fournisseurs éventuels et b) la promotion de la production de pièces de rechange, qui permettra, en temps utile, de produire un nombre croissant de différents types de matériel dans les pays de la région.

192. En ce qui concerne la question de la technologie appropriée, il importe d'étudier la question du choix des technologies, celles à forte intensité de capital par rapport à celles à forte intensité de main-d'oeuvre, ainsi que la combinaison optimale des éléments "main-d'oeuvre" et "capital" dans le domaine de la mise en valeur des ressources en eau en Afrique.

193. Le choix d'une technologie à forte intensité de main-d'oeuvre dépend de la main-d'oeuvre disponible et du niveau de l'emploi dans les zones urbaines et rurales. Dans ce domaine, également, la situation varie d'un pays à l'autre. Dans maints pays de la région, il est fait appel à de la main-d'oeuvre pour creuser des puits, construire de petits barrages pour la conservation de l'eau, l'approvisionnement en eau ou l'irrigation à petite échelle, la construction de points d'abreuvement du bétail ou de viviers ou de petits projets analogues, en général dans les régions rurales. Dans les zones urbaines, il est fait appel à la main-d'oeuvre pour creuser des tranchées, poser des conduites et d'autres travaux analogues. Mais dans le cas du Ghana, où il n'y a pas de chômage dans les régions rurales, la main-d'oeuvre doit être importée de l'extérieur pour la construction de grands ouvrages d'irrigation, sans oublier les problèmes connexes de mobilisation dans le domaine des transports, du logement, de la santé publique, etc.. Un exemple typique des problèmes que posent les grands projets de mise en valeur des ressources en eau dans les régions rurales est le projet d'irrigation de Tono au Ghana, où il a fallu recruter sur le marché la main-d'oeuvre qualifiée et semi-qualifiée nécessaire aux travaux de construction.

194. Dans d'autres pays la situation est différente; le Souaziland est un pays fort peu peuplé et dans les régions comme le bas Veld où l'on pratique la culture irriguée de la canne à sucre il y a pénurie de main-d'oeuvre. Il a fallu construire à l'aide de machines des barrages en terre ainsi que des canaux d'irrigation sans revêtement. Au Lesotho, par contre, la situation est différente; près de la moitié de la population active est employée, à un moment ou à un autre, à l'extérieur du pays et la création de nouveaux emplois rémunérés, dans le pays, constitue un des principaux objectifs du plan de développement. La formulation d'un certain nombre de projets relatifs à l'eau faisant appel à des technologies à forte intensité de main-d'oeuvre aidera à atteindre cet objectif de mise en valeur des ressources humaines.

195. De même, on attache une grande importance à ce que l'on appelle les projets d'auto-assistance dans le domaine de l'approvisionnement en eau des collectivités rurales au Kenya et en Ouganda, ainsi qu'aux possibilités de ce qu'on appelle "l'investissement humain" dans des pays de l'Afrique de l'Ouest comme le Bénin, la Haute-Volta et le Togo. En fait, le Bénin suit une politique qui facilite la participation de la population locale aux efforts de modernisation et de décentralisation administrative, grâce à la création d'équipes spéciales, dans chaque province, chargées d'exécuter des travaux ruraux combinant, par principe, le développement économique et le développement social. L'Ouganda applique la notion d'auto-assistance pour l'irrigation, notamment avec le projet d'Agoro, dans le cadre duquel une assistance est fournie aux agriculteurs en vue de transformer le système d'irrigation autochtone en un système moderne; il en va de même pour les projets de Lututuru et de Doho. Dans l'ensemble, on peut affirmer qu'il y a des possibilités d'intensifier l'utilisation de main-d'oeuvre dans les projets relatifs à l'eau, et en assurant un équilibre optimal entre les technologies à forte intensité de main-d'oeuvre et celles à forte intensité de capital dans le domaine de la mise en valeur des ressources en eau contribuera considérablement au développement tant social qu'économique des pays de la région.

196. Une notion proche de celle d'autonomie est celle qui concerne le transfert de technologie. Lorsque l'exécution de projets clefs en main, axés sur la planification d'ensemble d'une région, d'un pays ou d'un bassin, ou que la planification ou la conception d'un projet déterminé est assurée entièrement par des sociétés étrangères de consultants, cela n'encourage pas le transfert efficace de technologie. Bien que dans les accords conclus avec ces sociétés il y ait des clauses qui concernent la formation et l'apprentissage, et bien que, sans aucun doute, ces accords aient été extrêmement utiles pour ce qui est de l'acquisition de certaines technologies, dans le passé, la pratique en soi ne constitue pas un transfert efficace de technologie. Pour qu'il soit efficace, le transfert devrait aboutir à l'acquisition de technologies, dans des proportions telles que la dépendance complète à l'égard de technologies étrangères devienne inutile dans le cas du deuxième projet et des projets ultérieurs, une fois que le premier projet a été exécuté.

197. Comme indiqué plus haut, le transfert de technologie peut maintenant être considéré efficace dans plusieurs secteurs de la mise en valeur des ressources en eau, tels que la planification, la conception, l'exécution et l'exploitation de petits projets d'approvisionnement en eau à usage domestique ou d'irrigation; mais, en ce qui concerne la mise en valeur polyvalente, à grande échelle, d'un bassin fluvial, la situation est différente. L'absence d'une infrastructure institutionnelle adéquate, l'insuffisance du nombre d'experts nationaux et la pénurie de main-d'oeuvre, en particulier de niveau intermédiaire, sont autant de facteurs qui entravent le transfert efficace de technologie. Des firmes

de consultants dirigées par des ingénieurs des pays de la région sont entrées en activité. L'encouragement de ces entreprises favoriserait en fin de compte le transfert des technologies. La normalisation des techniques de planification et de conception des projets ainsi que la normalisation des instruments et du matériel contribueraient à faciliter l'assimilation des technologies, notamment lorsqu'il y a pénurie de capitaux et de main-d'oeuvre qualifiée.

198. Compte tenu de l'exposé précédent concernant le choix d'une technologie appropriée, on peut formuler les remarques ci-après :

- a) Il faudrait fournir aux spécialistes des pays de la région des fonds pour leur permettre d'observer ce qui a été réalisé dans leur spécialité et d'apprendre quelles améliorations sont possibles dans les technologies qu'ils utilisent. Il faudrait fournir une aide financière et du personnel qualifié pour aider à adapter les technologies compte tenu de la situation des pays respectifs;
- b) Des efforts d'ordre institutionnel pour la mise au point de technologies appropriées dans le domaine des ressources en eau doivent absolument être encouragés afin de réduire les dépenses de devises dans ce domaine;
- c) La normalisation du matériel dans les pays de la région contribuera dans une certaine mesure à résoudre les problèmes opérationnels résultant de la situation concernant les pièces détachées;
- d) La fabrication des pièces détachées devrait commencer dans la région, et aboutir en temps voulu à la fabrication d'un nombre croissant de types de matériel;
- e) La normalisation des plans et des conceptions facilitera également la mise au point de technologies appropriées;
- f) Des innovations technologiques sont faites concernant la planification, les instruments et le matériel dans certains pays. La coopération technique en Afrique contribuera à éliminer les divergences actuelles entre les pays africains en ce qui concerne le développement technologique;
- g) Des mesures régionales de planification, de conception et de construction d'ouvrages hydrauliques et la formation d'organisations locales d'ingénieurs-conseils contribueraient aussi au développement des technologies compte tenu des besoins de la région.

199. Les recommandations ci-dessus sont conformes aux résolutions adoptées lors de la session de la CNUCED en 1976 à Nairobi au sujet du transfert des technologies.

C. Besoins concernant la politique et la recherche scientifiques

200. De nombreuses recherches sont effectuées dans plusieurs instituts et organisations de recherche, universités, organisations gouvernementales et intergouvernementales d'Afrique concernant les problèmes liés à la mise en valeur des ressources en eau et certains exemples seraient intéressants pour l'évaluation des approvisionnements, en eaux de surface comme en eaux souterraines, et pour l'utilisation et la mise en valeur de ces ressources.

201. Dans le domaine de l'évaluation des approvisionnements, des études sur le rapport entre la pluviosité et l'écoulement ont été entreprises dans de nombreux pays. Des études systématiques ont été entreprises concernant plus de 100 bassins représentatifs en Afrique de l'Ouest, destinées principalement à la prévision des crues. La mise en valeur agricole de certaines zones d'Afrique orientale a abouti à l'établissement d'un certain nombre de bassins expérimentaux dans lesquels on a évalué la réaction hydrologique des bassins de réception à différentes couvertures végétales. Des recherches sur la salinité et l'utilisation des eaux saumâtres ont été effectuées dans certaines zones d'Afrique du Nord. La nécessité d'augmenter les approvisionnements actuels a encouragé l'étude des problèmes liés à l'hydrologie des marécages en Afrique orientale et les possibilités offertes par les perspectives de modification du climat et d'augmentation des précipitations dans la zone sahélienne frappée par la sécheresse (voir l'annexe XXIII). Des recherches sur la possibilité de réduire les pertes dues à l'évaporation sont effectuées actuellement dans de nombreux pays (annexe XXIV). On s'intéresse beaucoup à ce problème non seulement dans les pays du Sahel touchés par la sécheresse mais aussi au Botswana, en ce qui concerne la réduction des pertes d'eau dans les bassins de retenue de Shashe et de Gaborone. Au Soudan, on expérimente l'utilisation du caoutchouc butylique et de membranes de matière plastique pour réduire les pertes au minimum. En Gambie, on étudie les problèmes des marais et de l'intrusion du sel.

202. On s'intéresse également beaucoup à la recherche concernant les problèmes relatifs à l'utilisation et à la mise en valeur des ressources en eau.

203. Dans le domaine de l'approvisionnement en eau des collectivités, plusieurs pays s'efforcent de mettre au point une nouvelle pompe actionnée à la main pour répondre aux besoins des collectivités rurales et des petites collectivités urbaines. La Zambie a mis au point un modèle que l'on s'efforce d'améliorer. L'Ethiopie et le Ghana cherchent également à mettre au point un modèle local adapté à leurs objectifs particuliers. Des travaux importants ont été effectués et sont encore effectués à l'heure actuelle, notamment en Afrique de l'Ouest, concernant l'utilisation de l'énergie solaire et éolienne afin de pomper les réserves d'eau (annexe XXVI). On s'intéresse beaucoup actuellement dans plusieurs pays aux problèmes de l'irrigation par aspersion, au revêtement des canaux et à d'autres études sur les problèmes des besoins en eau pour l'agriculture en vue de l'utilisation rationnelle de l'eau dans l'agriculture irriguée. Pour prévenir ou réduire les pertes dues aux crues, les techniques de prévision des crues sont utilisées chaque fois qu'il est nécessaire et possible.

204. On s'intéresse également de plus en plus à l'application de nouvelles techniques telles que la technique nucléaire (par exemple, pour la prospection hydrologique et hydro-géologique), les techniques par ordinateur (l'ordinateur est utilisé de plus en plus pour le classement, la recherche et l'analyse des données) et on s'intéresse de plus en plus aux techniques spatiales (pour l'évaluation des ressources).

205. Les exemples ci-dessus montrent l'ampleur des travaux de recherche effectués à l'heure actuelle en Afrique dans le domaine de la mise en valeur des ressources en eau. Il est nécessaire de revoir les travaux effectués jusqu'ici, d'évaluer la mesure dans laquelle les résultats des recherches ont contribué au processus de développement et d'indiquer les secteurs dans lesquels il faut effectuer d'autres travaux. Une liste des besoins en matière de recherche figure à l'annexe XXIV. Il faut également voir s'il

n'y aurait pas lieu d'établir un mécanisme institutionnel pour des consultations et une coordination constantes entre les chercheurs travaillant sur le terrain, de façon à trouver des solutions adaptées aux problèmes hydrauliques des pays africains et de façon que les recherches soient clairement intégrées au type de processus naissant du développement.

D. Pollution de l'eau

206. En Afrique, la pollution de l'eau provient de deux sources principales, les effluents domestiques et les effluents industriels.

207. Les efforts tendant à approvisionner les collectivités rurales et urbaines en eau saine n'ont pas été doublés d'efforts correspondants tendant à fournir des moyens de traiter les eaux usées avant de les déverser dans des sources naturelles d'approvisionnement d'eau, pour ne pas risquer de polluer ces dernières. On a de plus en plus reconnu, ces derniers temps, la nécessité de pourvoir simultanément à l'approvisionnement en eau et au traitement des eaux usées. Dans certains pays, on craint que les méthodes traditionnelles d'évacuation massive des eaux usées dans de grandes fosses ne contaminent les eaux souterraines. Dans certaines villes côtières, les eaux usées sont directement déversées dans la mer ou dans le sol là où la nappe aquifère est peu profonde. Plusieurs collectivités urbaines s'occupent actuellement de la question de la planification et de la construction de systèmes appropriés d'évacuation des eaux usées. Chaque fois que cela est possible, on s'efforce également de déverser les eaux usées dans de petites parcelles de terrain, et de ne pas les évacuer, traitées ou non, dans des cours d'eau. D'une manière générale, cependant, il faut absolument élargir le cadre des activités, actuelles en vue de fournir à la plupart des collectivités urbaines africaines des moyens appropriés pour l'évacuation des eaux usées, en vue de sauvegarder la qualité des sources actuelles d'approvisionnement en eau et d'en empêcher la pollution.

208. La pollution venant des effluents industriels constitue déjà un problème majeur dans plusieurs pays africains dotés d'importantes industries minières. Au Libéria, dans le bassin du fleuve St. John, il y a pollution de l'eau au voisinage du complexe minier sous forme principalement d'une pigmentation et d'une teneur excessive en fer des eaux du fleuve principal et de ses affluents. Dans la zone cuprifère (Copper Belt) de la Zambie, les effluents industriels sont traités avant d'être évacués dans des cours d'eau naturels afin de maintenir le niveau de pollution dans des limites raisonnables. Parfois, des défaillances de traitement se produisent lors du déversement de déchets dans les eaux du Kafue, et il conviendrait de mettre au point des méthodes tendant à prévenir ces défaillances et à protéger les eaux du Kafue en cas de défaillance accidentelle. Même en dehors de l'industrie extractive, il est de plus en plus urgent de prendre des mesures pour lutter contre la pollution. En République-Unie du Cameroun, par exemple, les effluents d'industries diverses (textile, brasserie, peinture, détergents, ciment, parfums, sucre, etc.) sont déversés dans des cours d'eau naturels sans avoir été traités ou après traitement superficiel. Des industries comme l'industrie de la pâte de bois ou l'industrie du raffinage, qui doivent être créées dans un proche avenir, présenteront de grands risques de pollution. Les nouveaux ensembles industriels actuellement envisagés comprennent généralement des usines de traitement et des installations de réutilisation de l'eau.

209. Ayant pris conscience de la nécessité croissante de lutter contre la pollution de l'eau en particulier dans le cadre des plans actuels d'industrialisation rapide, plusieurs pays prennent actuellement des mesures en vue de surveiller systématiquement les niveaux de pollution et ont recours à la réglementation et à la législation pour contrôler et limiter la pollution de l'eau.

210. Le Botswana examine actuellement la création d'un service de contrôle de la pollution de l'eau non seulement pour surveiller les niveaux de pollution mais aussi pour formuler des propositions visant à la protection des sources d'eau, à l'évacuation adéquate des eaux usées et à l'établissement de programmes d'information et d'éducation. Une enquête est en cours au Ghana en vue d'évaluer l'ampleur de la pollution et la qualité des eaux intérieures et côtières et de formuler des mesures correctives tendant à assurer la protection des sources d'eau existantes. Le Libéria met l'accent sur le traitement et l'évacuation des déchets dans le cas des industries nouvelles. L'OMS a achevé en 1971 une étude sur la qualité de l'eau des principaux cours d'eau du Kenya, et un spécialiste du contrôle de la pollution a été affecté au Service des eaux avec pour mandat d'établir un réseau national de surveillance permanente comprenant environ 50 stations et de développer les installations de laboratoire existantes. Ce service du contrôle de la pollution dispose d'un personnel de 25 administrateurs et techniciens spécialisés dans les domaines de la biologie, de la chimie et de la santé publique. En vue de prévenir la pollution des ressources en eau, le Soudan a adopté une ordonnance relative au contrôle de la pollution de l'eau qui prévoit le prélèvement et l'analyse d'échantillons d'eau et des mesures de protection contre la propagation des épidémies. L'ordonnance réglemente l'évacuation des eaux d'égout et des eaux usées industrielles et fixe la proportion autorisée d'oxygène biochimique et de matières en suspension. Au Swaziland, des règlements adoptés en application de la loi de 1967 sur l'eau ont fixé des normes rigides et on surveille régulièrement la qualité des effluents déversés dans les cours d'eau. La Zambie révisé et développe sa législation sur l'eau afin d'en assurer l'efficacité dans le domaine de la lutte contre la pollution.

211. Les exemples précédents montrent le grand intérêt et la préoccupation que suscitent dans les pays de la région les problèmes de la lutte contre la pollution et font ressortir la nécessité d'aider ces pays à :

- i) Réaliser des études sur les niveaux de pollution actuels des ressources en eau de surface et en eau souterraine;
- ii) Créer des réseaux de surveillance permanente pour la détection de la pollution;
- iii) Créer des laboratoires pour analyser systématiquement et régulièrement des échantillons d'eau, sur le plan physique, chimique et bactériologique notamment; et
- iv) Renforcer les mesures institutionnelles existantes ou envisagées en fournissant une assistance technique comprenant du matériel, des fonds et du personnel, pour aider ces pays à faire face aux problèmes causés par la pollution.

E. Incidences sur l'environnement des projets relatifs à l'eau

212. A l'occasion de la construction en Afrique de quelques grands barrages et bassins de retenue comme le haut barrage d'Assouan et les barrages du Kariba, de la Volta et de Kainji ainsi que de plusieurs autres ouvrages, on a déjà effectué certaines études détaillées de leurs incidences sur l'environnement^{31/}. On prend donc de plus en plus conscience de la nécessité d'évaluer les incidences écologiques des projets relatifs à l'eau et on réalise actuellement dans plusieurs pays africains des études sur l'environnement. Le projet de recherche du bassin d'Okavango au Botswana, comprend des recherches écologiques systématiques et complètes. Les incidences des projets de barrage envisagés en Gambie sur la faune et la flore du parc Niokolo Koba sont actuellement à l'étude. L'expérience tirée de la construction des bassins de retenue sur la Volta et le Barekese, au Ghana, est utilisée dans l'examen des incidences écologiques du projet de Weijsa en cours d'exécution pour l'approvisionnement en eau d'Accra. On étudie les incidences du fonctionnement du barrage de Kamuzu, au Malawi, sur l'écologie d'un des parcs nationaux du pays, sur les ressources en poisson et sur les cultures traditionnelles "Dimba" de la vallée du Shire inférieur. On effectue également au Malawi une étude sur les risques de dégradation écologique en prévision de la création d'une industrie de la pâte à papier. Au Soudan, on a réalisé plusieurs études et recherches, notamment sur les problèmes suivants :

- Distribution longitudinale du phytoplancton, du zooplancton et des algues dans le Nil bleu entre Roseiras et Khartoum;
- Incidences des bassins de retenue du Soudan sur les caractéristiques physiques, chimiques et biologiques des eaux de rivière;
- Incidences de l'irrigation, de l'assèchement des marais (canal de Jonglei), des projets d'approvisionnement en eau et de la lutte contre l'érosion le long du Grand Nil.

^{31/} S. El Zein et R.G.T. Lane : Engineering implications of the environmental study of some dams in Africa, with particular reference to seismicity, Comm. Inter. Grands Barrages, 1973.

E. Eskilsson et al. : Kafue river development and its effect on the ecology of the Kafue Flats, Conférence mondiale de l'énergie, 1974.

I.K. Kinawy et O.A. El-Ghamry : Some effects of the High Dam on the Environment, Comm. Inter. Grands Barrages, 1973.

E.N. Kumi : Environmental Effects of the Volta River Project, Comm. Inter. Grands Barrages, 1973.

213. Dans le cadre de la création d'institutions, on enregistre aussi des progrès en ce qui concerne l'établissement de services spéciaux chargés des problèmes d'environnement. Au Kenya, le National Environment Secretariat (Secrétariat national pour l'environnement) coordonne les activités de tous les ministères intéressés, pour ce qui est nettement de faire prendre conscience au public de la nécessité de protéger et d'améliorer l'environnement. Le Ghana a un Environmental Protection Council (Conseil de la protection de l'environnement) qui a récemment créé un comité de lutte contre la pollution de l'eau. Le Malawi procède actuellement à la création du noyau de base d'un service de protection de l'environnement. De nombreux autres pays réalisent également des progrès dans le domaine de la protection écologique.

214. Il y aurait lieu d'étudier l'éventualité d'un développement des maladies d'origine hydrique à la suite de la réalisation de projets relatifs à l'eau de grande envergure parallèlement à la formulation des projets correspondants, et de prendre des mesures pour y remédier au fur et à mesure de l'exécution des projets de façon à éviter qu'une exécution non coordonnée de ces projets n'entraîne des risques sanitaires.

215. Il conviendrait, dans la planification et la construction d'ouvrages hydrauliques, de tenir dûment compte de la nécessité de protéger et de préserver la faune et la flore sauvages.

216. Il faudrait développer les facilités de tourisme et de loisirs dans tous les bassins de retenue naturels ou artificiels.

217. On espère qu'une approche interdisciplinaire pourra être appliquée aux études sur les incidences écologiques des projets relatifs à l'eau d'une manière plus complète, plus efficace et mieux coordonnée que par le passé.

F. Législation

218. Outre le droit coutumier relatif à l'utilisation des eaux dans diverses collectivités africaines, de nombreux pays africains disposaient avant leur indépendance d'un certain cadre juridique qui permettait de réglementer et de contrôler l'utilisation des eaux et qui relevait souvent d'un droit civil général reflétant les principes et les pratiques juridiques en cours dans les anciennes puissances métropolitaines. Après l'indépendance, ces lois, décrets et ordonnances ont été remplacés dans certains pays africains par des lois spéciales, appelées lois sur l'eau, qui fournissent le cadre de travail nécessaire au développement de cette branche de droit. Ces lois sur l'eau contiennent des dispositions concernant l'octroi d'autorisations d'exploitation et de prélèvement. Certains pays, qui ne possèdent pas de législation complète sur l'eau, disposent de certains règlements administratifs régissant le contrôle et l'utilisation des eaux, et notamment l'octroi d'autorisations d'exploitation et de prélèvement. La teneur de ces lois ou règlements sur l'eau n'est pas uniforme et varie selon les pays, les besoins nationaux et les systèmes juridiques de base. Les différents pays accordent, par exemple, une importance variable à l'eau de surface ou à l'eau souterraine et peuvent ou non avoir pris des mesures pour lutter contre la pollution. Dans certains pays où la législation sur l'eau est actuellement en cours de révision ou de formulation, on peut remarquer certains changements de conception dans la mesure où l'on donne maintenant la préférence à la notion d'"utilisation la plus profitable" au détriment de la notion de "droits riverains" en matière de répartition des ressources en eau.

219. A côté des lois relatives à l'utilisation, au contrôle et à la réglementation de l'eau, on a adopté beaucoup de lois, de décrets et d'ordonnances portant création d'institutions, organismes, comités ou ministères nationaux s'occupant de l'eau, comme ceux qui traitent avec les organisations para-étatiques de répartition de l'approvisionnement domestique en eau, les sociétés de distribution d'eau et d'évacuation des eaux usées ainsi que les conseils ou comités nationaux interministériels de coordination pour l'eau, pour la lutte contre la pollution ou pour la protection de l'environnement, selon le cas. Dans les pays ayant une structure fédérale, comme le Nigéria par exemple, il existe une législation au niveau des Etats de la fédération et on examine actuellement l'adoption d'une législation au niveau fédéral.

220. Afin de coordonner les cadres juridiques des divers pays, le Comité interafricain d'études hydrauliques (CIEH) a diffusé un projet de code sur l'eau contenant des dispositions concernant i) la propriété collective de l'eau, ii) la protection des ressources en eau, tant du point de vue quantitatif que qualitatif, iii) l'utilisation profitable de l'eau et iv) les effets nuisibles de l'eau. Ce projet de code traite également de questions administratives. Ce texte est actuellement à l'examen des Etats membres. Les Etats membres de l'OCAM ont également estimé qu'il conviendrait de donner une nouvelle orientation à la législation sur l'eau et d'établir un code sur l'eau.

221. On sait bien que le cadre juridique fait partie de la structure socio-économique d'ensemble d'une société et que les changements qui se produisent dans cette dernière entraînent des changements dans le premier. Toute législation évolue donc constamment avec le temps, et tel est en particulier le cas de la législation sur l'eau. Etant donné la mise en valeur de plus en plus poussée des ressources en eau dans l'intérêt des populations en Afrique, il sera de plus en plus nécessaire d'avoir une législation appropriée relative au contrôle, à l'utilisation et à la réglementation de l'eau. Les efforts que font actuellement les pays au niveau national ou des organisations intergouvernementales comme le Comité interafricain d'études hydrauliques (CIEH) et l'Organisation commune africaine, malgache et mauricienne (OCAM) au niveau régional montrent que l'adoption d'une législation appropriée est de plus en plus souhaitée et fait l'objet d'un intérêt croissant.

222. De nombreuses lois sur l'eau en vigueur dans certains pays ont trait au droit de propriété, à l'octroi d'autorisations d'exploitation et aux prélèvements. Certaines lois se rapportent davantage à l'eau de surface qu'à l'eau souterraine. Parfois, elles ne mettent pas assez l'accent sur la pollution et la protection de la qualité de l'eau. Il faudrait prendre des mesures pour revoir les législations existantes en vue d'en améliorer et d'en rationaliser la portée en y incluant les éléments communs à toutes les ressources en eau, tant de surface que souterraine, la protection sur les plans qualitatifs et quantitatifs et des sanctions pour le déversement d'effluents nocifs, etc..

223. Un inventaire des lois relatives aux ressources en eau en vigueur dans les pays africains et un réexamen critique de leur contenu permettraient de se concentrer sur les principaux besoins en la matière.

224. Dans des pays n'ayant pas actuellement de législation sur l'eau, il y aurait lieu d'envisager la promulgation, à bref délai, de lois appropriées portant sur les divers aspects de l'utilisation et de la mise en valeur des ressources en eau. On pourrait, pour ce faire, s'inspirer, chaque fois que cela est nécessaire, des projets de code sur l'eau diffusés par des organismes intergouvernementaux comme le CIEH et l'OCAM ainsi que par les institutions spécialisées des Nations Unies.

G. Coopération régionale et internationale

225. Sur les 54 bassins fluviaux et lacustres internationaux d'Afrique, 14 drainent des superficies de plus de 100 000 km². Les bassins du Niger, du Nil et du Congo/Zaïre couvrent neuf pays, tandis que la Volta et le Zambèze couvrent respectivement cinq et six pays. La superficie couverte par les bassins fluviaux internationaux en Afrique représente environ la moitié de la superficie totale du continent.

226. L'accord sur les eaux du Nil signé en 1959 par l'Egypte et le Soudan prévoyait la création d'une commission paritaire technique permanente chargée d'entreprendre des recherches et d'élaborer des projets conjoints et de fixer un modus operandi pour les pays concernés. Les pays du bassin du Nil, aidés par le PNUD, ont entrepris en 1967 un projet conjoint pour effectuer des études hydrométéorologiques des lacs Victoria, Kyoga et Mobutu Sese Seko. Une étude des possibilités de mise en valeur du bassin du lac Kagera a été entreprise conjointement par la République-Unie de Tanzanie, le Rwanda et le Burundi, et, tout récemment, des mesures concertées ont été élaborées entre les Etats intéressés en vue d'une étude des ressources en eau et des problèmes de mise en valeur des lacs Tanganyika et Kivu.

227. Au cours des années 1963 et 1964, on a assisté à la création de la Commission du bassin du lac Tchad et de la Commission du bassin du fleuve Niger et des études conjointes ont été entreprises concernant le bassin du Sénégal qui ont abouti à l'Organisation internationale pour la mise en valeur du fleuve Sénégal (OMVS).

228. La Sierra Leone et le Libéria ont créé l'Union du fleuve Mano afin d'étudier les possibilités de mise en valeur du bassin du fleuve Mano. Une étude du bassin du fleuve Cavalla en vue de la mise en valeur du potentiel hydro-électrique du fleuve est en cours, sur la base d'une coopération entre le Libéria et la Côte d'Ivoire.

229. Le Secrétariat permanent sénégal-zambien est une organisation créée aux termes du Traité d'association du Sénégal et de la Gambie pour effectuer des études sur la mise en valeur intégrée du bassin du fleuve Gambie. Cette coopération est actuellement renforcée et institutionnalisée grâce à la création du Comité de coordination du fleuve Gambie. Ce projet se trouve au stade du pré-investissement et il sera suivi de l'Autorité du bassin du fleuve Gambie qui en est au stade des investissements.

230. Un accord intérimaire a été signé entre le Botswana et l'Afrique du Sud sur le partage du Limpopo en vue de l'irrigation. Des plans sont en cours pour des études hydro-météorologiques à entreprendre conjointement par l'Ethiopie et le Soudan, avec l'aide du PNUD, concernant les fleuves Gash et Baraka et pour des prévisions concernant les crues du Nil bleu. Le Soudan suggère également des études hydro-météorologiques conjointes concernant le Nil bleu avec l'Egypte et l'Ethiopie selon le même système que pour le Nil blanc avec les pays du bassin du lac Victoria.

231. Le Ghana suggère une coopération entre la Côte d'Ivoire, la Haute-Volta, le Niger, le Togo et le Ghana pour la mise en valeur intégrée du bassin du fleuve Volta. Les projets proposés concernant le Pwalagu sur la Volta blanche et le Bui sur la Volta noire peuvent être élargis par des extensions éventuelles en Haute-Volta et en Côte d'Ivoire respectivement. Ces avantages devront être partagés par les pays concernés en vertu d'un accord, si l'on veut que les propositions soient acceptables par tous les gouvernements.

232. La République centrafricaine désire également adhérer à la Commission du bassin du lac Tchad, au Comité permanent inter-Etats pour la lutte contre la sécheresse dans le Sahel (CILSS) et au Comité interafricain pour la recherche hydraulique (CIEH) et elle suggère également une étude conjointe du bassin de l'Oubangui avec le Zaïre et le Congo.

233. On peut donc constater que la tendance vers une coopération multinationale et régionale pour la mise en valeur des ressources en eau s'est renforcée constamment dans toute l'Afrique. Certaines des organisations qui assurent cette coopération intergouvernementale ont des secrétariats permanents et tiennent des sessions régulières à des intervalles fixés à l'avance, tandis que d'autres sont en train d'établir leur propre mode de fonctionnement. Il existe des différences considérables en ce qui concerne leur statut juridique, leur organisation et leurs procédures.

234. Les études visant à évaluer les faits et à communiquer les données d'expérience acquises dans ces efforts de coopération régionale et internationale peuvent profiter à tous ces Etats et également à d'autres qui peuvent souhaiter bénéficier de cette expérience lorsqu'ils cherchent à résoudre certains de leurs propres problèmes dans le domaine de la mise en valeur conjointe des ressources.

235. Une telle étude indiquerait également clairement les besoins des organisations existantes concernant le renforcement institutionnel des organisations qui fonctionnent actuellement dans les divers bassins fluviaux.

236. Il est nécessaire et souhaitable

- i) de renforcer les institutions existantes;
- ii) d'encourager l'élaboration d'accords régionaux ou une action conjointe dans les autres bassins fluviaux, chaque fois qu'on le juge nécessaire;
- iii) d'entreprendre des études sur les ressources multinationales en eau et de surveiller la qualité des eaux dans les bassins fluviaux et lacustres internationaux;
- iv) d'encourager la normalisation des méthodes de mesure, d'équipement, et de traitement des données de façon à assurer la concordance entre les diverses pratiques nationales dans un même bassin fluvial international.

VIII. Principaux obstacles

A. Besoins en capital

237. L'un des principaux obstacles à une mise en valeur plus efficace des ressources en eau disponibles dans les pays d'Afrique est la grave pénurie de capitaux.

238. Dans la plupart des pays de la région, il est nécessaire d'investir des capitaux pour les projets qui ont été étudiés au cours d'un certain nombre d'années. Certains des projets et leurs besoins d'investissement sont indiqués à l'annexe 29. Cette liste est purement indicative et n'est pas exhaustive.

239. En outre, de nombreux pays de la région ont besoin d'une assistance financière aux fins ci-après :

- préparation de rapports de faisabilité pour des projets spécifiques
- préparation d'études de préfaisabilité
- installation et fonctionnement de réseaux hydrologiques et météorologiques pour le rassemblement des données sur les ressources en eaux de surface et en eaux souterraines, pour le traitement de ces données et leur publication
- fonctionnement efficace des secrétariats des commissions nationales de l'eau dans leurs pays respectifs.

240. Les prêts à des conditions favorables sont pratiquement impossibles à obtenir et les ministères nationaux des finances ne peuvent pas faire face à de vastes projets de développement en empruntant sur le marché libre ou même au taux des banques mondiales. Les coûts croissants des projets et les effets des pressions inflationnistes sur les objectifs de développement et les difficultés à obtenir des fonds pour les projets limitent le développement, outre les difficultés que l'on éprouve à obtenir des prêts et à faire face aux coûts croissants d'exploitation et d'entretien.

241. L'établissement d'une politique libérale bien conçue et détaillée pour l'assistance financière de la part des organismes internationaux de financement, bilatéraux et multilatéraux, pour les études d'investissement et de préinvestissement aiderait à élaborer un plan et un programme à long terme pour la mise en valeur des ressources en eau de l'Afrique.

B. Manque de main-d'oeuvre qualifiée et de programmes de formation

242. Dans plusieurs pays africains, un certain nombre d'établissements de formation nationaux et sous-régionaux accomplissent depuis plusieurs décennies un travail utile en ce qui concerne la formation de cadres de niveau moyen, notamment dans les domaines de l'hydrologie, de l'hydrogéologie et de l'hydrométéorologie. Pour la formation des spécialistes, on a accordé des bourses pour divers projets déjà exécutés ou en cours d'exécution avec l'aide des organismes des Nations Unies et d'autres organisations bilatérales et multilatérales. Un certain nombre d'instituts spéciaux ont été créés, dont certains traitent tout particulièrement de la mise en valeur des ressources, dont l'eau est un élément important. Tous ces efforts ont eu pour résultat que le volume de la main-d'oeuvre qualifiée a augmenté considérablement dans la région au cours de ces dernières années et que la situation à l'heure actuelle est meilleure qu'elle ne l'était il y a une ou deux décennies. Néanmoins, (ainsi qu'il ressort des besoins de main-d'oeuvre de certains pays indiqués à l'annexe 30), la pénurie de main-d'oeuvre qualifiée continue d'être un obstacle critique à une utilisation plus efficace des ressources en eau dans la plupart des pays d'Afrique, et toute action visant à éliminer cet obstacle critique du moins dans un avenir prévisible doit être fondée sur une évaluation approfondie des besoins en main-d'oeuvre, actuels et futurs, compte tenu des projets de développement envisagés dans les plans quinquennaux. Une condition préalable et fondamentale pour l'élaboration des programmes de formation visant à répondre aux besoins présents et futurs est donc une étude de la main-d'oeuvre, dont la nécessité est reconnue mais qui n'a pas encore été effectuée.

243. Cette enquête sur la main-d'oeuvre devrait couvrir tous les aspects de la mise en valeur des ressources en eau tels que :

a) Evaluation des ressources : eaux de surface et eaux souterraines;

b) Utilisation : approvisionnement en eau des collectivités dans les zones urbaines et rurales;

- Evacuation des eaux usées;
- Utilisations industrielles, y compris le recyclage;
- Irrigation;
- Pêcheries;
- Sylviculture;
- Protection des sols et des eaux;
- Fourniture d'énergie hydro-électrique;
- Transport sur les voies navigables intérieures;
- Loisirs, tourisme, etc.

c) Technologies telles que :

- Technologie des ordinateurs;
- Etablissement des modèles physiques et mathématiques;
- Instruments (utilisation et perfectionnement).

244. Deuxièmement, pour chacun de ces secteurs, il faudrait procéder à une évaluation des besoins en main-d'oeuvre en ce qui concerne les spécialistes et les cadres subalternes et également les besoins en cadres supérieurs; moyens et subalternes au cours de diverses périodes, compte tenu des plans quinquennaux des divers pays.

245. Troisièmement, cette étude sur la main-d'oeuvre dans le domaine des ressources en eau ne saurait être envisagée sans tenir compte des autres secteurs de développement tels que l'agriculture, la production alimentaire, l'industrie et les transports (y compris les routes et les chemins de fer, etc.) qui ont tous besoin de main-d'oeuvre qualifiée. Les besoins en main-d'oeuvre pour le secteur de l'eau doivent dès lors être considérés comme partie intégrante des besoins globaux de main-d'oeuvre dans tous les secteurs du développement économique. C'est pourquoi, pour être efficace, une étude sur la main-d'oeuvre dans le secteur de l'eau doit être effectuée de préférence dans le cadre d'une étude visant à déterminer les besoins globaux de main-d'oeuvre scientifique et technique pour le développement dans les pays de la région.

246. Si "les projections quantitatives fondées sur des objectifs économiques déterminés, sur la composition actuelle de la main-d'oeuvre et sur l'évolution probable des tendances", sont nécessaires, elles sont rendues difficiles en raison du "manque fréquent de données valables et de direction centrale ainsi que l'existence de plusieurs niveaux de prise de

décisions qui déterminent les compétences exigées à l'heure actuelle" et la souplesse des stratégies du développement dans les plans de développement*. C'est pourquoi la planification de la main-d'oeuvre doit vaincre des difficultés et traiter des impondérables par delà les simples projections quantitatives. "L'intégration de la planification de l'enseignement et de la planification générale risque d'être encore plus difficile".

247. Cette étude de la main-d'oeuvre selon les méthodes indiquées devrait fournir les prévisions nécessaires pour élaborer des programmes de formation appropriés dans la région. Dans l'intervalle, on peut poursuivre énergiquement les programmes de formation actuels. En outre, les mesures suivantes devraient être prises pour élargir le plan d'action des programmes de formation actuels :

i) Renforcement des institutions existantes

248. Il existe plusieurs universités et écoles techniques dans la région qui forment des cadres appelés à travailler dans le domaine de la mise en valeur des ressources en eau. En outre, il existe certaines institutions spéciales telles que le Natural Resources College (Institut des ressources naturelles) de Lusaka (Zambie), qui organisent des cours sur la mise en valeur des ressources en eau ou l'Université des sciences et de la technologie de Kumasi (Ghana). Toutes ces institutions doivent être renforcées et leur champ d'action doit être étendu à la technologie de la mise en valeur des ressources en eau, lorsque cela est nécessaire. En outre, il existe certains établissements régionaux tels que le Water Resources Development Institute (Institut pour la mise en valeur des ressources en eau) en République-Unie de Tanzanie et le Centre de formation régionale de Niamey, qui est parrainé par l'OMM et dont le champ d'action pourrait être élargi de façon à inclure les pays désireux de profiter des services existants.

ii) Inclusion des technologies pour la mise en valeur des ressources en eau dans les programmes

249. Il existe certains instituts ou centres pour la formation des chercheurs dans le domaine agronomique, dont les programmes pourraient être revus et élargis de façon à inclure également les sujets relatifs à la mise en valeur des ressources en eau.

iii) Nouveaux centres de formation

250. Les centres de formation existants ne sont pas suffisants. On pourrait créer de nouveaux centres de formation à la demande des pays membres intéressés, par exemple un centre pour les spécialistes de l'eau en Zambie ou pour les foreurs et les hydrométriciens par exemple en République-centrafricaine. Ils pourraient être créés sur une base régionale lorsqu'il le faut.

iv) Nouveaux centres de formation dans les services nationaux des eaux

251. On pourrait également envisager la création de centres spéciaux de formation rattachés aux services nationaux de mise en valeur des eaux.

* Plan d'action mondial pour l'application de la science et de la technique au développement, Nations Unies, New York, 1971, p. 117.

v) Coopération intra-africaine

252. La coopération intra-africaine doit être encouragée de façon à créer des établissements de formation en tant qu'entreprises conjointes entre pays africains intéressés en vue de la formation de personnel technique et subalterne.

vi) Bourses d'études

253. Des bourses d'études de longue durée sont nécessaires dans le domaine des technologies de la mise en valeur des ressources en eau (cours universitaires), de même que des bourses de perfectionnement incluses dans les projets.

vii) Cours portant sur les techniques sanitaires

254. On pourrait envisager la création en Afrique d'un cours international d'un an portant sur les techniques sanitaires et auquel participeraient des ingénieurs civils de tous les pays. On y donnerait une formation supplémentaire en matière de technique sanitaire en ce qui concerne tout particulièrement les conditions du milieu prévalant en Afrique.

viii) Formation à la gestion des ressources en eau

255. On pourrait envisager d'organiser un cours international d'un an portant sur la gestion des ressources hydrauliques dans une université africaine.

ix) Centre de formation à la mise en valeur des ressources en eau

256. On pourrait envisager la création d'un centre de formation à la mise en valeur des ressources en eau, sur une base sous-régionale et régionale, pour former des spécialistes dans les divers domaines de la technologie de la mise en valeur des ressources en eau à l'échelon universitaire, à l'intention des universitaires ayant obtenu un diplôme d'ingénieur dans des universités existantes ou des écoles polytechniques, en prévoyant une formation en cours d'emploi et des cours de recyclage pour les ingénieurs travaillant déjà.

C. Problèmes institutionnels

257. Lorsqu'il s'agit d'examiner la possibilité de mettre en valeur les ressources africaines en eau, un des principaux problèmes qui méritent attention est celui de l'utilité et de l'efficacité des structures institutionnelles nationales pour traiter des différents aspects de la planification, de la mise en valeur et de la gestion des ressources en eau de surface et en eau souterraine. On a, au cours des années et en particulier durant la dernière ou les deux dernières décennies, accordé une attention croissante à l'examen de l'utilité de ces structures institutionnelles ainsi qu'à l'adoption de mesures appropriées en vue de renforcer les organisations existantes, d'en créer éventuellement de nouvelles, d'assurer une certaine coordination au niveau national et, d'une manière générale, de permettre à ces organisations de s'acquitter des tâches qui leur incombent conformément aux nouveaux processus de la planification du développement. Si on a beaucoup fait dans ce domaine, on a cependant conscience qu'il reste beaucoup à faire pour rationaliser ces organisations et leur fournir des mécanismes efficaces de coordination au niveau national.

258. Il y a une grande variété de structures institutionnelles dans les différents pays, où il existe des mécanismes administratifs de types divers chargés de différents aspects de la mise en valeur des ressources en eau, suivant la diversité des systèmes administratifs de base, des traditions historiques et des pratiques et doctrines socio-économiques. Il n'est pas nécessaire ni possible d'avoir un seul et même type de structure uniforme. Cependant, on peut examiner certains concepts généraux en revoyant les problèmes institutionnels, d'abord au niveau national, puis au niveau sous-régional et finalement aux niveaux régional et international.

259. Au niveau national, il existe, dans certains pays, plusieurs ministères s'occupant de la mise en valeur des ressources en eau et ayant la responsabilité de mettre au point des politiques et des programmes d'ensemble, et, dans de nombreux pays, ces ministères disposent de véritables départements consacrés à la mise en valeur des ressources en eau qui formulent et appliquent des projets. Dans certains pays, toutefois, il n'existe pas de service national distinct pour les problèmes de la mise en valeur des ressources en eau, et ces pays examinent sérieusement quelles seraient les structures institutionnelles les plus appropriées pour combler cette lacune.

260. Cette question est également liée à celle de l'existence de structures institutionnelles appropriées pour les différentes utilisations sectorielles de l'eau, comme l'approvisionnement en eau des zones rurales et urbaines, l'irrigation, le drainage, le contrôle des crues, l'énergie hydraulique, le transport par voie d'eau intérieure, etc.. Il convient de renforcer les unités administratives existantes et d'en créer là où il n'y en a pas encore pour leur confier la responsabilité de s'occuper d'une manière satisfaisante des utilisations de l'eau susmentionnées répondant aux besoins propres nationaux. Ce faisant, il y aurait également lieu d'accorder l'attention voulue à la nécessité de créer deux unités distinctes pour l'approvisionnement en eau des zones rurales d'une part et des zones urbaines d'autre part.

261. La question du renforcement des structures institutionnelles existantes doit être également examinée du point de vue de leur utilité à l'égard des différents aspects fonctionnels de la mise en valeur des ressources en eau, à savoir la planification, la conception, la construction, l'entretien et le fonctionnement de projets et de systèmes hydrauliques. Il est également nécessaire de prévoir une infrastructure comprenant notamment des laboratoires, des ateliers, des installations de forage, etc..

262. On a d'autre part tendu à créer pour les bassins fluviaux des autorités à l'échelon national (par exemple, la Sokoto-Rima Basin Authority au Nigéria et l'Aménagement des vallées de la Volta en Haute-Volta) pour s'occuper des problèmes que pose une mise en valeur complète et intégrée des bassins fluviaux correspondants.

263. On reconnaît la nécessité de créer un mécanisme de coordination à l'échelon national et on a réalisé des progrès considérables en créant des moyens de coordination appropriés, grâce à des commissions nationales sur l'eau dans certains pays ou de conseils nationaux de coordination dans d'autres. Dans les pays où de tels comités, conseils ou commissions n'ont pas encore été créés, on envisage sérieusement de le faire. Dans certains pays, des bureaux de l'eau ou des Departments of water affairs ont été créés pour s'acquitter des tâches courantes sous la direction desdits organes de coordination.

264. Au niveau sous-régional, il existe déjà les organisations sous-régionales suivantes :

La Commission du bassin du lac Tchad
La Commission du fleuve Niger
L'Organisation pour la mise en valeur du fleuve Sénégal
Le Mano River Union
La Permanent Joint Technical Commission for Nile Waters
Le Comité permanent inter-Etats de lutte contre la sécheresse dans le Sahel (CILSS)
Le Comité interafricain d'études hydrauliques (CIEH), etc..

265. On peut renforcer ces organisations sous-régionales, selon leurs besoins propres, en consultation avec elles et avec les gouvernements intéressés.

266. Il convient de prendre en considération une proposition du Botswana tendant à "créer des équipes régionales d'experts/consultants sous les auspices de la CEA ou d'un autre organisme africain de développement. Ces équipes pourraient remplir des tâches analogues dans des pays africains voisins, en ce qui concerne notamment la recherche de nappes d'eau souterraines, des études sur la demande d'eau, l'identification d'emplacements de barrages, etc.. Il est essentiel dans ces activités que les experts desdites équipes soient capables de travailler ensemble pendant une longue période de temps et dans des conditions techniques analogues". Un autre domaine d'activité prometteur est celui qui vise à "encourager les associations techniques à s'ouvrir à tous ceux qui possèdent les qualifications professionnelles nécessaires, indépendamment de leurs fonctions actuelles ou des convictions politiques de l'Etat hôte. Pour être plus utiles, ces associations devraient être organisées sur une base régionale et tenir des conférences annuelles où seraient représentés tous les pays d'Afrique, et elles devraient se concentrer sur les domaines présentant des problèmes pour y apporter des solutions".

267. Il n'y a pas actuellement, dans les bassins fluviaux, d'institutions appropriées qui favorisent la coopération multinationale; ainsi que l'a suggéré le Soudan, "les Etats sur lesquels s'étend un même bassin fluvial pourraient examiner la possibilité de créer, avec l'assistance d'organisations internationales, un institut scientifique dirigé par les ressortissants des Etats intéressés en vue d'atteindre les objectifs suivants :

- i) encourager les études scientifiques portant sur le bassin;
- ii) formuler des plans au niveau du bassin pour la mise en valeur intégrée de ses ressources naturelles;
- iii) mettre au point un cadre de travail institutionnel pour les pays du bassin;
- iv) former sur place et à l'étranger les cadres nécessaires dans les disciplines et domaines relatifs à la mise en valeur intégrée du bassin;
- v) stimuler la recherche scientifique et procéder sérieusement à un transfert réel de techniques au profit du bassin, tout en réduisant progressivement la dépendance par rapport aux consultants étrangers grâce à des organisations nationales et à des services de consultants nationaux.

268. Ces instituts, s'ils étaient créés à un niveau multinational dans le cadre des principaux bassins fluviaux, donneraient une importante impulsion à la mise en valeur intégrée des bassins fluviaux correspondants tout en permettant aux ressortissants des Etats intéressés de diriger et de contrôler la mise en valeur des ressources des bassins d'une manière rationnelle et en faisant bénéficier au maximum les populations des bassins considérés".

269. Au niveau régional, il semble qu'il y ait un large champ d'activité pour les divers organismes de mise en valeur s'occupant essentiellement de l'Afrique, pour ce qui est de participer, dans une beaucoup plus grande mesure qu'auparavant, aux programmes de mise en valeur des ressources en eau. La Gambie estime que les programmes fondés sur les études et la mise en valeur des bassins de drainage africains constituent la ligne de conduite la plus rationnelle qui puisse être envisagée. C'est dans de tels domaines que le rôle des organisations régionales peut être le plus efficace, étant donné qu'on peut assurer la coordination nécessaire en la matière.

270. Il convient de noter que l'examen de tout aspect d'un problème quelconque de la mise en valeur des ressources en eau de l'Afrique aboutit à une recommandation tendant à créer un cadre institutionnel en vue d'appliquer un projet et d'assurer une action continue. C'est ainsi que, s'agissant des études sur les nappes d'eau souterraines et l'évaluation de leurs ressources ou des études sur la main-d'oeuvre ou les besoins de formation du personnel, pour ne mentionner que quelques exemples, l'absence de cadre de travail institutionnel à un niveau multinational est toujours une lacune. C'est pourquoi, les suggestions susmentionnées visent à combler cette lacune en soulignant la nécessité d'une structure institutionnelle appropriée au niveau régional.

271. Au niveau international, on peut signaler qu'il est nécessaire de coordonner la participation des institutions spécialisées des Nations Unies en matière de ressources en eau et de projets liés à l'eau et d'assurer une coordination et une consultation plus étroites entre ces institutions spécialisées et les gouvernements pour l'établissement et l'application des projets sur l'eau.

272. Le Burundi a également estimé qu'il était nécessaire que "les Nations Unies créent un organisme chargé de coordonner et d'améliorer les activités relatives à la mise en valeur et à la gestion des ressources en eau à un niveau international".

TROISIEME PARTIE - MESURES RECOMMANDEES

273. Les mesures recommandées sont les suivantes :

I. Evaluation des ressources en eau

Eaux de surface

- a) Il est nécessaire de déterminer dans quelle mesure les réseaux hydro-météorologiques et hydrométriques existants répondent aux besoins en vue d'étendre et d'améliorer leur couverture, leur fonctionnement et leur efficacité. L'examen pourrait également comporter l'étude des questions relatives à la normalisation des appareils, des méthodes d'observation et d'enregistrement, pour qu'il y ait notamment comptabilité entre les réseaux nationaux d'un même bassin fluvial international;
- b) Rapporté au nombre de stations de mesure du volume des eaux, le nombre de stations de contrôle de la qualité des eaux, d'étude de leurs caractéristiques physiques, chimiques, biologiques, y compris du transport des sédiments, est insuffisant : il faut créer des laboratoires permettant une analyse complète des eaux là où il n'en existe pas aujourd'hui et accroître l'équipement des laboratoires existants afin d'augmenter leur efficacité et leur donner plus de moyens pour détecter entre autres les risques de pollution;
- c) Outre l'extension des réseaux aux fins d'évaluation quantitative et qualitative, des arrangements sont également nécessaires pour l'installation des réservoirs de jaugeage permettant l'étalonnage systématique et périodique des instruments de mesure tels que les courantomètres;
- d) Il conviendrait de créer des banques de données et de procéder à des arrangements en vue du rassemblement et du traitement systématiques des données et de la publication périodique de renseignements selon une présentation dont il aura été convenu;
- e) Sur la base des données ainsi rassemblées, confrontées et publiées, il sera procédé périodiquement à une évaluation des ressources en eaux de surface qui sera mise à jour de temps à autre à l'aide des nouvelles données recueillies;
- f) Outre les études visant à déterminer globalement les ressources en eau disponible, d'autres études plus détaillées seront nécessaires pour connaître le volume des ressources dont l'exploitation peut être tenue pour rentable, qu'il s'agisse des ressources utilisées aux fins d'approvisionnement des ménages, d'irrigation ou de production d'énergie électrique. Il est nécessaire d'entreprendre des études détaillées des divers bassins fluviaux et pays afin de faciliter l'établissement de projections sectorielles concernant les ressources disponibles. Il convient de procéder à la synthèse des études de planification globale déjà entreprises, afin de disposer de données prospectives.

g) Il conviendrait de répertorier toutes les données dont on dispose concernant les eaux souterraines telles que diagrammes des forages, structures géologiques et caractéristiques hydrogéologiques (réserves, transmissivité, perméabilité, rabattement, débit etc.) de façon à pouvoir les consulter aisément, en cas de besoins, de même qu'il faudrait procéder à une évaluation quantitative permettant de faciliter l'inventaire des connaissances dont on dispose actuellement et d'indiquer quelles sont les lacunes;

h) Des réseaux d'observation devraient être créés pour l'enregistrement des variations du niveau des eaux souterraines;

i) Des programmes d'étude des eaux du point de vue qualitatif devraient faire partie des activités des réseaux d'observation des eaux souterraines;

j) Il faudrait procéder à l'examen des travaux accomplis jusqu'ici dans le domaine des eaux souterraines afin de pouvoir dresser un bilan de la situation actuelle et d'être en mesure d'élaborer un programme de recherche pour l'avenir concernant les besoins en matière de développement, d'activer les programmes en cours et d'en entreprendre de nouveaux lorsque cela est nécessaire (programmes de forage, d'essais en matière de pompage, d'établissement de diagrammes concernant les puits et les forages à l'aide de méthodes de sondage électrique, etc.);

k) Il faudra recourir dans une plus large mesure qu'aujourd'hui aux méthodes géophysiques, aux techniques nucléaires, aux modèles analogiques et mathématiques pour que les travaux de prospection et d'évaluation des eaux souterraines progressent.

II. Evaluation de la consommation

a) D'après l'analyse des données dont on dispose le volume total d'eau actuellement consommée aux fins d'irrigation, d'usages domestiques et industriels serait de 90 milliards de mètres cubes alors que d'après les estimations les réserves seraient d'environ 2 milliards 480 millions de mètres cubes pour les ressources en eaux de surface de la région. Quatre p. 100 seulement des ressources en eau sont donc actuellement utilisées, les 96 autres étant déversés dans la mer. Des mesures doivent être prises pour obtenir des estimations plus fines et permettre une évaluation des volumes d'eau consommée et inutilisée. Il conviendrait de procéder à une évaluation de la consommation des eaux de surface et souterraines des divers bassins fluviaux ainsi qu'à l'échelon national selon les divers secteurs (approvisionnement en eau des campagnes et des centres urbains, consommation du bétail et de l'industrie, irrigation, production d'énergie électrique, etc.);

b) Lorsqu'il a déjà été procédé à une évaluation de ce type des mesures devraient être prises aux fins de révision et de mise à jour continue ou régulière des données conformément aux exigences du processus de planification nationale.

III. Evaluation de la demande

- a) La demande d'eau (approvisionnement des campagnes et des centres urbains, consommation des secteurs de l'élevage et de l'industrie, irrigation ou production d'hydro-électricité) devrait faire l'objet d'estimations échelonnées dans le temps compte tenu des objectifs du développement national afin de pouvoir disposer de données aux fins de mise en valeur des ressources disponibles en eaux de surface et souterraines et de données prospectives en la matière.
- b) Lorsqu'il a été procédé à l'évaluation détaillée ou partielle de la demande, il convient de prendre des mesures pertinentes permettant de procéder à une révision et à une mise à jour permanentes ou régulières des données.
- c) Pour établir des projections en ce qui concerne la demande des divers secteurs, il est nécessaire d'élaborer un ensemble de critères et de normes suffisamment souples permettant des variations correspondant aux différences nationales.
- d) Des objectifs quantitatifs devraient être fixés : nombre de personnes devant bénéficier d'un approvisionnement en eau propre à la consommation domestique, superficie des zones à irriguer pour ce qui est du secteur agricole compte tenu de la diversité des cultures, centrales à installer pour satisfaire la demande prévue d'énergie électrique, etc..

IV. Approvisionnement en eau des collectivités et évacuation des eaux usées

- a) Des progrès considérables ont été réalisés dans le domaine de l'approvisionnement en eau propre à la consommation des populations tant urbaines que rurales de la région. Cependant, il ressort de l'analyse des objectifs fixés et des résultats obtenus que la population appelée à bénéficier d'un approvisionnement satisfaisant en eau propre à la consommation ne cessera de s'accroître ainsi que celle qui ne bénéficiera d'aucun système d'adduction d'eau; en effet, les objectifs sont fixés, selon qu'ils ont trait au secteur urbain ou rural, l'importance accordée à l'accroissement de la population est plus ou moins grande. D'où la nécessité de procéder à une révision des objectifs existants de façon que la population tant urbaine que rurale dans sa totalité puisse espérer être alimentée en eau propre à la consommation d'une manière satisfaisante vers la fin du siècle, sinon plus tôt.
- b) Il en va de même en ce qui concerne les systèmes d'évacuation des eaux usées, dont il serait souhaitable que toute la population puisse bénéficier vers la fin du siècle.
- c) Dans le passé, l'effort visant à mettre en place des systèmes d'évacuation des effluents et des déchets a été moins important que l'effort visant à créer des systèmes d'adduction d'eau. Il serait souhaitable d'assurer à l'avenir un développement parallèle des systèmes d'adduction d'eau et des moyens sanitaires.
- d) Dans le cadre de la planification du développement rural intégré, telle que la pratiquent aujourd'hui de nombreux pays, il conviendrait d'intégrer étroitement les systèmes d'adduction d'eau et les moyens sanitaires aux activités de développement économique et social.

e) Si des efforts doivent être déployés pour assurer une participation active de la communauté dans ce domaine, il est néanmoins essentiel, pour que des progrès sensibles soient réalisés à l'avenir, de recourir à une assistance extérieure.

f) Les organismes internationaux de prêt, bilatéraux et multilatéraux, devraient envisager de modifier leurs critères concernant l'octroi de prêts en fonction des conditions économiques et sociales prévalant dans les pays bénéficiaires. Bien qu'il y ait plusieurs types de difficultés, les problèmes les plus graves, et de loin, sont d'ordre institutionnel et financier; s'ils pouvaient être résolus on parviendrait dans une large mesure à lever les obstacles technologiques.

V. La consommation d'eau du secteur de l'agriculture

a) Pour optimiser la production et la productivité de l'agriculture, l'utilisation et l'exploitation rationnelles de la terre et des ressources en eau supposent des mesures intégrées. Outre une politique de l'eau il est nécessaire de formuler des politiques rationnelles d'utilisation des terres de façon que celles qui ne sont pas actuellement consacrées à la production agricole le soient progressivement afin d'accroître la production agricole et notamment vivrière;

b) Actuellement, près de 8 p. 100 à peine de la superficie totale des terres sont cultivées en Afrique, dont 6 p. 100 seulement sont effectivement irriguées. Il est possible de quadrupler au moins les surfaces irriguées en Afrique; dans le cadre d'une planification, de nouveaux projets prévoyant l'extension des zones irriguées devraient constituer un élément important de la stratégie d'ensemble ayant pour objet le développement de l'agriculture et l'accroissement de la production vivrière du continent.

c) Dans le cadre du développement de l'agriculture irriguée de la région, l'une des priorités consistera à exploiter les projets en cours, le plus rapidement et le plus complètement possible.

d) Dans les zones où l'irrigation est actuellement pratiquée, il faudrait veiller à instituer une meilleure utilisation de l'eau et des méthodes de gestion plus rationnelles de façon à accroître au maximum la production compte tenu des ressources en eau disponibles et à réduire au minimum les pertes en eau.

e) Il faudrait intensifier les activités ayant pour objet de déterminer les besoins en eau des cultures selon les régions et les caractéristiques des sols afin de faciliter la mise au point de méthodes de gestion améliorées.

f) La protection et la lutte contre les inondations soulèvent de grandes difficultés dans plusieurs bassins fluviaux de nombreux pays de la région. Il est nécessaire de tenir compte de ce facteur dans les programmes, les projets et les plans de mise en valeur globale des bassins fluviaux.

g) Dans plusieurs pays d'importantes zones sont couvertes de marécages. Chaque fois que cela est nécessaire, des projets d'assèchement et de drainage des marécages devraient être intégrés aux plans d'irrigation.

h) De nombreuses zones littorales connaissent le problème de l'intrusion des sels qui altèrent la qualité des eaux de surface et souterraines. Les mesures nécessaires pour lutter contre la salinité doivent faire partie des efforts ayant pour objet la mise en valeur des bassins fluviaux de ces régions.

VI. Consommation d'eau de l'industrie

a) En Afrique la consommation d'eau de l'industrie a augmenté au même rythme que l'industrialisation; parallèlement dans de nombreux pays on manifeste un intérêt croissant pour l'évaluation des besoins et de la consommation en eau actuels et potentiels de l'industrie. Certains pays ont déjà établi quelles étaient les virtualités des différents bassins fluviaux ainsi que d'autres zones. Il est cependant nécessaire en ce qui concerne les principaux secteurs industriels que la majorité des pays de la région étudient le problème de plus près et de manière plus systématique et plus complète qu'il ne l'a été jusqu'ici, tant du point de vue quantitatif que qualitatif. L'étude comprendra également l'évaluation des volumes d'eau, consommés et rejetés, l'examen de la qualité des eaux et la détermination des traitements à leur faire subir le cas échéant.

b) Dans certains cas l'eau est recyclée aux fins d'utilisation pour l'industrie, mais d'une façon générale pour un certain nombre de pays de la région, les possibilités d'utilisation de l'eau après traitement n'ont pas encore été étudiées.

c) Dans de nombreux pays de la région la pollution résultant des effluents industriels constitue déjà un grave problème du fait notamment des activités d'importantes industries minières et autres. Plusieurs pays prennent des dispositions en vue d'un contrôle systématique du niveau de la pollution et adoptent des décrets ainsi que des mesures législatives pour contrôler et limiter la pollution de l'eau. Il est nécessaire de recourir à l'assistance extérieure pour :

- i) procéder à des études sur les niveaux actuels de pollution des eaux de surface et souterraines;
- ii) mettre en place des réseaux de contrôle chargés de déceler la pollution;
- iii) créer des laboratoires chargés d'analyser systématiquement et régulièrement les échantillons d'eau;
- iv) fournir le matériel, les fonds et le personnel nécessaires pour combattre les effets de la pollution;

d) Bien que de nombreux pays recourent maintenant à des décrets et mesures législatives pour contrôler le rejet d'effluents non traités, il est non seulement possible mais aussi nécessaire d'examiner quels sont les stimulants que l'on peut offrir et d'imposer des sanctions afin de maintenir le niveau de pollution dans des limites tolérables.

VII. Utilisation de l'eau aux fins de production d'énergie électrique

a) L'Afrique dispose d'environ un tiers du potentiel hydro-électrique mondial. La puissance installée de tous les ouvrages hydro-électriques d'Afrique ne représente que 5 p. 100 de ce potentiel. La part de l'énergie hydro-électrique dans la production totale d'électricité a progressivement augmenté en Afrique et continuera de s'accroître à l'avenir en raison notamment de la crise énergétique qui prévaut. Les études et les projets de développement entrepris dans le passé avaient dans la plupart des cas des objectifs précis, à savoir, assurer l'approvisionnement des centres urbains ou l'exploitation des ressources minières ou bien encore la création d'industries, ce qui ne permettait pas une utilisation optimale du potentiel. Il faudrait dorénavant entreprendre des études complètes en vue de déterminer approximativement les potentialités et les possibilités en matière de développement et d'élaborer des projets de mise en valeur des bassins fluviaux, des pays et des régions.

b) On ne dispose actuellement d'aucune estimation concernant le volume d'eau utilisé aux fins de production d'énergie électrique. Des données devraient être rassemblées à ce sujet et la consommation d'eau étudiée dans l'optique d'une évolution future. En d'autres termes, il conviendrait d'estimer la demande d'eau actuelle et future du secteur de la production d'énergie électrique.

c) La demande d'eau du secteur de la production d'énergie électrique dépendra naturellement de la demande d'électricité qui à son tour sera déterminée par des enquêtes détaillées de la consommation d'électricité non seulement à l'échelon national mais également sous-régional, la consommation n'étant pas nécessairement limitée à un pays. D'où la nécessité de procéder à des études de consommation d'électricité aux échelons sous-régional et régional.

d) Les plans de mise en valeur des ressources hydro-électriques devraient être conçus comme partie intégrante des plans de développement d'ensemble du secteur de l'énergie.

e) L'exploitation des ressources hydro-électriques devrait être considérée comme un élément important de la mise en valeur à des fins multiples des ressources en eau dans le cadre de la planification nationale et à l'échelon des bassins fluviaux.

f) Bien que la production d'énergie électrique soit avant tout une activité n'entraînant aucune consommation d'eau, ses répercussions sur d'autres secteurs consommateurs d'eau devraient être soigneusement évaluées afin de concilier les intérêts en cas de conflits (des ouvrages entraînant une consommation en amont pouvant en effet limiter la production d'énergie électrique en aval).

VIII. L'eau et les transports sur les voies navigables intérieures

- a) L'entretien, l'amélioration et le développement des moyens de transport sur les voies navigables intérieures sont importants pour la vie économique de plusieurs pays de la région car sur les 28 pays enclavés existants dans le monde, l'Afrique en compte à elle seule 14; pour ces pays les voies navigables (cours d'eau et lacs) sont indispensables non seulement du point de vue du commerce maritime mais aussi du point de vue du commerce intra-africain avec les pays voisins. Il conviendrait donc de procéder à une étude sur l'importance des moyens existants et sur les besoins futurs aux fins d'amélioration et de développement dans ce domaine de façon à pouvoir élaborer un programme rationnel.
- b) Dans tout programme de mise en valeur intégrée et polyvalente de l'ensemble d'un bassin fluvial il conviendrait de tenir compte de la nécessité, lorsque les intérêts de la navigation sont en jeu, de maintenir un tirant minimum en aval des ouvrages envisagés. Les propositions tendant à assurer l'écoulement de volumes d'eau entre les bassins ou à créer une série de réservoirs sur les cours d'eau principaux ou sur les affluents de divers fleuves devront nécessairement prévoir en aval un débit suffisant pour maintenir des tirants d'eau minimaux. Bien que ces écoulements ne représentent ni une consommation ni un prélèvement sur le volume d'eau des systèmes fluviaux ils sont importants car ils constituent des demandes ponctuelles dont il faut tenir compte.
- c) Il conviendrait d'étudier, d'examiner et de développer le potentiel que représentent un grand nombre de lacs naturels et artificiels de la région du point de vue de l'infrastructure du continent en matière de transport.
- d) La politique de développement des transports sur les voies navigables intérieures devrait faire partie intégrante de la politique d'ensemble du continent en matière de transport.
- e) Il conviendrait d'encourager l'adoption de technologies appropriées et leur développement en ce qui concerne le dragage, le dégagement et l'entretien des voies navigables, l'établissement de cartes des cours d'eau et des bassins d'inondation, les levés hydrographiques concernant certaines portions de cours d'eau et les lacs, naturels et artificiels, l'établissement de nouvelles cartes de navigation et la mise à jour des cartes existantes, l'installation de bouées, de balises côtières et optiques et d'autres aides à la navigation.

IX. La sécheresse

- a) La lutte contre la sécheresse constitue l'un des problèmes auxquels il convient d'accorder la priorité en Afrique. Littéralement le terme sécheresse signifie absence d'eau; sauf à établir la preuve de l'existence de ressources en eau dans les régions victimes de la sécheresse il ne sera pas possible de modifier leur situation. La mise en valeur des ressources en eau devrait donc être considérée comme l'un des éléments essentiels de la lutte contre la sécheresse dans la région du Sahel. Un programme d'ensemble devra être établi pour la mise en valeur des ressources en eau du Sahel dans lequel seront esquissés des buts et objectifs déterminés, à atteindre à court et à long termes.

b) Des arrangements doivent être pris le plus rapidement afin de s'assurer l'assistance financière nécessaire à la réalisation des projets prioritaires déjà mentionnés par le CILSS.

c) Une exploration plus poussée des eaux souterraines du Sahel s'impose et un important programme doit être entrepris en vue de déterminer l'emplacement des puits et des forages.

d) Des dispositions doivent être prises pour assurer l'entretien nécessaire des puits existants et l'exploitation de nouveaux puits, grâce aux ressources et moyens des populations des zones rurales victimes de la sécheresse, sur la base de l'auto-assistance complétée par une aide publique et des ressources extérieures.

e) Il faudrait mener à bien le plus rapidement possible des études de faisabilité concernant les projets de mise en valeur des eaux de surface identifiés au cours d'un certain nombre d'études entreprises antérieurement aux fins de planification. Un certain nombre de projets ont été identifiés touchant les bassins des fleuves Sénégal, Niger, Logone et Chari ainsi que les affluents de la Volta qui arrosent certaines parties de la région du Sahel.

f) En ce qui concerne les projets pour lesquels il a été décidé en principe de procéder aux travaux de construction comme dans le cas des barrages de Selingué et Manatoli, il conviendrait d'entreprendre sans tarder l'exécution des ouvrages et de les achever le plus tôt possible.

g) Il faudrait établir des plans quinquennaux et décennaux et procéder à des études prospectives aux fins de mise en valeur des ressources en eau de la région du Sahel, compte tenu des activités, des projets et des programmes des commissions sous-régionales, tels que ceux ayant trait aux fleuves Sénégal et Niger et au lac Tchad, et des activités du Secrétariat permanent du Sénégal et de la Gambie récemment créé.

h) Outre la région du Sahel d'importantes zones un peu partout en Afrique sont victimes de la sécheresse ou risquent de l'être. Des programmes du type de ceux élaborés par le CILSS concernant ces régions devraient être préparés et exécutés afin d'atténuer les souffrances des hommes et affranchir l'agriculture de l'Afrique des aléas de la pluviosité dont actuellement elle dépend pratiquement entièrement.

X. Problèmes de planification

a) En ce qui concerne la consommation d'eau d'un certain nombre de secteurs il est nécessaire de fixer les objectifs à atteindre dans certains délais, ce qui permettrait de formuler des programmes détaillés et des plans à long terme. Pour ce qui est des secteurs dont les objectifs ont déjà été fixés, il est souhaitable de procéder à une réévaluation des besoins ainsi qu'aux réaménagements nécessaires. Ainsi, en ce qui concerne l'approvisionnement en eau des collectivités et l'évacuation des eaux usées, il semblerait souhaitable de se fixer comme objectif la satisfaction des besoins de la population de la région vers la fin du siècle, ou dans le domaine de la production alimentaire, de combler le déficit alimentaire actuel vers 1990 par exemple ou bien encore de doubler la production d'énergie hydro-électrique au cours de la prochaine décennie. Pour ce qui est de la consommation d'eau de tous les autres secteurs il est nécessaire de se fixer des objectifs semblables.

b) Pour arrêter ces objectifs, les réexaminer et les réévaluer de temps à autre, il est nécessaire d'élaborer un mécanisme institutionnel et des procédures aux échelons national, sous-régional et régional.

c) Une politique de mise en valeur polyvalente des bassins fluviaux et des plans directeurs concernant les perspectives à long terme de la planification des pays et bassins fluviaux constitueront, en matière de planification, les stratégies nécessaires pour atteindre les objectifs fixés. Il convient d'insister particulièrement sur les politiques de mise en valeur polyvalente et il est nécessaire d'assurer une aide à un certain nombre de pays aux fins d'établissement de plans directeurs concernant les pays et les bassins fluviaux. Il est possible de recourir dans une plus grande mesure aux techniques d'analyse des systèmes et aux modèles mathématiques pour ce qui est des problèmes de la planification.

d) Les plans nationaux consacrés aux ressources en eau doivent être intégrés aux plans nationaux de développement économique et social; ainsi les plans concernant la production d'énergie hydro-électrique seront un élément des plans adoptés en matière d'énergie, les plans d'irrigation feront partie des plans relatifs à l'agriculture et les plans concernant les voies navigables s'inscriront dans le plan d'ensemble des transports.

e) Dans le cas d'un certain nombre de pays où des études de planification d'ensemble ont déjà été menées à bien, il est nécessaire de procéder à leur réexamen afin d'identifier les projets pour lesquels il serait maintenant utile de réaliser à des études de faisabilité. Dans le cas des projets ayant fait l'objet d'études de faisabilité, des dispositions doivent être prises aux fins d'établissement de rapports définitifs détaillés concernant les projets. Ainsi dans le domaine de la planification une aide est nécessaire à de nombreux pays pour ce qui est de l'identification des projets, de l'élaboration de rapports de faisabilité et d'établissement de rapports sur les projets définitifs. S'agissant de la planification, il convient de s'intéresser aux besoins qui se manifestent dans le domaine des levés et de l'établissement des cartes topographiques, y compris à la photogrammétrie et autres méthodes modernes. Les services cartographiques des pays africains doivent être renforcés afin de pouvoir prendre en charge la mise en valeur des ressources en eau.

XI. Formulation d'une politique de l'eau

a) Certains pays de la région se sont efforcés ou s'efforcent de formuler des politiques nationales de l'eau en vue d'une mise en valeur d'ensemble des ressources en eau, mais dans le cas d'autres pays qui n'ont pas encore entrepris ce genre d'activité, il est nécessaire de procéder à la formulation d'une politique de l'eau qui soit compatible avec les politiques économiques et sociales d'ensemble desdits pays. Il est essentiel de formuler une politique de l'eau pour assurer une planification rationnelle et échelonnée de la mise en valeur des ressources conformément à des priorités pré-établies afin d'atteindre les buts et objectifs fixés dans divers domaines en ce qui concerne la consommation en eau.

b) La formulation d'une politique de l'eau peut porter sur deux aspects de la question à savoir : i) la distribution de l'eau et ii) la mise en valeur des ressources en eau, les deux étant liés.

c) Il est non seulement possible mais aussi nécessaire de réexaminer et de ré-évaluer les politiques tarifaires dans le domaine de la mise en valeur des ressources en eau (tarifs ménagers, urbains, ruraux, industriels, agricoles, etc.) ainsi que de procéder aux réajustements et à la restructuration nécessaire en fonction des politiques générales de développement des pays considérés, afin que la tarification puisse être utilisée plus efficacement en tant qu'instrument d'intervention permettant de promouvoir une meilleure gestion de la demande et d'encourager une meilleure utilisation des ressources disponibles.

XIII. Elaboration de technologies appropriées

a) Il est nécessaire de définir clairement la notion de technologie appropriée et son contenu en mettant l'accent sur la mise en valeur des ressources en eau dans le contexte de l'environnement socio-économique de la région. Cette question peut être examinée en considérant la nécessité de mettre en place des moyens technologiques dans les pays et la région en vue de résoudre les problèmes réels qui se posent à l'échelle nationale dans le domaine de la mise en valeur des ressources en eau sans qu'il soit nécessaire d'être indûment tributaire de technologies ou de matières premières importées. L'autonomie est le mot d'ordre dans tous les pays de la région et des efforts sont faits en vue d'accélérer la mise au point de technologies locales et d'utiliser l'expérience et les matières premières locales. Ces efforts nationaux nécessitent un appui financier et institutionnel.

b) Certains pays de la région appliquent une politique prévoyant la participation de la population à la construction et à l'entretien d'ouvrages hydrauliques. Dans certains pays, on utilise le terme auto-assistance alors que dans d'autres on parle d'investissement humain. Des technologies à forte intensité de main-d'oeuvre sont actuellement utilisées dans toute la mesure du possible dans certains pays et, dans certains d'entre eux, il est possible d'intensifier l'utilisation de main-d'oeuvre dans le cadre de projets de mise en valeur des ressources en eau et de parvenir à un équilibre optimal entre les technologies à forte intensité de main-d'oeuvre et celles à forte intensité de capital.

c) Certains pays s'efforcent de produire des matériaux et du matériel de construction, notamment du ciment, de l'acier, des tuyaux en PVC et en fibrociment, des réactifs pour le traitement de l'eau, etc.. En ce qui concerne le matériel importé, son entretien pose des problèmes compte tenu des difficultés que les pays rencontrent pour obtenir des pièces de rechange, et il est par conséquent suggéré que la région commence à produire des pièces détachées et produise de plus en plus, par la suite, du matériel de types divers.

d) La normalisation du matériel utilisé par les pays de la région contribuera, dans une certaine mesure, à résoudre les problèmes opérationnels qui se posent dans le domaine des pièces de rechange.

e) La normalisation des modèles d'appareils et d'ouvrages et des plans contribuera à l'élaboration de technologies appropriées dans le domaine de la mise en valeur des ressources en eau.

f) Certains pays procèdent à des innovations techniques dans le domaine de la planification, des instruments et de l'équipement. La coopération technique intra-africaine contribuera à atténuer les disparités observées actuellement dans le développement technologique des différents pays africains.

g) La conclusion d'accords régionaux dans le domaine de la planification, de la conception et de la construction d'ouvrages hydrauliques et la constitution d'organisations autochtones d'ingénieurs conseils contribueront également à l'élaboration de technologies appropriées adaptées aux besoins de la région et à la promotion du transfert efficace de technologies.

h) Les spécialistes des pays de la région devraient disposer des fonds nécessaires pour leur permettre de se renseigner sur les réalisations dans leur domaine de compétence et, ainsi, connaître les améliorations qu'il est possible d'apporter aux technologies qu'ils utilisent. Il faut leur accorder une aide financière et des services d'experts pour les aider à adapter des technologies aux conditions qui prévalent dans leurs pays respectifs.

i) Il faut encourager dans toute la mesure du possible les efforts institutionnels en vue de l'élaboration de technologies appropriées dans le domaine de la mise en valeur des ressources en eau.

XIII. Besoins en matière de politique scientifique et de recherche

a) Des efforts de recherche considérables sont faits par plusieurs instituts de recherche, universités, organisations gouvernementales et intergouvernementales d'Afrique en ce qui concerne les problèmes que pose la mise en valeur des ressources en eau. Ces recherches et études portent sur les problèmes que posent l'évaluation des ressources en eau de surface et en eau souterraine ainsi que leur utilisation et leur mise en valeur. Il est nécessaire de passer en revue les travaux exécutés jusqu'ici, d'évaluer la mesure dans laquelle les résultats de recherches ont contribué au processus de développement et de déterminer les domaines qu'il convient d'approfondir..

b) Il est également nécessaire d'étudier l'opportunité de mettre en place un mécanisme institutionnel de consultation et de coordination permanentes à l'intention des chercheurs sur le terrain afin qu'ils puissent trouver des solutions aux problèmes de l'eau qui se posent aux pays de la région et que les travaux de recherche soient entièrement intégrés au processus de développement qui s'est amorcé.

XIV. Répercussions des projets de mise en valeur des ressources en eau sur l'environnement

- a) On prend de plus en plus conscience des répercussions qu'ont les projets de mise en valeur des ressources en eau sur l'environnement, et plusieurs études mésologiques et écologiques sont en cours dans maints pays de la région. Dorénavant il faudrait, par principe, étudier les répercussions que risquent d'avoir sur l'environnement les projets proposés ou envisagés avant qu'ils ne soient exécutés afin que les mesures mésologiques nécessaires puissent être prises au moment même où les projets sont exécutés.
- b) En étudiant les répercussions mésologiques, il faut adopter une approche interdisciplinaire et tenir compte des aspects physiques, chimiques, biologiques et socio-économiques du problème afin que l'on puisse évaluer de façon plus complète, efficace et coordonnée les répercussions globales des projets, démarche qui autrement ne serait pas possible.
- c) Les institutions déjà mises en place pour assurer une représentation adéquate des milieux s'intéressant à l'environnement devraient être renforcées pour leur permettre d'assumer leurs responsabilités dans le domaine des projets relatif à l'eau.
- d) Dans les pays qui ne disposent pas encore d'institutions s'occupant des questions mésologiques, il faudrait prendre des mesures pour créer des institutions appropriées à leur situation et à leurs besoins particuliers.
- e) Il faudrait élaborer des procédures pertinentes pour évaluer, tant du point de vue qualitatif que du point de vue quantitatif, les répercussions qu'ont les projets de mise en valeur des ressources en eau sur l'environnement.
- f) Les risques de propagation de maladies d'origine hydrique qu'entraîne la construction de grands projets de mise en valeur des ressources en eau devraient être étudiés au moment même où les projets sont formulés et des mesures préventives devraient être prises dans le cadre de l'exécution des projets, pour éviter que la santé des habitants de la région ne soit compromise par une exécution non-coordonnée des projets.
- g) Lors de la planification et de l'exécution des projets de mise en valeur des ressources en eau, il faut dûment tenir compte de la nécessité de protéger et de préserver la faune et la flore sauvages chaque fois que les intérêts dans ce domaine sont menacés.
- h) Des centres de tourisme et de loisirs devraient être mis en place le long de tous les lacs naturels et artificiels.

XV. Législation

a) Outre les dispositions du droit coutumier relatives à l'eau, maints pays appliquent certaines dispositions juridiques dans le cadre du droit civil général dont ils ont hérité. Au cours des quelques dix dernières années, en particulier depuis l'indépendance, plusieurs pays ont adopté des mesures législatives sous forme de lois sur l'eau. Le contenu et la portée de ces lois ne sont pas uniformes et doivent être étudiés de façon approfondie compte tenu des besoins futurs.

b) Beaucoup de ces lois sur l'eau concernent les droits de propriété, les régimes de licence et le prélèvement. Certaines s'attachent plus aux eaux de surface qu'aux eaux souterraines. Parfois, également, on n'insiste pas suffisamment sur la pollution et la préservation de la qualité de l'eau. Il faudrait prendre des mesures pour examiner la législation en vigueur en vue de l'améliorer et d'élargir sa portée pour y inclure des dispositions relatives à toutes les ressources en eau de surface et en eau souterraine, la protection qualitative et quantitative et la prévention de la pollution, ainsi que des clauses de pénalisation pour l'évacuation d'effluents nocifs, etc..

c) En l'absence de législation, il faudrait envisager de mettre en vigueur, dans les meilleurs délais, des lois portant sur tous ces aspects. Les pays pourraient tirer partie du projet de code de l'eau diffusé par des organisations intergouvernementales telles que le Comité interafricain d'études hydrauliques (CIEH) et l'Organisation commune africaine et mauricienne (OCAM).

XVI. Coopération régionale et internationale

a) La plupart des grands bassins fluviaux d'Afrique, notamment le Zaïre/Congo, le Niger, le Nil, le Zambèze et la Volta sont des bassins internationaux et il en est de même pour les bassins lacustres comme celui du lac Tchad. La superficie totale de l'ensemble des bassins hydrographiques d'Afrique est de 16,86 millions de km², dont 15,7 millions de km² sont drainés par des fleuves ou des lacs internationaux. Cela signifie qu'environ 90 p. 100 de la superficie des bassins hydrographiques et environ la moitié des terres émergées de l'Afrique se composent de bassins internationaux. Un certain nombre d'organisations intergouvernementales sont chargées, depuis quelque temps, de gérer ces bassins fluviaux et lacustres internationaux. La tendance à la coopération multinationale et régionale ne fait que croître dans la région. Il existe néanmoins des différences en ce qui concerne le statut juridique, la structure de cette coopération et les procédures qui la régissent. Des études tendant à faire le point de la situation et à diffuser des données concernant l'expérience acquise dans le cadre des essais de coopération régionale et internationale intéresseraient certainement tous ces Etats ainsi que les autres pays qui souhaiteraient éventuellement profiter de cette expérience pour résoudre certains de leurs propres problèmes dans le domaine de la mise en valeur commune de leurs ressources en eau.

b) Les organisations existantes doivent également être renforcées grâce à la fourniture de matériel, de fonds et de personnel.

c) Un certain nombre d'autres pays souhaitent participer à des activités communes ou encore à des accords ou arrangements régionaux en vue de procéder à des études conjointes ou de mettre en valeur, en commun, des bassins hydrographiques, et il est donc nécessaire de promouvoir ces efforts de coopération dans le domaine des bassins fluviaux et lacustres internationaux.

d) Il faudrait également prendre des mesures pour procéder à l'étude des ressources multinationales en eau et de surveiller la qualité de l'eau dans les bassins fluviaux et lacustres internationaux.

e) Il faudrait prendre des mesures pour promouvoir la normalisation des méthodes de mesures, du matériel et du traitement de l'information afin d'assurer la compatibilité des différentes pratiques nationales suivies dans un même bassin fluvial ou lacustre international;

Les principaux obstacles à une utilisation et une mise en valeur plus efficaces et plus complètes des ressources en eau de la région sont :

L'insuffisance des capitaux disponibles,
La pénurie de main-d'oeuvre qualifiée, et
les lacunes institutionnelles.

En vue de surmonter ces obstacles, il faudrait étudier les recommandations ci-après :

XVII. Besoins financiers

a) Mains pays ont besoin d'une assistance financière pour :

- installer et exploiter des réseaux alimentés par des ressources en eau de surface et en eau souterraine;
- rassembler, traiter et publier des données, et créer des banques de données;
- procéder à des études de pré faisabilité et de planification;
- établir des rapports de faisabilité pour des projets déterminés;
- procéder à des investissements aux fins d'exécution de projets déjà étudiés et prouvés réalisables.

b) La hausse des coûts d'exécution des projets, les effets des pressions inflationnistes et les difficultés que les pays rencontrent pour obtenir de nouveaux prêts à des conditions de faveur, sans oublier le service des prêts qui leur ont déjà été accordés limitent le développement. La formulation de politiques libérales bien réfléchies portant sur tous les aspects de l'assistance financière fournie par des organismes de financement internationaux, bilatéraux et multilatéraux, contribuerait à l'élaboration et à l'exécution rapide d'un plan, d'un programme et d'une stratégie à long terme pour la mise en valeur des ressources en eau de l'Afrique.

c) Dans la monographie ghanéenne il est indiqué que s'agissant de l'exécution des projets, la plupart des subventions ou des prêts sont liés à l'achat de biens et de services auprès du pays donateur. Cela empêche l'achat de biens et de services compétitifs. Cette pratique est également contraire aux efforts de normalisation qui ont déjà commencé dans certains pays et crée des problèmes d'entretien et de pièces de rechange. Le pays bénéficiaire devrait être autorisé à lancer des appels d'offre de biens et de services sur le marché international et il devrait pouvoir s'adresser à une banque acceptant de changer la monnaie du pays donateur pour celle du pays dont l'offre est la plus compétitive jusqu'à concurrence du prix des biens et des services.

d) La monographie indique également que l'aide est souvent donnée sous forme de services d'ingénieurs-conseils, même lorsque le pays dispose d'un certain nombre de spécialistes dans le domaine en question. Pour contribuer à la formation de la main-d'oeuvre locale, le pays devrait faire appel à une firme de consultants pouvant s'occuper de l'ensemble des travaux. Les experts étrangers devraient donner des avis sur certains aspects des projets à la demande des consultants locaux. Tout autre assistance devrait être fournie sous forme de devises destinées à acheter les marchandises nécessaires à l'exécution du projet.

XVIII. Etudes relatives à la main-d'oeuvre

a) Les études relatives à la main-d'oeuvre assurent l'orientation nécessaire à la formulation de programmes de formation à long terme et, par conséquent, un rang de priorité élevé devrait être accordé à la réalisation de ces études, qui devraient être régies par des principes et des critères bien conçus et fixés à l'avance.

b) En réalisant ces études, il faudrait observer les principes ci-après :

- i) Les études devraient être complètes et porter sur tous les secteurs de la mise en valeur des ressources en eau, y compris l'évaluation des ressources en eau de surface et en eau souterraine, et sur diverses utilisations de l'eau telles que l'approvisionnement en eau des collectivités locales, des zones rurales et urbaines, l'abreuvement du bétail, la technologie d'évacuation, l'utilisation industrielle de l'eau, y compris le recyclage, l'utilisation agricole de l'eau aux fins d'irrigation, la pêche, les forêts, la conservation du sol et de l'eau, ainsi que des utilisations qui n'entraînent pas de consommation d'eau tel que la production d'énergie hydraulique, les transports par voies navigables intérieures, etc.,
- ii) Dans chacun des secteurs susmentionnés, il faudra évaluer les besoins en main-d'oeuvre en ce qui concerne les différentes catégories de personnel, : spécialisé et semi-spécialisé, de niveau inférieur, intermédiaire et supérieur.
- iii) Les études relatives à la main-d'oeuvre dans le domaine des ressources en eau doivent être conçues comme des éléments indissociables des études concernant les besoins d'ensemble en main-d'oeuvre qualifiée de tous les secteurs du développement économique et tenir compte des besoins spécifiques en personnel technique des pays de la région, l'objectif étant que les études soient des instruments réellement efficaces de la planification des politiques ou de l'exécution des projets.

XIX. Besoins en matière de formation

a) Il existe un certain nombre d'institutions, d'universités, de collèges, d'écoles polytechniques et de centres de formation qui doivent être renforcés et élargis. Ces établissements ont besoin de plus d'enseignants, de matériel didactique etc. afin que leur production finale puisse être accrue tant quantitativement que qualitativement.

b) Les programmes d'enseignement de certains des établissements et centres de formation existants pourrait être revus et élargis pour inclure des sujets relatifs à la mise en valeur des ressources en eau.

c) Le nombre de centres de formation existants est insuffisant. Il faut créer de nouveaux centres de formation, à la demande des pays de la région, dans des domaines où cela est particulièrement nécessaire.

d) On pourrait envisager la création d'établissements spéciaux de formation rattachés aux organismes nationaux de mise en valeur des ressources en eau.

e) Il faudrait encourager la coopération intra-africaine en vue de créer des établissements de formation communs à divers pays africains intéressés en vue de la formation de personnel spécialisé et semi-spécialisé.

f) Outre les bourses de perfectionnement de courte durée prévues dans le cadre de projets, il est nécessaire de disposer de bourses de longue durée pour des cours de spécialisation dans des domaines relatifs à la mise en valeur des ressources en eau.

g) Il faudrait envisager l'organisation, en Afrique, d'un cours international d'une année dans le domaine du génie sanitaire grâce auquel des ingénieurs du génie civil de tous les pays pourraient recevoir une formation supplémentaire dans le domaine du génie sanitaire.

h) Il faudrait envisager d'organiser, dans une université africaine, un cours international d'une année dans le domaine de la gestion des ressources en eau.

i) On pourrait envisager la création d'un centre de formation à la mise en valeur des ressources en eau à l'échelle sous-régionale ou régionale pour former des spécialistes aux divers aspects des technologies de mise en valeur des ressources en eau au niveau universitaire supérieur à l'intention des ingénieurs diplômés d'universités ou d'écoles polytechniques existantes, prévoyant une formation en cours d'emploi et des cours de recyclage à l'intention des ingénieurs déjà en poste.

XX. Problèmes institutionnels

Il existe un grand nombre de structures institutionnelles s'occupant des différents aspects de la mise en valeur des ressources en eau dans les pays de la région, dont la nature varie en fonction du cadre administratif et des traditions historiques. Une seule et même structure uniforme n'est ni nécessaire ni possible. On pourrait examiner les suggestions ci-après, qui tiennent compte des besoins institutionnels à l'échelle nationale, sous-régionale, régionale et internationale.

A l'échelle nationale

a) Dans certains pays, il y a un ministère spécialement chargé de la mise en valeur des ressources en eau, alors que dans maints autres pays le ministère intéressé est aidé par un département spécialement conçu à cet effet. Dans certains pays, néanmoins, il n'existe pas de service national distinct s'occupant de la mise en valeur des ressources en eau. Il est nécessaire, dans ces pays, de mettre en place une structure institutionnelle appropriée pour combler cette lacune.

b) Dans les pays qui disposent déjà d'une structure institutionnelle pour la mise en valeur des ressources en eau, celle-ci devrait être renforcée pour permettre aux autorités de faire face aux problèmes que pose l'utilisation de l'eau dans les différents secteurs, notamment l'approvisionnement en eau des ménages, l'irrigation, la production d'énergie hydraulique, etc.. En mettant en place de nouvelles structures administratives, là où cela s'impose, on pourrait examiner s'il est souhaitable de créer un mécanisme s'occupant de l'approvisionnement en eau des collectivités rurales, totalement indépendant du mécanisme assurant l'approvisionnement en eau des collectivités urbaines, compte tenu des différences de technologies, de priorités, de portées etc..

c) Dans maints pays, il est nécessaire de renforcer le cadre institutionnel existant pour mieux l'adapter aux divers éléments intervenant dans la mise en valeur des ressources en eau, tels que la planification, la conception, la construction, l'entretien et l'exploitation, et de fournir les services d'infrastructure nécessaires tels que des bureaux d'étude, des laboratoires, des ateliers, des installations de forage, etc..

d) Depuis peu, certains pays ont commencé à créer à l'échelle nationale des agences de bassin, qu'il est nécessaire de renforcer afin qu'elles puissent intervenir de façon plus efficace dans la planification et la mise en valeur intégrée de bassins fluviaux en question, toutes les utilisations de l'eau étant prises en considération.

e) En ce qui concerne la coordination institutionnelle à l'échelle nationale, certains pays ont déjà mis en place le mécanisme institutionnel nécessaire : soit des commissions nationales de l'eau, soit des conseils nationaux de coordination, soit des bureaux de l'eau chargés d'assurer cette coordination. Dans les pays où ce genre de mécanisme n'existe pas encore, la question est à l'étude et il est nécessaire d'accélérer les décisions en la matière.

A l'échelle sous-régionale

f) Il existe déjà un certain nombre d'organisations sous-régionales qui doivent être renforcées, en fonction de leurs besoins respectifs, en consultation avec lesdites organisations et les gouvernements participants.

g) Il convient d'étudier une proposition de la Gambie qui tend à "créer des équipes régionales d'experts/consultants relevant soit de la CEA, soit d'un autre organisme africain de développement. Ces équipes devraient accomplir des tâches analogues dans des pays africains voisins, tels que l'évaluation des ressources en eau souterraine, des études de la demande d'eau, la reconnaissance de sites pour la construction de barrages, etc.. L'essentiel, dans les entreprises de ce genre, est que les experts de ces équipes soient en mesure de travailler ensemble pour une période de temps assez longue dans des conditions techniques analogues".

h) Il serait également souhaitable d'"encourager la création d'associations techniques, ouvertes à tous, dotées des compétences professionnelles nécessaires, indépendamment de leur capacité actuelle ou de l'option politique du pays hôte. Pour qu'elles soient particulièrement utiles, ces organisations devraient être organisées à l'échelle régionale et organiser des conférences panafricaines annuelles mettant l'accent sur des problèmes déterminés et les solutions que l'on peut y apporter".

i) On pourrait envisager "la création d'instituts scientifiques intéressant des bassins fluviaux communs à plusieurs pays, pour promouvoir la réalisation d'études scientifiques, formuler des plans relatifs aux bassins en question en vue de leur mise en valeur intégrée et promouvoir la formation de la main-d'oeuvre et la mise en place d'un cadre institutionnel dans les Etats riverains, de façon à réduire progressivement la dépendance des sociétés étrangères d'ingénieurs-conseils".

A l'échelle régionale

j) Divers organismes de développement spécifiquement africains, tels que l'OUA ou la CEA, ont les moyens de participer à des programmes de mise en valeur des ressources en eau dans une mesure beaucoup plus grande que précédemment. En encourageant des études et des programmes de mise en valeur des bassins hydrographiques de l'Afrique, ces organisations régionales peuvent jouer un rôle extrêmement efficace, puisque les activités de coordination peuvent être réalisées à l'échelle régionale.

A l'échelle internationale

k) A l'échelle internationale, il est nécessaire de coordonner la participation des organismes des Nations Unies à des projets liés, directement ou indirectement, à la mise en valeur des ressources en eau et de prévoir une coordination plus étroite ainsi que des consultations entre les organisations et les gouvernements en vue de l'élaboration et de l'exécution de projets dans le domaine de l'eau.

l) "Il est nécessaire de mettre en place un organisme des Nations Unies chargé de coordonner, de normaliser et d'améliorer les activités de développement et de gestion des ressources en eau à l'échelon international" (Monographie du Burundi).

RESSOURCES EN EAU DE SURFACE DE PLUSIEURS PAYS AFRICAINS

<u>Pays</u>	<u>Débit annuel</u> <u>moyen</u>	<u>Pays</u>	<u>Débit annuel</u> <u>moyen</u>
	Millions de m3		Millions de m3
Algérie	11 475	Libéria	70 000
Botswana	1 190	Malawi	9 000
(Non compris le Chobe et d'autres cours d'eau)		Nigéria	259 000
Burundi	6 850	Afrique du Sud	51 230
République centrafricaine	190 000	Soudan	84 000
Tchad	52 420	(Débit du Nil à Assouan)	
(Volume total d'eau déversé dans le Lac Tchad)		Souaziland	451
Egypte	84 000	Togo	15 000
(Débit du Nil à Assouan)		Ouganda	32 590
Ethiopie	89 600	(Débit à la sortie du Lac Mobutu Sese Seko)	
Ghana	47 441	Haute-Volta	10 000
(Cours d'eau au débit régularisé)		Zambie	103 000
Kenya	14 836		

COURS D'EAU AFRICAINS

Cours d'eau	Superficie du bassin versant (en km ²)	Débit annuel moyen (en millions de m ³)	Source des données et observations
<u>Cours d'eau coulant vers le nord</u>			
Nil (à Assouan)	2 800 000	84 000	Monographie nationale (abrégé dorénavant en "m.n.")
Baraka	41 400	300	En Ethiopie seulement, m.n.
Medjerda (Algérie orientale)	34 800	5 500	
Cheliff et Côte de Dahra	48 600	1 720	
Soummam	9 200	750	Ministère algérien de l'industrie et de l'énergie
Sebaou et autres cours d'eau	3 900	1 600	1973 1/
Autres cours d'eau du nord de l'Algérie	36 410	2 100	
Moulouya	53 700	1 388	<u>Direction de l'Hydraulique Maroc 1968 1/</u>
			Renseignements non disponibles
Cours d'eau de la Tunisie			
<u>Cours d'eau coulant vers l'est</u>			
Uadi Dhut (Somalie)			
Deh Nugaled (Somalie)			
Webi Scebeli	205 400	2 500	En Ethiopie, m.n.
Dawa-Juba	168 100		En Ethiopie, m.n.
Lak Bor			
Uaso Nyiro (Lak Dera)	15 022	739	Au Kenya seulement, m.n.
Tana	42 217	4 700	A Garissa au Kenya, m.n.
Athi (Galana)		1 295	m.n.
Umba			
Pangani (à Korogwe)	25 110	3 021	
Wami (à Mandera)	36 450	2 592	Tanzanian Hydrological Yearbook
Ruvu (au pont de Morogoro)	15 190	2 261	1967 1/
Rufiji (aux rapides de Pangani)	158 000	30 000	
Matandu			
Mbemkuru			
Ruvuma	155 400		
Messalo (s.e. = 10 000 km ²)	24 000	1 030	
Montepuez (s.e. = 2 415 km ²)	9 500	195	
Rio Lurio (s.e. = 56 200 km ²)	60 800	7 330	
Mecuburi (s.e. = 4 000 km ²)	8 900	460	De Ataida, Service hydraulique,
Nonapo (s.e. = 8 000 km ²)	8 800	1 005	1972 1/
Meluli (s.e. = 9 607 km ²)	9 700	1 915	
Ligonha (s.e. = 5 410 km ²)	16 299	820	
Molocue (s.e. = 2 900 km ²)	6 500	865	
Licungo (s.e. = 5 800 km ²)	27 726	1 210	

Cours d'eau	Superficie du bassin versant (en km2)	Débit annuel moyen (en millions de m3)	Source des données et observations
<u>Cours d'eau coulant vers l'est (suite)</u>			
Zambèze (à D. Ana)	1 250 000	103 380	Le débit à la frontière de la Zambie est de 77 000 x 10 ⁶ m3 De Ataida, <u>Service hydraulique</u> , 1972 1/
Rio Pungué (s.e. = 15 000 km2)	29 500	3 080	
Rio Buzi (s.e. = 26 314 km2)	28 800	1 450	
Umbeluzi (s.e. = 3 100 km2)	5 600	315	
Save	88 395	5 000	
Limpopo (s.e. = 340 000 km2)	412 000	5 330	
Maputo (s.e. = 28 500 km2)	29 800	2 800	
Incomati (s.e. = 21 200 km2)	46 246	2 300	
Ngvuma		111	
Tugela	29 085	4 699	
Ungeni et autres	18 260	3 472	
Umzinkulu et autres	46 610	7 714	
Groot Kei	20 490	1 219	
Amatola	7 910	535	South African Water Commission 1970 1/
Great Fish	30 280	580	
Great Bushman	5 633	83	
Sundays	21 110	293	
Oteniqna, Gamtoos et Algoa	44 330	1 400	
Gouritz	45 300	674	
Breed	15 423	2 025	
<u>Cours d'eau coulant vers l'ouest</u>			
Grootberg et autres	25 380	2 090	South African Water Commission 1970 1/
Olifants	48 600	1 020	
Buffels et autres	28 900	70	
Orange	650 000	11 370	
Kuiseh (Namibie)			Quintela-Porc. Reading Symp. 1972 1/
Ugab (Namibie)			
Cunene	83 000	6 774	
Curoca			
Cobal			
Bentiaba			
Capoloro			
Catumbela			
Cuvo	17 231	5 838	"
Longa			
Cuanza	121 470	26 355	"
Bengo	7 370	1 194	"
Dande			
Loge			
MBridge			

Cours d'eau	Superficie du bassin versant (en km ²)	Débit annuel moyen (en millions de m ³)	Source des données et observations
<u>Cours d'eau coulant vers</u>			
<u>l'ouest (suite)</u>			
Zaïre	4 000 000	1 325 000	
Loeme	1 640		
Kouilou (à Sounda)	55 340	31 000	
Nyanga (à Ouyama)	20 800	20 500	<u>Annales Hydrologiques</u>
Ogooué (ea = 203 500 km ²)	203 550	148 850	<u>de l'ORSTOM</u>
Como-Mbei			
Temboni	5 000		
Benito	14 000		
Ntem (ea = 18 060 km ²)	26 350	9 050	
Mungo	2 410		
Lobé et Lokoundjé	3 120	4 380	"
Nyong (ea = 13 250 km ²)	26 200	4 540	
Sanaga (à Edéa)	131 500	65 280	
Wouri	8 250	10 630	
Chiloango	13 000		
<u>Cours d'eau de l'Afrique</u>			
<u>de l'Ouest</u>			
Konkouré			
Fatala			
Kogon			
Corubal	20 000		
Kayanga			
Casamance	13 860		
Gambie (ea = 42 000 km ²)	77 850	5 050	
Saloum			
Ferlo			
Senegal (s.e. = 268 000 km ²)	338 000	21 800	<u>Annales Hydrologiques de</u> <u>l'ORSTOM</u>
Khatt Atoui			
El Fuch			
Seguiet			
Oued Drâa (à Zogora)	20 130	47	UNESCO 1969 1/
O. Sous (à Aït Melloul)	16 150	214	"
Oum Er-R'Bia (à Im Fout)	34 400	4 100	"
O. Sebou (à A.E. Soltane)	39 000	6 302	"
Tensift	20 100	915	
Autres cours d'eau du Maroc	35 700	7 679	<u>Direction de l'hydraulique,</u> <u>Maroc, 1968 1/</u>

Cours d'eau	Superficie du bassin versant (en km ²)	Débit annuel moyen (en millions de m ³)	Source des données et observations
<u>Cours d'eau coulant vers le sud</u>			
Cross	48 000		
Ibo			
Imo			
Niger-Benoué	1 215 000	200 900	Commission internationale de l'irrigation et du drainage et FAO 1/
Sibuko			
Oshun			
Ogun			
Ossé			
Ouémé (à Savé et Okapara et Zou) (s.e. = 40 150 km ²)	47 780	7 380	<u>Annales hydrologiques de l'ORSTOM</u>
Couffo			
Mono (s.e. = 20 500 km ²)	22 000	3 375	"
Zio (s.e. = 1 810 km ²)	2 806	300	"
Volta (à Senchi)	394 100	39 735	UNESCO 1971 1/. Débit régularisé = 33 800 x 10 ⁶ m ³ , m.n. m.n.. Débit régularisé
Todzie-Aka		86	
Pra		7 400	"
Ankobra		2 200	"
Tano	15 000	1 600	"
Bia	9 320	1 234	"
Autres fleuves côtiers du Ghana		1 234	"
Bia	9 650		
Boubo	3 070		
Komoé (s.e. = 66 500 km ²)	76 500	8 293	<u>Annales hydrologiques de l'ORSTOM</u>
Agnéby (s.e. = 4 600 km ²)	8 600	353	"
Bandama (s.e. = 60 300 km ²)	97 500	9 400	"
Me	4 140		
So	1 880		
Sassandra	75 000	13 403	UNESCO 1971 1/
Cavalla	30 200	17 590	m.n.
San Pédro			
Sangwin	4 662		
Cestos	12 560	1 968	m.n.
St. John	17 220	15 130	m.n.
Loffa	10 620	8 980	m.n.
St. Paul	21 900	18 940	m.n.
Mano	8 250	8 610	m.n.
Autres cours d'eau du Libéria	17 230		
Moa	17 900		
Jong			
Scarcies	15 300		
Kolente	8 000		

Cours d'eau	Superficie du bassin versant (en km ²)	Débit annuel moyen (en millions de m ³)	Source des données et observations
<u>Bassins enclaves</u>			
<u>Bassin du Tchad</u>	2 400 000		
• Chari-Logone (s.e. = 600 000 km ²)		43 250	m.n.
• Autres		192	m.n.
<u>Lac Fitri :</u>			
O. Batha (à Ati)	46 000	732	<u>Annales hydrologiques de l'ORSTOM</u>
<u>Lac Turkana :</u>			
Turkwell			
Omo	77 200	16 100	m.n. Chiffre estimatif du débit
Kerio			
Autres bassins enclavés du Kenya		810	m.n.
<u>Lac Eyasi :</u>			
Mononga			
<u>Lac Rukwa :</u>			
Aungwa			
<u>Delta de l'Okavango :</u>			
Okavango (eaux s'écoulant du delta)	53 000	600	La volume d'eau déversé dans le Delta est de $11\,900 \times 10^6 \text{ m}^3$ m.n.
• Gasc	23 500	600	m.n. Ethiopie seulement
Djebel Marra		330	m.n.
• Etosha			
Aouache	113 700		m.n.
Hodna et Aurès	61 000	900	Ministère algérien de l'industrie et de l'énergie 1/
<u>Madagascar</u>			
Mahavavy (Nord)	3 125		<u>Annales hydrologiques de l'ORSTOM</u>
Sambirano	2 980	3 564	
Loza			

Cours d'eau	Superficie du bassin versant (en km ²)	Débit annuel moyen (en millions de m ³)	Source des données et observations
Sofia			
Mahajamba			
Ikopa	30 350	23 120	
Mahavavy (sud)	12 795		
Tsiribihina	38 000		
Mangoky	53 225		
Onilahy	28 175		
Itendro	18 550		
Mananjary	3 100	5 115	
Mandrara	12 435	2 680	
Rianila	5 875		"
Vohitra	1 825	2 255	"
Ivondro	2 545	3 340	
Mananara	14 162		
<u>Réunion</u>			
<u>Maurice</u>			
Autres îles			

Notes :

1/ Renseignements publiés par M.F. Van der Leeden dans "Water Resources of the World".

2/ Superficie effective en amont du point mesuré m.n. = données figurant dans les monographies nationales.

LACS AFRICAINS

Nom	Superficie en km ²	Volume en 10 ⁹ m ³	Profondeur moyenne en m	Pays
Victoria	68 800	2 750	40	Kenya, Ouganda, République-Unie de Tanzanie
Tanganyika	32 900	18 940	700	Burundi, République-Unie de Tanzanie, Zaïre, Zambie
Malawi	30 800	8 400	426	Malawi, Mozambique, République- Unie de Tanzanie
Tchad	16 317	75	4	République-Unie du Cameroun, Tchad, Niger, Nigéria
Bangweulu	9 850	11	4	Zambie
Turkana (Rudolf)	7 200	525*	73	Ethiopie, Kenya
Mobutu S.S.	5 600	140	25	Ouganda, Zaïre
Mweru	4 580	37	6,5	Zaïre, Zambie
Tana	3 500	28	8	Ethiopie
Kyoga	2 700	20	6	Ouganda
Kivu	2 699	650*	240	Rwanda, Zaïre
Idi Amin Dada	2 300	78	34	Ouganda, Zaïre
Maji Ndombe (Leopold II)	2 300	11*	5	Zaïre
Kitangiri	1 200	6*	5	République-Unie de Tanzanie
Abaya	1 161	8,2	7	Ethiopie
Chilwa	750	1,5*	2	Malawi, Mozambique
Tumba	720	2,9*	4	Zaïre
Shamo	551	5,5*	13	Ethiopie
Upemba	530	0,9	0,3	Zaïre
Ziway	434	1,1	2,5	Ethiopie
Shalu	409	37	86	Ethiopie
Malomba	390	1,6*	4	Malawi
George	270	0,5	2,5	Ouganda
Lengano	230	3,8	17	Ethiopie
Abiyata	205	1,6	7,6	Ethiopie
Naivasha	189	-	-	Kenya
Guïers	170	0,2	2	Sénégal
Awasa	130	1,3	10,7	Ethiopie
Baringo	130	0,7*	5,6	Kenya
Rkiz	120	0,1	2,5**	Mauritanie
Bunyoni	57	1,7*	39**	Ouganda
Pe	39			Kenya, République-Unie de Tanzanie
Birket Qarun				Egypte
Asalé				Ethiopie
Abbé				Ethiopie, Territoire français des Afars et des Issas
Gamari				Ethiopie
Chew Bahir				Ethiopie, Kenya
Assal				Territoire français des Afars et des Issas

Nom	Superficie en km ²	Volume en 10 ⁹ m ³	Profondeur moyenne en m	Pays
Afrera				Ethiopie
Hannington				Kenya
Nakuru				Kenya
Natron				République-Unie de Tanzanie
Eyasi				République-Unie de Tanzanie
Manyara				République-Unie de Tanzanie
Alaotra				Madagascar
Tshangalele				Zaire
Chott-el-Hodna				Algérie
Chott Melrhir				Algérie
Chott Djerid				Tunisie
Fitri				Tchad
Mweru Wantipa				Zambie
Rukwa				République-Unie de Tanzanie

** Profondeur maximale.

Source : Renseignements de la FAO, reproduits dans "Water Resources of the World", Water Information Center, New York, USA, sauf ceux qui sont suivis d'une astérisque (*) et indiquent un volume approximatif calculé à l'aide de la profondeur moyenne et de la superficie.

PRINCIPAUX BARRAGES ET RESERVOIRS EN AFRIQUE ET DANS LE MONDE

Nom du barrage ou du réservoir	Cours d'eau	Pays	Date d'achèvement	Hauteur du barrage	Capacité brute du réservoir	Fin
1 Agrioun	Irhil-Emda	Algérie	-	85	127	H
2 Ait Ouarda	El Abid	Maroc	1954	-	3,8	I - H
3 Akosombo	Volta	Ghana	1965	141	148 000	I - H
4 Ali Thelat	Laou	Maroc	1934	-	25	I - H
5 Assouan	Nil	Egypte	1925	-	5	
6 Bangala	Kyle	Rhodésie du Sud	1963	50	130	I - A
7 B. Namoussa	La Cheffia	Algérie	-	51	170	I
8 Bezirk		Tunisie	-	22	6	I - A
9 Bin-el-Ouidane	El Abid	Maroc	1953	-	1 500	I
10 Bou. Djabroun	Merad	Algérie	-	23	1	I
11 Bou-Regreg	Bou-Regreg	Maroc	1974	-	570	A
12 Cabora-Bassa	Zambèze	Mozambique	1975	160	159 600	H
13 Cheliff	Chrib	Algérie	-	65	280	I
14 Chila	-	Tunisie	-	26	7	I
15 Daurat	Oum-el-Rebia	Maroc	1950	-	24	H
16 Delcommune	Lualaba	Zaire	1952	-		
17 Djendjen	Erraguene	Algérie	-	76	200	H
18 Eau Bleue	-	Maurice	-		6,1	M
19 Edéa	Sanaga	République-Unie du Cameroun	1953	-		
20 El Abiod	Foumel Cherza	Algérie	-	65	43	I
21 El Hamman	Bou Hamidia	Algérie	-	50	52	I
22 El Hamman	Fergong	Algérie	-	50	18	I
23 El Kansera	Beht	Maroc	1935	-	297	I - H
24 Fincha	Nil bleu (Trib)	Ethiopie	1973	-		
25 Fodda	Fodda	Algérie	-	85	228	I
26 Gambamba	Rio Quenza	Angola	-	-		
27 Grou	Grou	Maroc	1968	-	18	A
28 Gueiss	Foum el Gueiss	Algérie	-	23	3	I
29 Hamiz	Hamiz	Algérie	-	45	15	I
30 Hassan Addakhil	Ziz	Maroc	1971	-	380	I
31 Heinrich Verwoerd	Orange	Afrique du Sud	1971	-		
32 Idriss 1er	Inacouene	Maroc	1973	-	1 270	I - A

Nom du barrage ou du réservoir	Cours d'eau	Pays	Date d'achèvement	Hauteur du barrage	Capacité brute du réservoir	Fin
33 Imfout	Oum-el-Rebia	Maroc	1944	-	83	I - A
34 Inga	Zaïre	Zaïre	1973	-	-	-
35 Jebel Aulia	Nil	Soudan	-	-	3 575	-
36 Chutes de Kafui	Kafue	Zambie	1972	-	-	-
37 Kainji	Niger	Nigéria	1968	-	1 270	-
38 Kariba	Zambèze	Zambie, Rhodésie du Sud	1959	128	160 368	H
39 Kasseb	-	Tunisie	-	58	80	A
40 Khashm el Girba	Atbara	Soudan	-	-	11	-
41 Kidatu	-	République-Unie de Tanzanie	-	-	-	-
42 Kossu	Bandama	Côte d'Ivoire	1972	-	28 750	-
43 Ksob	Ksob	Algérie	-	32	8	I
44 Kyle	-	Rhodésie du Sud	1961	63	1 330	-
45 La Ferme	-	Maurice	-	-	11,8	M
46 Lakhness	-	Tunisie	-	37	8	I
47 La Nicoliere	-	Maurice	-	-	5,3	M
48 Lala Takarkoust	N'Fis	Maroc	1935	-	52	I - A
49 Le Marinnel	Lualaba	Zaïre	1956	-	-	-
50 Manjirenji	Chiredzi	Rhodésie du Sud	1966	52	284	-
51 Mansour Eddahbi	Draa	Maroc	1972	-	560	I - H
52 Mansouriah	Djen Djen	Algérie	1965	-	-	-
53 Mare aux Vacoas	-	Maurice	-	-	45	M
54 Mare Longue	-	Maurice	-	-	6,3	M
55 Masri	-	Tunisie	-	38	7	-
56 Massingir	Elefantès	Mozambique	-	48	2 844	I - H
57 Mavuzi	Revue	Mozambique	-	17	1,5	H
58 Mechra Homadi	Moulouya	Maroc	1955	-	42	I - H
59 Meffrouch	Miffrouch	Algérie	-	26	15	A
60 Mekerra	Cheurfas	Algérie	-	29	8	I
61 Midlands	-	Maurice	-	-	15,6	M
62 Milna	Bakhadda	Algérie	-	45	45	I
63 Mohamed V	Moulouya	Maroc	1967	-	730	I - H
64 Moulay Zoussef	Tessaout	Maroc	1970	-	200	I - H
65 Nacala	Moeoula	Mozambique	-	17,4	4,4	A
66 Nakhla	Nakhla	Maroc	1961	-	9,2	I - A

Nom du barrage ou du réservoir	Cours d'eau	Pays	Date d'achèvement	Hauteur du barrage	Capacité brute du réservoir	Fin
67 Nampula	Monapo	Mozambique	-	17,5	4,3	A
68 Nehaana		Tunisie	-	62	86	I
69 Oliveira Salazar	Revue	Mozambique	-	75	1 920	H
70 Oppermansdrift	Mellah	Afrique du Sud	-	-	-	-
71 Oued Mellah	Bou Droua	Maroc	1931	-	18	I - A
72 Ouezane	Nil	Maroc	1937	-	0,4	A
73 Owen Falls	-	Ougande	1954	31	-	H
74 Piton du Milieu	Nil bleu	Maurice	-	-	3	M
75 Roseires	-	Soudan	1966	-	280	-
76 Roux	Nil	Afrique du Sud	-	-	-	-
77 Saad-el-Ali	Sahim	Egypte	-	111	164 000	-
78 Safi	Zardezaz	Maroc	1965	-	2,1	I - A
79 Safsaf	Sarno	Algérie	-	37	10	I
80 Sarno	Nil bleu	Algérie	-	27	22	I
81 Sennar	Oum-el-Rebia	Soudan	-	-	93	-
82 Sidi Maachou	-	Maroc	1929	-	2	H - A
83 Strijdom J.A.	Bani Bahdel	Afrique du Sud	-	-	-	-
84 Tafna	Taghdout	Algérie	-	55	42	A
85 Taghdout	-	Maroc	1956	-	3	I
86 Chutes de Tamaria	Tokwe	Maurice	-	-	2,4	M
87 Tokwe Mokorsi	Limpopo	Rhodesie du Sud	-	97	2 100	-
88 Trigo de Morais	Vaal	Mozambique	-	15	15	I
89 Barrage du Vaal	Mezingaze	Afrique du Sud	-	-	2 337	-
90 Vila Pery	Massa	Mozambique	-	15	0,3	A
91 Youssef Ben Tachfine	Mellah	Maroc	1973	-	310	I
92 Zemrane	Angara	Maroc	1950	-	0,6	A
93 Bratsk	Colorado	USSR	1967	120	169 400	-
94 Glen Canyon	St. Laurent	USA	1964	216	33 304	-
95 Daniel Johnson	Yenisei	Canada	1963	214	141 975	-
96 Kranoysarsk		USSR	-	124	73 300	-

Source : Renseignements d'origine diverses, reproduits dans "Water Resources of the World" Van der Leeden (1975); et "Electric Energy in Africa" (E/CN.14/...).

I = Irrigation H = Energie hydro-électrique M = Fins multiples A = Approvisionnement en eau

DEPOT DE SEDIMENTS DANS CERTAINS COURS D'EAU

Nom du cours d'eau et du pays	Superficie totale du bassin versant (en milliers de km ²)	Dépôt annuel de sédiments	
		en milliers de tonnes	en tonnes/km ²
Fleuve jaune (Chine)	673	2 080 000	2 911
Gange (Inde)	958	1 600 000	1 544
Brhamaputra (Bangladesh)	666	800 000	1 429
Yang-Tseu-Kiang (Chine)	1 943	550 000	540
Indus (Pakistan)	969	480 000	502
Ching (affluent du Fleuve jaune) (Chine)	570	450 000	7 915
Amazone (Brésil)	5 776	400 000	66
Mississippi (Etats-Unis)	3 222	344 000	108
Irrawaddy (Birmanie)	430	330 000	904
Missouri (Etats-Unis)	1 370	240 000	174
Lo (affluent du Fleuve jaune) (Chine)	26	210 000	7 799
Kosi (Inde)	62	190 000	3 081
Mékong (Thaïlande)	795	187 000	478
Colorado (Etats-Unis)	637	149 000	417
Fleuve Rouge (ancienne république démocratique du Viet-Nam)	119	143 000	1 193
Nil (Egypte)	2 997	122 000	39

Source : OMS, Final Technical Report, Lake Victoria Project, p. 1.22.62.

PRODUITS D'EROSION ET SOLIDES DISSOUS TRANSPORTES PAR LE COURANT

(Chiffres estimatifs)

Continent	Sédiment	Solides dissous	Profondeur moyenne des produits d'érosion
	(unités en millions de tonnes)		en mm
Europe	350	240	0,024
Asie	16 800	850	0,16
Afrique	600	310	0,014
Amérique du Nord	2 030	410	0,046
Amérique du Sud	975	550	0,035
Australie	1 600	120	0,11
Total	21 700	2 480	0,077

Source : L'vovich, Académie des sciences, URSS, 1974 p. 257.
Page 31, Document for Topic I, Conférence des Nations Unies
sur l'eau.

Principaux types d'aquifères en Afrique et débits disponibles

	Débit par ouvrage m3	Rabat- tement	Emmaga- sinement (S)	Perméa- bilité (K)	Transmis- sivité (T)
1	2	3	4	5	6
A. <u>Aquifères à porosité d'interstices</u>					
1. Sable en formations étendues	9 à 50	3 à 8	17	10 à 50	-
2. Remplissages alluvionnaires, deltas, dépôts de chotts, formations quarternaires des bassins du Tchad et du Congo, bassins sédimentaires côtiers	1 à 100 atteignant 200 à 300 dans cer- tains cas	1 à 80	0,03 à 30	0,2 à 500	600-2 000
3. Grès, conglomérats du "Continental terminal", grès et sables du Kalahari au sud de l'équateur	0,5 à 300	8 à 23	1	20 à 40	250
4. Continental intercalaire, grès de Nubie, Karroo gréseux et autres grès continen- taux antécétacés ou crétacés	2 à 4000	20	0,025 à 15	4-150	1 000-4 000
B. <u>Aquifères à porosité de fractures et chenaux</u>					
1. Entablements calcaires des hamadas du nord dell'Afrique (plio-pléistocène)					

Principaux types d'aquifères en Afrique et débits disponibles (suite)

	Débit par ouvrage m ³	Rabat- tement	Emmaga- sinement (S)	Perméa- bilité (K)	Transmis- sivité (T)
1	2	3	4	5	6
2. Nappes de calcaires karstifiées : jurassiques crétacés (Lalle céno-mano-turonienne de l'Afrique du Nord) et éocènes	0,1 à 2 000 (au printemps)	1 à 5	0,5 à 7	100 à 500	1 000-20 000
3. Zones tectonisées du nord de l'Afrique à structure complexe marno-grès, marno-calcaires, flysch, etc.; du Jurassique et du Crétacé	Très variable	-	-	-	-
4. Massifs et plateaux calcaro-dolomitiques du Précambrien supérieur et du Cambrien					
C. <u>Terrains à porosité faible ou nulle sauf localement en des zones privilégiées, altérées ou fissurées</u>					
1. Grès dur, schisto-grès et quartzites précambriens et primaires	0,3 à 7,0	-	5	3 à 40	-
2. Schistes (principalement infracambriens, primaires et du Karroo) et argiles	Faible jusqu'à 20	2 à 50	-	-	-
3. Roches cristallines et métamorphiques (formations du socle, granites et gneiss)					
4. Roches volcaniques					

Source : Les eaux souterraines de l'Afrique (publication des Nations Unies, Numéro de vente F.71.II.A.16) pages 58-68.

EAUX SOUTERRAINES, ETAT DES LEVES DE DETAIL, DES PUITTS ET DES FORAGES

Pays ou territoire	Reconnaissance hydrogéologique		Nombre de machines de forage		Nombre de puits	Nombre de forage	Taux actuel de forage par an	Observation
	Echelle	Zone	Services publics	Sociétés privées				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Afars et Issas	+				600 000	20 000		
Afrique du Sud	+							
Angola	+	Sud-Ouest			4 400			
Bénin	+	Locale			600			
Botswana*	+		10	12 à 14	7 500		200-230	
Burundi	-				300			
Cap-Vert	UNESCO (1970)							
Côte d'Ivoire	1: 1 000 000							
		Ensemble du pays			1 150 400	1 000	50 35	
Ethiopie*	-							
Gabon	-							
Gambie								Intrusion de sels
Ghana	1: 1 000 000						700	
Guinée	-							
Guinée Bissau								
Guinée équatoriale	-							
Haute-Volta								
Iles Canaries	-				2 900			Intrusion d'eau salée - plus de possibilité de mise en valeur de la nappe phréatique; nécessité d'installer des usines de dessalement

EAUX SOUTERRAINES, ETAT DES LEVES DE DETAIL, DES PUITTS ET DES FORAGES

Pays ou territoire	Reconnaissance hydrogéologique		Nombre de machines de forage		Nombre de puits	Nombre de forage	Taux actuel de forage par an	Observations
	Echelle	Zone	Services publics	Sociétés privées				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Iles Comores								
Congo								
Kenya						3 500	20	
Lesotho*								Réseau insuffisant
Libéria								
Madagascar	1:500 000	Sud	10	15				
Malawi*					2 000	200		
Mali	+	Dans certaines parties						
Maroc	+							Intrusion de sels localement
Mauritanie	1:500 000	Sud-Ouest			600			Usine de dessalement
Mozambique	+	Sud et Nord						Stade de la reconnaissance
Namibie								
Niger	1: 1 000 000	Sud-Ouest			1 500			
Nigéria	-	Zone du lac Tchad			700	300		
Ouganda*		1/4 du pays				4 640 (1970)		Problèmes de prélèvement; corrosion
						l'objectif pour 1986 est 12 500		
République arabe libyenne	1:1 000 000					milliers		
République centrafricaine		locale-ment						
République-Unie du Cameroun	+				2 000			Faible débit
Republique-Unie de Tanzanie	+							
Rwanda								

EAUX SOUTERRAINES, ETAT DES LEVES DE DETAIL, DES PUITTS ET DES FORAGES

Pays ou territoire	Reconnaissance hydrogéologique		Nombre de machines de forage		Nombre de puits	Nombre de forage	Taux annuel de forage par an	Observations
	Echelle	Zone	Services publics	Sociétés privées				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sénégal	1:500 000							
Sierra Leone	-							
Somalie	+	locale- ment						
Souaziland						200		
Soudan*					4 000			
Tchad	1:500 000	Sud	6		1 000			
Togo	1:500 000				800	25		
	1:200 000							
Tunisie	1:500 000	Ensemble						
	1:200 000	du pays						
Zaire	1:500 000	Ensemble 20 du pays			2 000			
Zambie							100-150	

Source : Les eaux souterraines de l'Afrique (Publication des Nations Unies, No. de vente F.71.II.A.16) et dans le cas des pays suivis d'un astérisque monographies nationales.

a/ Le signe + indique que quelques levés de détail ont été réalisés;
le signe - indique que très peu de levés de détail ont été effectués.

b/ La lettre i) indique qu'il s'agit d'un chiffre donné à titre indicatif.
La distinction entre "puits" et "forage" n'est souvent pas claire.

Approvisionnement en eau des collectivités en Afrique

	Popula- tion ur- baine (en milliers)	Popula- tion desser- vie (en milliers)	Pourcentage de la population urbaine desservie	Popula- tion ru- rale (en milliers)	Popula- tion des- servie (en milliers)	Pourcentage de la population rurale desservie	Popula- tion to- tale (en milliers)	Pourcentage de la population totale desservie
Algérie	6 180	5 500	89	(7 923)	14 103	5 500	39	
Angola								
Bénin	368	346	94	2 395	455	801	29	
Botswana	35	35	100	596	149	184	29	
Burundi	97	75	77	-	-	75	2	
Cap-Vert								
République centrafricaine	385	50	13	-	-	50	3	
Tchad	263	200	76	3 545	780	3 808	26	
Comores								
Congo	284	278	98	657	46	941	34	
Egypte	14 894	14 000	94	19 355	18 000	34 409	93	
Guinée équatoriale								
Ethiopie	1 900	1 500	79	-	-	30 000	6	
Territoire français des Afars et des Issas								
Gabon	100	6	6		1	700	1	
Gambie	37	36	97	300	9	375	12	
Ghana	2 925	2 135	73	6 214	870	9 100	33	
Guinée	451	437	97	-	-	3 973	11	
Côte d'Ivoire	944	916	97	3 448	1 000	4 355	44	
Kenya	1 105	1 072	97	12 000	240	10 933	12	
Lesotho	27	27	100	-	-	900	3	
Libéria	140	140	100	1 117	67	1 218	17	
République arabe libyenne	1 197	850	71	714	300	1 917	60	
Madagascar	954	830	87	4 500	45	7 292	12	
Malawi								
Mali	621	180	29	-	-	6 000	3	
Mauritanie	88	86	98	1 140	114	1 176	17	
Maurice								
Maroc	5 714	5 200	91	10 357	2 900	1 588	51	
Mozambique								
Namibie								

Approvisionnement en eau des collectivités en Afrique (suite)

	Pourcentage de la			Pourcentage de la			Pourcentage de la		
	Popula- tion ur- baine (en milliers)	Popula- tion desser- vie (en milliers)	Popula- tion de la population urbaine desservie (en milliers)	Popula- tion ru- rale (en milliers)	Popula- tion des- servie (en milliers)	Popula- tion to- tale des- servie (en milliers)	Popula- tion to- tale des- servie (en milliers)	Pourcentage de la population totale desservie	
Niger	324	220	68	3 562	570	3 952	790	20	
Nigeria	12 862	7 460	58	44 825	3 586	55 230	11 046	20	
Réunion									
Rwanda									
Sainte-Hélène									
Sao Tomé-et- Principe									
Sénégal	1 043	1 022	98	2 943	2 178	3 951	3 200	81	
Seychelles									
Sierra Leone	376	282	75	2 100	21	2 567	308	12	
Somalie	571	120	21	2 308	300	2 800	420	15	
Soudan	1 597	1 150	72	15 000	1 800	16 389	2 950	18	
Souaziland									
Togo	256	248	97	1 720	86	1 856	334	18	
Tunisie	2 253	2 050	91	2 941	500	5 204	2 550	49	
Ouganda	692	616	89	8 000	1 600	8 864	2 216	25	
République-Unie de Tanzanie	926	500	54	12 000	1 200	13 077	1 700	13	
Republique-Unie du Cameroun	1 169	900	77	4 762	1 000	5 931	1 900	32	
Haute-Volta	206	140	68	5 200	1 300	5 760	1 440	25	
Zaire	2 918	1 605	55	15 000	750	18 115	2 355	13	
Zambie	985	955	97	3 395	645	4 324	1 600	37	
Total pour l'Afrique	70 030	51 167	73	210 571	40 817	285 048	91 984	33	
Total pour le monde (pays en développement seulement	481 685	327 546	68	1 236 307	173 083	1 419 390	500 629	29	

Source : Organisation mondiale de la santé, Rapport de statistiques sanitaires mondiales Vol. 26, No. 11, 1973, tableau 3, pages 726 à 730 du texte anglais.

- chiffres non disponibles n = chiffres nuls ou négligeables.

Objectifs à atteindre d'ici à 1980 pour l'approvisionnement en eau des collectivités en Afrique et coût estimatif des travaux a/

	Population urbaine (en milliers)				Population rurale (en milliers)				Population totale (en milliers)				Coût (en millions de dollars des E.-U.)	Coût (en millions de dollars des E.-U.)
	A des- servir	Augmenta- tion par rapport à 1970	Coût (en millions de dollars des E.-U.)	A des- servir	Augmenta- tion	Coût (en millions de dollars des E.-U.)	A des- servir	Augmenta- tion	Coût (en millions de dollars des E.-U.)	A des- servir	Augmenta- tion	Coût (en millions de dollars des E.-U.)		
Algérie	10 981	5 481	335,5	2 315	2 315	46,3	13 296	7 796	381,8					
Angola														
Bénin	702	388	4,7	725	270	1,6	1 427	658	6,3					
Botswana	55	20	3,9	187	38	0,6	242	58	4,5					
Burundi	173	98	4,8	1 130	1 130	24,9	1 303	1 228	29,7					
Cap-Vert														
République centrafricaine	694	644	10,9	320	320	6,4	1 014	964	17,3					
Tchad	449	249	12,6	1 100	320	7,0	1 549	569	19,6					
Comores														
Congo	473	204	11,4	186	140	2,8	659	344	14,2					
Egypte	22 540	8 540	115,1	5 894	b/	b/	28 434	8 540	115,1					
Guinée équatoriale														
Ethiopie	2 936	1 436	127,2	7 239	7 239	144,8	10 175	8 675	272,0					
Territoire français des Afars et des Issas														
Gabon	147	141	6,1	98	97	1,9	245	238	8,0					
Gambie	53	22	0,5	102	93	4,3	155	115	4,8					
Ghana	5 243	3 108	115,2	1 889	1 019	51,0	7 132	4 127	166,2					
Guinée	839	402	19,2	1 061	1 061	21,2	1 900	1 463	40,4					
Côte d'Ivoire	1 688	772	46,3	992	- b/	- b/	2 680	772	46,3					
Kenya	2 056	984	30,5	3 327	3 087	46,3	5 383	4 071	76,8					
Lesotho	15	4	0,2	320	320	6,4	335	324	6,6					
Libéria	198	59	30	316	249	2,5	514	308	5,5					
République arabe libyenne	1 720	870	17,6	232	- b/	- b/	1 952	870	17,6					
Madagascar	1 557	727	118,8	1 965	1 420	1,4	3 522	2 147	120,2					
Malawi														
Mali	983	803	25,6	1 421	1 421	28,4	2 404	2 224	54,0					
Mauritanie	154	68	19,3	343	229	11,5	497	297	30,8					
Maurice														
Moroco	9 572	4 372	445,9	3 256	356	7,1	12 828	4 728	453,0					

Population urbaine (en milliers)		Augmentation par rapport à 1970		Coût (en millions de dollars des E.-U.)		Population rurale (en milliers)		Coût (en millions de dollars des E.-U.)		Population totale (en milliers)		Coût (en millions de dollars des E.-U.)	
A des- servir	à 1970	A des- servir	à 1970	A des- servir	à 1970	A des- servir	à 1970	A des- servir	à 1970	A des- servir	à 1970	A des- servir	à 1970
Mozambique													
Namibie													
Niger	627	407		20,6		1 181	611	- b/		1 808	1 018	20,6	
Nigéria	21 308	13 848		415,5		13 137	9 551	124,2		34 445	23 399	539,7	
Réunion													
Rwanda													
Sainte-Hélène													
Sao Tomé-et-Principe													
Sénégal	1 565	639		35,8		897	- b/	- b/		2 462	639	35,8	
Seychelles													
Sierra Leone	566	284		31,8		716	690	41,4		1 282	974	73,2	
Somalie	1 901	725		7,6		716	416	5,4		2 617	1 141	13,0	
Afrique du Sud													
Rhodésie du Sud													
Soudan	1 887	1 431		33,7		4 935	3 135	62,7		6 822	4 566	96,4	
Souaziland													
Togo	485	257		14,4		502	416	8,3		987	673	22,7	
Tunisie	3 970	1 513		56,3		900	400	5,2		4 870	1 913	41,5	
Ouganda	1 347	731		23,8		2 539	939	13,2		3 886	1 670	37,0	
République-Unie de Tanzanie	1 634	1 134		55,4		4 024	2 824	56,4		5 658	3 958	112,2	
République-Unie du Cameroun	2 068	1 168		111		1 342	342	6,8		1 342	1 510	117,8	
Haute-Volta	352	212		34,4		1 625	325	6,5		1 977	537	40,9	
Zaïre	5 306	3 701		241,0		4 359	3 609	144,4		9 665	731	385,4	
Zambie	1 865	910		54,2		1 037	392	12,2		2 902	1 302	66,4	
Total pour l'Afrique	108 109	56 352		2 567		72 328	44 774	903,2		180 437	101 126	3 479,2	
Total pour le monde													

Objectifs à atteindre d'ici à 1980 pour l'approvisionnement en eau des collectivités en Afrique et coût estimatif des travaux a/ (suite)

Population urbaine (en milliers)		Population rurale (en milliers)		Population totale (en milliers)		Coût (en millions de dollars des E.-U.)		Coût (en millions de dollars des E.-U.)	
Augmen- tation par rapport à 1970	A des- servir	Augmen- tation par rapport à 1970	A des- servir	Augmen- tation par rapport à 1970	A des- servir	Augmen- tation par rapport à 1970	A des- servir	Augmen- tation par rapport à 1970	A des- servir
710 431	389 750	10 815	413 730	273 801	3 196,3	1 124 161	663 551	14 011,3	
Total pour le monde									
(pays en développe- ment seulement									

Source : Organisation mondiale de la santé, Rapport de statistiques sanitaires mondiales Vol. 26, no. 11, 1973, tableau 4, pages 732 à 737 du texte anglais.

- a/ Objectifs fixés : raccorder les logements de 60 p. 100 de la population urbaine au réseau central.
- Approvisionner 40 p. 100 de la population urbaine au moyen de fontaines publiques.
- Faire le nécessaire pour que 25 p. 100 de la population rurale ait facilement accès à de l'eau saine.
- b/ Le signe - indique que le chiffre n'est pas disponible.

Services d'approvisionnement en eau des collectivités : Situation en Afrique et dans le monde
en 1970 et 1980

	Au total 91 pays dont les pays africains couverts par l'étude de l'OMS en 1970					
	Afrique			Zones		
	Zones		Total	Zones		Total
	urbaines	rurales		urbaines	rurales	
	1	2	3	4	5	6
1 Population des pays étudiés (en millions)	70	210	280	472	1 249	1 721
2 Pourcentage de la population ayant assez facilement accès à de l'eau saine	73	19	33	68	14	29
3 Population n'ayant pas facilement accès à de l'eau saine (en millions)	19	169	188	144	1 076	1 220
4 Nombre d'habitants prévus pour 1980 (en millions)	108	289	397	734	1 547	2 281
5 Nombre des habitants qu'on se propose de desservir d'ici à 1980	108	72	180	710	413	1 123
6 Coût par habitant des nouveaux approvi- sionnements en eau (en dollars des Etats-Unis)	53 } 28 }					
Canalisations privées						
Prises d'eau publiques	20					
7 Montant estimatif des capitaux à investir dans les services d'approvisionnement en eau pour atteindre les objectifs de la deuxième Décennie des Nations Unies pour le développe- ment (en millions de dollars des Etats-Unis)	2576	903	3 479	10 900	3 100	14 000
8 Capitaux investis dans le domaine de l'appro- visionnement en eau en 1970 (en millions de dollars des Etats-Unis)				765	217	982

Approvisionnement en eau des collectivités en Afrique : Situation en 1970 et objectifs fixés pour 1980 et l'an 2000 (en millions d'habitants)

Population	1970		1980 a/		2000 b/	
	Total	Desservie	Non desservie	Total	A des- servir	Non des- servir
Zones urbaines c/	70,0*	51,2	18,8	108,0	108,0	-
Zones rurales c/	210,6*	40,8	169,8	289,0	72,3	216,7
Total	280,6*	92,0	188,6	397,0	180,3	216,7
Total pour l'Afrique (tous les pays)	357,0		474 ^{1/}		506,0	126,5
					813,0 ^{2/}	433,5
						379,5
						379,5

a/ Les chiffres donnés pour 1980 sont tirés du "Guide démographique de l'Afrique" publié par la CEA en avril 1975.

b/ Les chiffres donnés pour l'an 2000 sont tirés de la publication intitulée "Selected world demographic indicators by countries, 1950-2000" (ESA/P/WP/55) du 28 mai 1975.

c/ A l'exclusion de l'Afrique du Sud (22) de l'Angola (6,2), de la Guinée équatoriale (0,3), du Malawi (5), du Mozambique (3,5), de la Namibie (0,7), de la Nodésie du Sud (5,8), du Rwanda (4), du Swaziland (0,5) et des pays et territoires insulaires.

Recommandation C.12 de la Conférence des Nations Unies sur les établissements humains

Alimentation en eau et évacuation des déchets

a) Dans les pays peu développés, près des deux tiers de la population ne sont pas convenablement desservis par un système salubre et abondant d'alimentation en eau et une proportion plus grande encore sont privés d'installations sanitaires d'évacuation des déchets.

b) IL CONVIENT DE DONNER LA PRIORITE A L'ALIMENTATION EN EAU SALUBRE ET A L'EVACUATION SANITAIRE DES DECHETS EN VUE D'ATTEINDRE A UNE DATE DONNEE DES OBJECTIFS QUALITATIFS ET QUANTITATIFS MESURABLES AU PROFIT DE LA POPULATION TOUT ENTIERE; DES OBJECTIFS DEVRAIENT ETRE FIXES PAR TOUS LES PAYS ET ETRE EXAMINES PAR LA PROCHAINE CONFERENCE DES NATIONS UNIES SUR L'EAU.

c) Dans la plupart des pays, il est urgent :

- i) D'adopter des programmes assortis de normes qualitatives et quantitatives réalistes en vue d'assurer l'alimentation en eau des zones urbaines et rurales d'ici à 1990, si possible;
- ii) D'adopter et d'intensifier des programmes concernant l'évacuation sanitaire des excréments et des eaux usées dans les zones urbaines et rurales;
- iii) De faire appel à la participation populaire, s'il y a lieu, pour coopérer avec les pouvoirs publics à la construction, à l'exploitation et à l'entretien de l'infrastructure;
- iv) De prévoir l'alimentation en eau en même temps l'évacuation sanitaire des déchets dans le cadre de la planification de l'emploi des ressources nationales;
- v) De réduire les inégalités en matière de qualité du service et d'accès à l'eau de même que la surconsommation et le gaspillage de l'eau;
- vi) D'harmoniser et de coordonner les intérêts et les efforts des administrations locales et autres organes publics intéressés au moyen d'une planification appropriée effectuée par l'administration centrale;
- vii) De promouvoir l'utilisation et la réutilisation efficaces de l'eau au moyen du recyclage, du dessalement et d'autres mesures tenant compte des incidences sur l'environnement;
- viii) De prendre des mesures en vue de protéger les sources d'alimentation en eau contre la pollution.

Utilisation des terres : en Afrique et dans le monde (en milliers d'hectares)

	Amérique du Nord et			Amérique du Sud	Asie	Europe	Océanie	URSS
	Monde	Afrique	Amérique centrale					
1. Terres arables y compris les terres con- sacrées aux cultures permanentes	1 472 929	211 287	272 979	89 380	476 738	143 257	47 187	232 101
Pourcentage du total	11	7	12	4	17	29	5	10
2. Prairies et pâturages permanents	2 992 308	792 203	352 739	385 087	532 585	87 839	466 055	375 800
Pourcentage du total	22	26	15	21	19	17	54	16
3. Forêts et terres boisées	4 034 753	634 251	786 779	904 905	564 175	143 144	86 599	914 900
Pourcentage du total	30	21	35	50	20	29	10	40
4. Autres terres	4 899 323	1 393 440	833 978	403 608	1 180 841	118 943	251 094	717 419
Pourcentage du total	37	46	37	22	42	23	29	32
Total	13 399 313	3 031 781	2 246 475	1 782 980	2 754 339	493 183	850 935	2 240 220

Source : Annuaire de la production, 1974 (Rome, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, 1975).

Zones cultivées et irriguées dans certains pays d'Afrique (en milliers d'hectares)

	Superficie totale	Superficie cultivée	Superficie irrigable	Superficie irriguée
Algérie	238 174	4 200		245
Bénin	11 262		42,9	0,815
Botswana	58 537	73	35	2
Egypte	100 145	2 940	2 940	2 940
Ethiopie	110 100	12 525	1 818	86
Ghana	23 002	2 850	1 200	11
Côte d'Ivoire	31 800	2 056	47,6	9
Kenya	56 925	1 696	200	12
République arabe libyenne	175 954	2 375	260	167
Madagascar	58 154	1 000		900
Malawi	9 408	1 308	112,6	10
Mali	122 000	1 221	1 101	néant
Maroc		7 858		265
Nigéria	98 300	34 000	15 000	20
Sénégal	19 200	2 300		120
Sierra Leone	7 174	3 664	28,4	0,8
Somalie	62 734	957		165
Afrique du Sud	122 104	12 085		607
Rhodésie du Sud	39 058	1 631	148,4	34
Soudan	237 600	7 100	4 090	1 895
Souaziland	1 720	138	57	43
Tunisie	15 536	4 334	100	76
Ouganda	19 365	4 640	92,8	3
République-Unie de Tanzanie	94 509	11 702	536	40
Haute-Volta	27 380	2 200	152	9,5

Utilisation industrielle de l'eau en Algérie

Région :

Besoins en eau
(en millions de mètres cubes par an)

I.	40,20
II.	16,00
III.	2,50
IV.	37,80
V.	8,50
VI.	18,50
VII.	67,50
	<u>123,51</u>

Besoins industriels en eau au Botswana (en milliers de mètres cubes par mois)

Numéro des régions intéres- sées au Botswana	1982		1992		2002	
	minimum	maximum	minimum	maximum	minimum	maximum
7	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
8	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
9	0,00	0,31	0,00	1,51	0,01	3,51
11	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
13	1,70	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30
15 + 16	0,03	0,03	0,03	0,03	0,30	1,50
18 + 20	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00	3,50
21	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
22	0,00	0,00	0,00	1,50	0,20	3,50
Total	3,53	4,71	4,13	8,91	4,34	16,11

Chiffres estimatifs annuels de l'utilisation industrielle^{a/} de l'eau au Ghana
(en acre/pied par an; un acre/pied équivalent à 1 233,5 m³)

Bassins fluviaux	1970		1980		2000	
	Fournie par le GWSC b/	Auto-appro- visionnement c/	Fournie par le GWSC b/	Auto-appro- visionnement c/	Fournie par le GWSC b/	Auto-appro- visionnement c/
Volta Blanche	0	0	0	0	0	0
Volta Noire	5	0	20	0	70	0
Oti	0	0	0	0	0	0
Volta inférieure	2 240	500	2 600	600	10 000	4 000 000 ^{d/}
Pra	1 370	540	2 800	540	9 000	600
Ankobra	0	400	0	400	0	400
Tano	200	100	400	100	1 100	100
Bia	0	0	0	0	0	0
Bassins côtiers	1 150	100	2 000	200	3 000	300
Todzie Aka	0	0	0	0	0	0
Total (arrondi)	5 000	1 600	7 800	1 800	23 000	4 000 000
millions de m ³	6 150	1 968	9 594	2 214	28 290	4 920

a/ Volume total nécessaire dont seuls 10 p. 100 environ sont consommés.

b/ Eau fournie par le GWSC et dont il est tenu compte ailleurs dans les utilisations municipales actuelles et projetées de l'eau.

c/ Eau fournie à l'aide d'installations construites pour desservir une usine donnée.

d/ Il s'agit essentiellement de l'eau de refroidissement utilisée pour la production d'énergie électrique, thermique.

PROJETS CONCERNANT L'ENERGIE HYDRO-ELECTRIQUE EN AFRIQUE
(en mégawatts)

Pays	Projets déjà terminés	Projets en construction ou à l'étude
Algérie	Darguinah 66,0 Iril Emda 24,0 Mansouria 100,0 Erraguène 14,0 Algérois (Hamiz, Ghib, Fodha) 22,7 Oranie (Bou Hanifia etc.) 15,8 Sud (Foum el Gherza) 1,1 Algérois (Rizzi Medden, Souk el Djamaa, etc.) 35,6 Oranie (Bakhagda) 1,4 Constantinois 5,0 Total <u>285,6</u>	
Angola	Cambambe 260 Lomaum 35 Cunene 118 Matala 26,4 Mabubas 22,2 Total <u>363,6</u>	Guanza, et 30 TWh Cunene
Bénin		Ouémé 700 3 500 GWh Mono 115 375 GWh (pour le Togo (pour le Togo et le Bénin) et le Bénin)
Botswana		
Burundi		Rusizi pour le 3 TWh Zaïre, le Rwanda et le Burundi Potentiel du Kagara
Cap-Vert		
République cen- trafricaine	Bouali I et II (première phase) 18,75 83 GWh	Lobayé 270 260 GWh Kotta 40 300 GWh Safari 40 300 GWh Bouali II 2ème phase 18,4 155 GWh Kembé, Sirambala Bombi, M'Boutou et chutes de Gourou 4 TWh Sangha-Mambéré, Lobayé, M'Boko Kohma-Bamba-Ouaka-Bangui Keté-Ouham

Pays	Projets déjà terminés		Projets en construction ou à l'étude	
Tchad			Chute Gauthiot	13,6 115 GWh
Egypte	Assouan	345 2 500 GWh		
	Haut-Barrage	2 100 10 000 GWh		
Guinée équatoriale				
Ethiopia	Aouache I, II	107,2 474 GWh	Abbay	8 660 35 252 GWh
			Aouache IV	40 200
			Omo	400 2 000 GWh
			Uebi Scebeli	200
	Abba Samuel	6,6 23 GWh		
	Fincha	100 532 GWh		
	Tis Abbay	9,6		
Territoire français des Afars et des Issas				
Gabon	Kinguélé	48	Ogooué	30 TWh
			Ivindo	5 TWh
			N'Gouiné	3 TWh
Gambie (fleuve)			Trois chantiers (pour la Gambie et le Sénégal)	100 600 GWh
Ghana	Akosombo	768	Bué sur la Volta Noire	119 600 GWh
Guinée	Grandes Chutes	20 45 GWh	Kpong	80 500 GWh
Guinée-Bissau				
Côte d'Ivoire	Complexe d'Ayamé	50 250 GWh	Volta Blanche	
	Kossou	174	2ème usine à Bandama en aval du barrage de Kossou	
			Comé à Attakro et Malamalasso	360 1 300 GWh
Kenya	Kindaruma	60	Kamburu	60
	Tana	6,4	Gtaru	84
	Tana inférieur	8,0	Seven Forks	270
	Wandji	7,4	Tana	1 000
Lesotho	aucun	-	Plusieurs chan- tiers	100
Libéria	St. Paul Farming		St. Paul	
	Mount Coffee	104	Bassin du Mano Cavally à Tiboto (pour la Côte d'Ivoire et le Libéria)	360 2 500 GWh
République arabe libyenne				

Pays	Projets déjà terminés	Projets en construction ou à l'étude
Madagascar	Mandraka 30 Antelomita I, II 10	Potentiel 11 500 114 TWh
Malawi	Chutes de Nkula 28,8 2ème tranche de travaux pour la 2ème centrale 64,0	Cataractes de Middle Shire 500 4 000 GWh
Mali	Sotuba 5,2 Félou 0,6	36 GWh Manantali 200 à 240 1 000 GWh Sélingué 10 à 24 80 à 100 GWh De nombreux autres chantiers
Mauritanie		
Maroc	Ben El Ouidane 135 Afourer 93,6 Im'Fout 31,2 Mohammed V 23,2 Sidi Saïd Maachou 20,8 Kasbah Zidania 7,1 Daourat 17,0 Lalla Taker-kouest. 8,8 El Kabera du Beth 13,9 Bou Areg 6,4 Fez Amont et Fez aval Meknès, Taza, Séfrou 3,1 Guercif, Khenifra 1,9	Sidi Cheho 90 180 GWh Dechra El Oued 60 150 GWh Idriss I 17 90 GWh
Mozambique	Maurizi 50 Revue 133 Cabora Bassa I 1 200	Cabora Bassa II 1979 2 000 Cabora Bassa III une fois terminé 3 600
Namibie		
Niger		Barrage de W 24 120 GWh Barrage de Kandadji sur le Niger 140 à 200 1 200 GWh Dyodyonga sur le Mékrou 24,5 66 GWh

Pays	Projets déjà terminés		Projets en construction ou à l'étude	
Nigéria	Kainji I	320	Kainji II	440
	Jekko I et II	11	Kainji III	202
	Kurra	7	Shiroro	300
	Autre Nedeco	7	Jebba	500
			Gongola	30
			Ikom	400
			Makurdi	600
			Lokoja	1 950
			(inclus dans le plan quinquennal)	
Réunion				
Rwanda	Ntaruka	7,5		
Ste. Hélène				
Sao Tomé-et-Principé				
Sénégal (bassin)			Une douzaine de chantiers	1 200 7 TWh
Seychelles				
Sierra Leone	Vallée du Gouma	2,5		
Somalie				
Afrique du Sud	Centrale d'Henrik Verwoerd	144	Centrale d'Henrik Verwoerd II	144
Rhodésie du Sud	Kariba I	705	Bloemfontein	144
Soudan	Roseires	90	<u>Projets à court terme :</u>	
	Sennar	15	Roseires II	160
	Girba	13	Sennar	15
		<u>118</u>	Jebal Aulia	25
			Sabaloka	107
			Haut Atbara	20
			Rapides de Bedden	
			sur le Bahr el Jebel	100
				<u>427</u>
			<u>Projets à long terme :</u>	
			Nimule-Juba	400
			Section du Bahr el Jebel	
			Cinquième Cataracte sur le Nil	250
	Energie fournie	400 GWh		

Pays	Projets déjà terminés	Projets en construction ou à l'étude		
		Quatrième Cataracte	250	
		Troisième Cataracte		
		et Cataracte de Dal	200	
			<u>1 100</u>	
		<u>Total des projets</u>		
		Actuels	118	
		A court terme	427	
		A long terme	<u>1 100</u>	
		Total	<u>1 645</u>	8 000 GWh
Soudan				
Togo				
Tunisie				
	Nebeur	13,0		
	Fernana	10,3		
	El Aroussia	4,6		
	Kassob	0,8		
Ouganda				
	Owen Falls	150		
		Bujagali	140	700 GWh
		Kabalega chutes	600	
		Diverses, entre		
		Jinja et Nimule	800	6 TWh
République-Unie du Cameroun				
	Complexe d'Edéa	192		
		Lagdo	72	
		Natchigal	120	
		Sangloulou	240	
		Njock-Mpoumé	232	
République-Unie de Tanzanie				
	Kidatu (actuellement 100 MW)	200	1 500 GWh	
	Chutes de Pangani	17,5		
	Hale	31,0		
		Rufigi	1 200	7 TWh
		Wami	120	500 GWh
		Pangani	110	500 GWh
		Gorgas de Streigler		
		Phase I	280	
		Phase II	800	
		Phase III	1 000	
		Kagera (3 chantiers pour la République-Unie de Tanzanie, le Rwanda et le Burundi)	400	2 500 à 3 000 GWh
Haute-Volta				
		Noumbiel	60	400 GWh
		Banfora	3,3	
		Kou		2 GWh
		Volta Blanche		

Pays	Projets déjà terminés		Projets en construction ou à l'étude	
Zaïre	Bia	42,1	Inga Phase II	1 350
	Francoqui	75	Phase III	2 000
	Le Marinel	248,4		
	Delcommune	108	Au total	30 000
	Zongo I	75	Bodsen sur Lua-	240 KWh
	Sanga	12	laba	205
	Kiyambi	17,2		
	Mururu	12,6		
	Tshopo	12,4		
	Piana Mwanga	28,9		
	Melignon	9,9		
	Moulaert	7,3		
	Young et de nombreux autres projets	7,4		
	Inga	320	2 400 GWh	
Zambie	Kariba Nord	600	Potentiel	5 000
	Gorges de Kafue	900		
	Chutes Victoria	108		
	Lusiwasi	6		
	Chutes de Musonda	3		
	Chutes de Chi- simba	3		
	Lunzua	0,75		
	Mulungushi	18,4		
	Lunsemfwa	16		
	Broken Hill	42,70		
		<u>1 698,45</u>		

Sources :

"Le développement de l'énergie dans les pays de la sous-région d'Afrique de l'Est" (E/CN.14/INR/104).

"Le développement de l'énergie dans les pays de la sous-région d'Afrique de l'Ouest" (E/CN.14/INR/106).

"Le développement de l'énergie dans les six pays de la sous-région d'Afrique du Centre" (E/CN.14/EP/30).

Rapport d'une mission en Tunisie, en Algérie et au Maroc du conseiller régional de la CEA pour l'énergie (document interne de la CEA No. 71-3 199)

Note : GWh = gigawatt-heure = 1 million de KWh
TWh = térawatt-heure = 1 milliard de KWh

PROJECTIONS DE LA DEMANDE ESTIMATIVE POUR CERTAINS PAYS AFRICAINS
(en millions de mètres cubes d'eau)

[illegible]

LISTE DE PROJETS REGIONAUX ET NATIONAUX POUR LESQUELS LE CILSS A PRIE
LE BUREAU DES NATIONS UNIES POUR LE SAHEL DE SOLLICITER DES FONDS
AUX FINS DE LA MISE EN VALEUR DES RESSOURCES EN EAU

Projets régionaux

1. Etude du développement intégré du fleuve Gambie (projet intéressant la Gambie et le Sénégal)
2. Etude du développement intégré du bassin de la Volta Noire (projet intéressant la Haute-Volta et dans une certaine mesure le Ghana et le Mali)
3. Inventaire des points d'eau et des barrages dans la région en vue d'obtenir des données de base sur les ressources en eau et les caractéristiques de construction des principales installations hydrauliques (projet intéressant tous les Etats membres du CILSS)
4. Création d'un centre de formation pour les météorologistes et les spécialistes de l'hydrologie et établissement d'un centre de prévisions régional (projet intéressant tous les Etats membres du CILSS)
5. Fabrication de pompes et de moulins à vent pour l'irrigation, de matériel de forage de puits, de conduites et autre matériel nécessaire à l'irrigation (projet intéressant tous les Etats membres du CILSS)

Projets nationaux

Gambie

1. Etude de barrages sur de petits affluents (six barrages sur les rivières Bintang, Miniminium, Sandugu, Sofoniama, Niamija et Bao)
2. Construction de barrages pour fournir l'eau nécessaire à l'irrigation sur les rivières Bintang, Miniminium, Sofoniama, Sandugu, Niamija et Bao
3. Renforcement des services agro-météorologiques et hydrologiques en Gambie

Haute-Volta

1. Mise en valeur hydro-agricole de 3 000 hectares
2. Renforcement des services agro-météorologiques et hydrologiques en Haute-Volta

Mali

1. Renforcement des services agro-météorologiques et hydrologiques au Mali

Mauritanie

1. Approvisionnement en eau de la zone urbaine de Tidjikja
2. Programme de forage et d'équipement pour 100 trous de forage
3. Renforcement des services agro-météorologiques et hydrologiques en Mauritanie

Niger

1. Opération de fonçage de puits
2. Projet d'irrigation
3. Matériel de génie rural
4. Renforcement des services agro-météorologiques et hydrologiques du Niger

Sénégal

1. Renforcement des services agro-météorologiques et hydrologiques du Sénégal

Tchad

1. Construction d'un barrage à Serinaout
2. Renforcement des services agro-météorologiques et hydrologiques du Tchad

Note : Espace blanc

f) Sud de 25° sud
Afrique du Sud

Madagascar

Soudan

Mozambique

Rhodesie du sud

Botswana

Namibie

Malawi

Zambie

Angola

e) 10° - 25° sud

République-Un
de Tanzanie

Kenya

Zaire

Congo

Gabon

d) 5° nord à 10°

République-
du Cameroun

Nigeria

Ghana

PALES REGIONS DONT LES PRECIPITATIONS ONT ETE TRES INTERIEURES,
AGE, AUX PRECIPITATIONS ANNUELLES NORMALES DE 1968 A 1973

1969	1970	1971	1972	1973
Extrême-sud	Tout le centre et le sud	Extrême sud	-	-
f Extrême-nord- ouest	Extrême-sud	Intérieur		
	Tout le pays	Intérieur		
	L'ouest	Intérieur		
Extrême-est	Tout le pays	Tout le pays	Tout le pays	Tout le pays
	Tout le pays sauf le sud	Ouest et nord	"	"
Nord	Tout le pays	Ouest	"	"
	Tout le pays sauf le nord-est	Tout le pays	"	"
Tout le pays sauf l'extrême-sud	Tout le pays	Tout le pays	"	"
Tout le pays sauf	Nord-ouest	Tout le pays	Tout le pays sauf le sud	"
Tout le pays sauf l'extrême-sud	A l'est du centre	Tout le pays sauf le sud-est	Tout le pays	Tout le pays sauf l'extrême- sud
Nord-est		Extrême nord et est		Extrême-nord et sud-est
Nord-est et est	Toute la région du nord			
		Extrême nord	Tout le pays	Tout le pays
		Extrême-nord- ouest	Extrême-nord	Tout le pays
	Tout le pays		Nord	Tout le pays

E/CN.14/NRSTD/WR/1
Annexe XXII

PLAN DE MISE EN VALEUR DES RESSOURCES EN EAU DU SAHEL a/

Les six pays intéressés sont les suivants : Haute-Volta, Mali, Mauritanie, Niger, Sénégal, et Tchad.

Superficie totale : 5,25 millions de km²

Population : 30 millions

Total des besoins en eau du Sahel

	<u>Actuels</u> (1975-1980)	<u>Futurs</u> (2000-2050)
1. <u>Approvisionnementnements intérieurs</u>		
Population (en millions)	30	42,3
Zones rurales :		25,0
Petites villes :		6,0
Grandes villes :		11,3
Besoins nationaux en eau (en milliards de m ³)	0,75	2,5
2. <u>Eau destinée au bétail</u>		
Bétail : bovins (en millions)	25	30
ovins et caprins	30	50
Besoins en eau du bétail (en milliards de m ³)	0,25	0,50
3. <u>Mines et industries</u>		0,50
4. <u>Agriculture irriguée</u> (en milliards de m³)	26	50
Sénégal		12,8
Mali, Haute-Volta, Niger		32,2
Tchad et région nord de la République-Unie du Cameroun		4,2
5. <u>Total des besoins en eau</u> (en milliards de m³)	27	53

Ressources en eau du Sahel

1. Moyenne des précipitations annuelles (en milliards de m ³)	1,740
2. Ruissellement superficiel des principaux bassins fluviaux (en milliards de m ³)	5,65
Utilisable	30 %
Suffisant pour l'irrigation	300,000 ha

a/ Etabli par la SCET International (Société centrale pour l'équipement du territoire), et le Ministère de la coopération comme indiqué dans le "Bulletin de l'Afrique noire" n° 866 du 5 mai 1976.

3. Ruissellement dans les principaux bassins fluviaux

Bassin fluvial -- Ruissellement annuel moyen (en milliards de m³)

	Au point d'entrée dans la zone sahélienne	Au sortir de la zone sahélienne
Sénégal	23,6	18,0
Niger	67,0	31,2
Logone et Chari	46,2	38,5 à Ndjamena
Total	136,8	87,7

4. Ressources en eaux souterraines

12 à 15 milliards
de m³Potentiel de développement de l'irrigation dans les
principaux bassins fluviaux (en hectares)1. Principaux bassins fluviaux sans barrages de retenue

Sénégal : double récolte -- riz et blé	10 000
Vallées du Haut Niger et du Badni	10 500
Cours moyen du Niger	7 000
Chari : double récolte pour le riz ou	53 000
récolte unique de riz et de blé	80 000
Gambie	1 500

2. Principaux bassins fluviaux avec barrages de retenue

Sénégal -- Première tranche des travaux	460 000
Deuxième tranche (après 2050)	610 000
Niger -- Première tranche : Haut Niger et Badni	102 000
Cours moyen de Niger	110 000
Logone -- Première tranche double culture	95 000
Dernière tranche	215 000
Chari -- Mise en valeur des Polders autour du lac Tchad	375 000
Dernière tranche	750 000
Volta	65 000
Gambie -- Première tranche des travaux	60 000
Deuxième tranche	150 000
Total -- Première tranche	972 000
Deuxième tranche (après 2050)	2 495 000

3. Petits barrages97 000
136 000Source : Bulletin de l'Afrique noire, n° 866, mai 1976.

Données relatives à 12 sites de barrage sur le bassin du
Haut Sénégal

	Capacité d'em- magasinement (en milliards de m3)	Puissance installée (en mil- lions de Watts)	Energie en GW/h	Hauteur du bar- rage (en mètres)	Débit annuel moyen (en- mètres cubes par seconde)
<u>Sur le Bafing :</u>					
Kouloutamba (Guinée)	3,1	85	680	76	206
Boureya (Guinée)	4,1	85	680	64	237
Bindougou (Mali)	2,0	33	280	43	290
Manantali	10,0	100	800	73	377
<u>Sur le Bokoye</u>					
Bondofofa	2,0	20	175		
Badoumbé	10,0	46,6	460	75	166
<u>Sur le Baoulé</u>					
Marela (Mali)	3,0	16	140		
<u>Sur le Sénégal</u>					
Galougo	30,0	190	1,520	84	625
Petit Gouina		70	560	22	625
Félou		50	400	18	630
<u>Sur le Falemé</u>					
Moussala (Mali)	3,0	20	175		
Gourbassi (Sénégal)	1,5	13	104	55	167

Sites des barrages sur les bassins fluviaux
de la région du Sahel

Fleuve Sénégal

Manantali sur le Bafing
Gourbassi sur le Falemé
Galougo sur le Sénégal
Bourmeya sur le Bafing
Diama dans le Delta

350 000 hectares

50 000 hectares avec
double récolte

(Manantali et Diama : première tranche des travaux)

Fleuve Niger

Projet de Selingué sur le Sankarain (Mali)
Projet d'aménagement de la Vallée du Haut Niger (Mali)
Projet de Kandadji (Niger)

Bassin de la Volta

Bagre sur la Volta Blanche
Bitou sur le Noukaho (affluent de la Volta Blanche)
Tenema sur la Volta Blanche
Kampalaga sur la Volta Rouge
Karankasso sur le Bougouriba (affluent de la Volta Noire)

Bassin de la Gambie

Sambangalon
Kekreti

BESOINS EN MATIERE DE RECHERCHE AUX FINS DE LA MISE EN VALEUR
DES RESSOURCES EN EAU DE L'AFRIQUE

On trouvera indiqués ci-après les domaines où il est nécessaire de commencer des travaux de recherche ou d'intensifier les recherches en cours en matière de mise en valeur des ressources en eau de l'Afrique. Les problèmes peuvent être envisagés du point de vue des principaux éléments ci-après :

- A. Evaluation des approvisionnement;
- B. Utilisation et mise en valeur;
- C. Technologie

A. Evaluation des approvisionnements

1. Réserves d'eau de surface

- Inventaire des réserves (cours d'eau et lacs)
- Problèmes de mesure
- Mise en place et exploitation des réseaux
- Mesure des vitesses maximales et minimales
- Problèmes de qualité et de transport des sédiments

2. Réserves d'eau souterraine

- Inventaire des ressources en eau et techniques nouvelles
- Exploration et prospection, y compris études géologiques, techniques géophysiques, méthodes électriques et électromagnétiques, forages
- Utilisation de colorants et de radio-isotopes
- Alimentation artificielle et provoquée des nappes aquifères
- Utilisation de techniques d'études hydrologiques et d'établissement de cartes

3. Moyens d'augmenter l'approvisionnement

- Augmentation des précipitations
- Modification du climat
- Suppression de l'évaporation
- Prévention des pertes lors de l'utilisation de l'eau à des fins domestiques, agricoles et industrielles

4. Lutte contre la pollution

5. Dessalement

- Utilisation et réutilisation de l'eau

- Réduction des coûts grâce au recours à des installations bivalentes ou par l'usage d'autres moyens

- Adapter le dessalement à l'irrigation des cultures vivrières essentielles

- Dessalement par des techniques nucléaires

6. Marées et intrusion d'eau salée

7. Utilisation de bassins représentatifs et expérimentaux

B. Utilisation et mise en valeur

1. Approvisionnement en eau des populations

- Evaluation d'une pompe manuelle appropriée

- Purification de l'eau saumâtre

- Utilisation de prises d'eau sur les toits et de citernes pour recueillir l'eau de pluie

- Conception de points d'eau à usage commercial

- Réduction du fluor dans les trous de forage

- Utilisation de l'énergie solaire et éolienne pour le pompage de l'eau

- Techniques de mesure et d'évaluation de l'eau pour rationaliser la consommation

2. Irrigation

- Etudes pédologiques, classification des sols et établissement de cartes

- Entretien de la structure du sol grâce à des systèmes d'aspersion en surface et des conduites d'irrigation souterraines

- Méthodes permettant de préserver l'humidité des sols en agriculture; utilisation de plaques en matière plastique et autres systèmes de couverture

- Saturation et salinité des sols causées par l'irrigation

- Relations d'interdépendance entre les sols, le couvert végétal et la population

- Conception de machines utilisées en culture sèche (dry farming) pour éviter une mécanisation inappropriée

- Mise au point de variétés résistant à la sécheresse et à la salinité, et adaptées aux régions arides où l'on ne dispose que d'eau saumâtre
 - Récupération de l'eau d'irrigation
 - Méthodes économiques de revêtement des canaux
3. Assèchement des marécages
- Mesure des pertes d'eau dans les marécages
 - Mesures en vue d'assécher les marécages
 - Lutte contre l'Eichhornia crassipes et son éradication
4. Lutte contre les crues
- Différentes techniques de lutte contre les crues et de prévention des crues
 - Système d'alerte et de prévisions des crues
5. Utilisation industrielle
- Examen des méthodes de traitement et de recyclage des eaux usées
6. Production d'énergie hydraulique
- Conception, construction et exploitation d'ouvrages hydrauliques
 - Intégration de l'énergie hydraulique à la mise en valeur polyvalente des bassins fluviaux
7. Voies navigables intérieures
- Remise en état des canaux de navigation
 - Transport de sédiments dans les canaux ouverts, formation de barres et de banes
 - Travaux d'aménagement des cours d'eau éperons, épis
 - Conception d'écluses, de digues, etc.
 - Méthodes de stabilisation des rives
 - Mise au point d'aides à la navigation tels que balises, signaux flottants, signaux lumineux, matériel optique et bouées

C. Technologies nouvelles

1. Technologie nucléaire

- En hydrologie et hydrogéologie
- Pour la production d'énergie électrique
- Pour le dessalement

2. Technologie spatiale

- Pour évaluer les ressources en eau
- Etudes hydrologiques et météorologiques par satellite

3. Ordinateur

- Création de banques de données pour l'archivage et la recherche des informations
- Problèmes d'analyse, de planification et de conception
- Analyses de système
- Elaboration de modèles mathématiques

AUGMENTATION DES PRECIPITATIONS

Les difficultés de développement de certaines des régions les moins favorisées d'Afrique résultant de conditions climatiques défavorables amènent à envisager la possibilité de modifier certains des facteurs climatiques et tout d'abord à songer aux méthodes permettant de provoquer artificiellement les précipitations. Plusieurs opérations d'ensemencement des nuages ont été entreprises dans des régions semi-arides d'Afrique telles que le Sénégal, la République arabe libyenne et l'Afrique de l'Est. Malheureusement, à quelques rares exceptions près, ces expériences n'ont pas été soigneusement préparées ce qui exclut que l'on puisse tirer des conclusions probantes sans risque d'erreur. Les expériences réalisées dans d'autres parties du monde ne permettent pas non plus de savoir avec exactitude si les méthodes de déclenchement artificiel des précipitations sont susceptibles d'être couronnées de succès dans les zones semi-arides d'Afrique.

Mis à part le cas d'interventions ponctuelles précises il est fort peu probable que les méthodes de déclenchement artificiel des précipitations puissent être étendues à de vastes régions de culture et de pâturage. Même si une augmentation des précipitations n'apportait dans l'immédiat qu'une faible amélioration aux cultures non irriguées, elle pourrait dans de nombreux cas accroître considérablement l'humidité de la couche superficielle ainsi que le volume des eaux des barrages, des lacs, des cours d'eau et des nappes souterraines. Cependant, le volume des précipitations ne pourra vraisemblablement pas être augmenté de plus de 10 à 20 p. 100, et en ce qui concerne les zones arides où les précipitations annuelles ne dépassent pas 200 à 250 mm, il ne faut pas espérer pouvoir jamais accroître sensiblement la pluviosité.

Sur le très grand nombre d'expériences portant sur des superficies de l'ordre de 10 000 km², au cours desquelles des cristaux de glace ont été introduits dans les nuages, rares sont celles ayant permis d'établir statistiquement que l'ensemencement avait sensiblement augmenté la pluviosité. Dans certains cas les données chiffrées ont fait apparaître une diminution des précipitations. Cependant, d'un point de vue qualitatif certains principes d'ordre général fondés sur des paramètres tels que l'épaisseur des nuages, la température de leur partie supérieure, l'épaisseur des nuages en état de surfusion, la microstructure du nuage et la quantité de produit utilisé pour l'ensemencement, ont été dégagés qui permettent de prévoir dans une certaine mesure les résultats et de leur accorder une valeur statistique.

Compte tenu de la complexité du problème, ainsi que des faibles progrès réalisés au cours d'un petit nombre d'expériences il est justifié d'intensifier les efforts dans ce domaine.

Le programme en cours du CILSS prévoit certaines études sur la possibilité de recourir à des techniques permettant d'augmenter la pluviosité dans les pays du Sahel. Cependant lors du Congrès de l'OMM de mai 1975, il a été décidé que pour parvenir à des résultats scientifiquement probants en ce qui concerne les moyens d'accroître les précipitations la meilleure façon de procéder consistait à envisager, exécuter et évaluer les expériences à l'échelon international. C'est pourquoi le Precipitation Enhancement Project (PEP - projet relatif à l'augmentation de la pluviosité) constitue l'un des

principaux éléments du Weather Modification Programme de l'OMM (Programme de modification du temps et du climat). Sur la base d'études détaillées de la nébulosité et de la structure dynamique et microphysique des nuages, des sites, dont certains situés en Afrique, ont été choisis en vue de la réalisation d'une grande expérience. En outre des conseils seront prodigués aux différents Etats membres afin qu'ils puissent déterminer dans quelle mesure il est possible de procéder à de telles expériences sur leur territoire.

Les méthodes de régulation des précipitations devraient favoriser une répartition rationnelle de la pluviosité, y compris dans des régions où l'agriculture souffre de variations annuelles des précipitations et même lorsque leur volume saisonnier ou annuel paraît suffisant.

REDUCTION DE L'EVAPORATION

Le taux d'évaporation en Afrique est plus élevé que sur d'autres continents, plus des trois quarts du volume total des précipitations étant en effet perdus de cette façon.

L'évaporation des eaux de surface peut être réduite en utilisant des granulations qui forment une pellicule à la surface des eaux réfléchissant une fraction importante du rayonnement solaire. Les matières utilisées sont le minerai de perlite blanche, du polystyrène sous forme de granulations, de la mousse de styrène sous forme de granules ainsi que de la poudre de carbonate de calcium (CaCO_3) hydrophobique à l'état amorphe. La réduction de l'évaporation peut atteindre jusqu'à 50 p. 100 en l'absence de courant d'air mais lorsque la vitesse du vent dépasse 10 km/h la réduction ne semble pas importante. Une autre technique consiste à utiliser des pellicules de produits chimiques monomoléculaires.

Les matières utilisées pour réduire l'évaporation ne doivent être toxiques ni pour les plantes ni pour les animaux; elles doivent, à la température ambiante, constituer une pellicule continue à la surface de l'eau, susceptible de se reconstituer après avoir été déchirée, être relativement imperméables à la vapeur d'eau, d'une application rapide et d'un prix de revient raisonnable. Les alcools les plus communément utilisés remplissant les conditions susmentionnées sont l'hexadécanol (alcool cétylique) et l'octadécanol (alcool stéarique). Un mélange de ces deux corps est également fréquemment utilisé sous forme d'émulsion, de matière en suspension et de poudre anhydre. Des substances non saponifiables obtenues en tant que produits dérivés d'acides aliphatiques synthétiques conviennent également; ces alcools peu coûteux que l'on produit actuellement en grande quantité sont aussi efficaces que les alcools provenant des corps gras naturels (graisses et huiles). L'épandage de ces produits chimiques peut être intermittent ou continu, réalisé manuellement ou à l'aide d'appareils, selon les besoins.

Il ressort des recherches que les couches monomoléculaires à la surface des eaux ont des effets physiques et chimiques sur la vie végétale et animale aquatique. Les pellicules d'alcool gras influent sur les divers organismes aquatiques et sur les processus biologiques intervenant en milieu aqueux, ce qui amène à penser qu'en raison des effets nuisibles qu'elles ont sur les insectes aquatiques il ne faudrait pas les utiliser à la surface des eaux constituant d'importantes réserves de pêche car cela aurait pour effet de réduire les ressources alimentaires des poissons.

Les protéines et les bactéries ont un effet destructeur sur les pellicules et semblent être les principaux facteurs intervenant dans la réduction de leur efficacité. Tant qu'un moyen efficace n'aura pas été mis au point pour maîtriser la prolifération bactérienne, l'épandage continu de produits chimiques constituera la méthode la plus appropriée pour réduire l'évaporation.

En septembre 1973, après une année de sécheresse, un programme de lutte contre l'évaporation des eaux du barrage de Shashe (Botswana) a été mis en place. Bien que l'expérience n'ait duré que deux mois, période au cours de laquelle les eaux de pluie ont rempli le bassin de retenue, elle a permis d'enregistrer des résultats encourageants. De l'alcool cétylique stérile a été répandu à la surface des eaux à l'aide d'embarcations motorisées. La principale difficulté a été le vent qui a limité le nombre d'épandages efficaces en déchirant la pellicule. D'autres recherches sont nécessaires avant de pouvoir tirer des conclusions quant à la rentabilité des techniques de réduction de l'évaporation.

ENERGIE SOLAIRE

Pompes à eau

Certains pays africains manifestent un très grand intérêt pour l'utilisation de l'énergie solaire aux fins de pompage de l'eau destinée à la consommation domestique et à l'irrigation à petite échelle. C'est en 1968 qu'à Dakar (Sénégal) a été installée la première pompe solaire de l'Institut de physique météorologique dont le débit était de 6 m³ à l'heure. Des pompes analogues fonctionnent en Haute-Volta (EIER, Koupel Djibo), en Mauritanie (Chinguetti), au Niger (Bossy-Bougou) et au Mali (Dioila, Katibougou); on procède à l'installation de pompes de ce genre en République-Unie du Cameroun, au Tchad, au Soudan, au Kenya, à Madagascar, en Algérie et au Cap-Vert. On prévoit, grâce à l'énergie solaire d'élever la température de colonnes d'eau destinées à l'approvisionnement des membres de la nouvelle communauté minière de Dukwe (Sua Pan) au Botswana, résidant dans les quartiers où les revenus sont bas.

Les avantages invoqués en faveur de l'utilisation de l'énergie solaire sont : coûts peu élevés, longue durée de vie utile des appareils installés, absence de pollution, problèmes d'entretien réduits au minimum et inutilité d'une main-d'oeuvre qualifiée. Les inconvénients sont les suivants : coût élevé des investissements initiaux, irrégularité de l'approvisionnement en énergie et importance des travaux de génie civil.

Par temps clair, l'ensoleillement fournit une énergie de l'ordre de 1 kilowatt par mètre carré. Pour l'Afrique il s'agit d'une source d'énergie gratuite et abondante, notamment sur les vastes étendues occupées par les déserts du Sahara, de Nubie et du Kalahari. Cependant, étant donné qu'on ne peut pas disposer de cette source d'énergie en permanence, son utilisation devrait, du moins dans l'immédiat, être limitée à la satisfaction de besoins intermittents tels que consommation domestique et irrigation des petites exploitations grâce au pompage de l'eau. Les exemples mentionnés précédemment n'ont pas un caractère expérimental mais sont d'ordre pratique puisqu'il s'agit d'applications concrètes dans les domaines de l'agriculture, de l'élevage et de l'approvisionnement des collectivités, même si ces activités sont entreprises à une petite échelle en raison du degré actuel de développement des techniques considérées.

On poursuit les travaux concernant plusieurs problèmes d'ordre pratique ayant trait à la transformation de l'énergie solaire en énergie électrique ou mécanique, et visant à réduire les pertes de chaleur, à accroître l'efficacité globale et à mettre au point les moyens de stocker ou d'accumuler cette source d'énergie. Bien qu'en raison du degré de développement de la technologie solaire il ne soit pas actuellement possible de mettre en place d'importantes installations permettant de produire de grandes quantités d'énergie, l'énergie solaire présente un intérêt considérable dans le domaine du pompage de l'eau notamment pour la région soudano-sahélienne, en raison des difficultés tant physiques et financières que techniques et économiques que soulève le recours à des sources d'énergie classiques telles que l'énergie hydro-électrique ou thermique, particulièrement du fait de la conjoncture pétrolière.

Distillateurs solaires

Pratiquement tous les pays s'intéressent vivement à la transformation des eaux saumâtres, salines ou polluées en eau propre à la consommation. Les distillateurs

solaires peuvent même présenter un intérêt économique immédiat car certains pays importent l'essentiel de l'eau distillée nécessaire par exemple aux batteries. On peut à titre d'illustration citer le cas du Mali qui a dû importer 264 tonnes d'eau distillée en 1972. Dans un pays africain aux conditions climatiques normales, un distillateur solaire permet d'obtenir trois litres d'eau douce par jour et par mètre carré. La production de distillateurs solaires est actuellement très faible. A notre connaissance aucun laboratoire ne produit plus de 20 à 30 distillateurs par an. Cependant, en raison des avantages qu'offre cet appareil, le marché devrait en principe prendre rapidement de l'importance. Au Soudan, on prévoit d'entreprendre des activités dans ce domaine et d'autres pays dont le Sénégal (Institut de physique météorologique), le Mali et le Niger se sont également engagés dans des recherches sur les distillateurs solaires dont ils ont entrepris la fabrication 1/.

1/ Extraits du document intitulé "Situation actuelle et perspectives futures en matière d'utilisation de l'énergie solaire en Afrique" - établi par l'UNESCO pour la deuxième Réunion africaine sur l'énergie, Accra (Ghana), 1976 (E/CN.14/NRSTD/E/12).

ENERGIE EOLIENNE

Comme dans le cas de l'énergie solaire des efforts sont déployés pour permettre d'utiliser l'énergie éolienne aux fins de pompage de l'eau destinée à la consommation domestique et à l'irrigation des petites exploitations au Sénégal (Thiès), au Maroc, en Mauritanie (Chinguetti), au Mali, en Haute-Volta (EIER), au Niger, au Tchad, en République-Unie de Tanzanie et en Ethiopie.

L'expérimentation sur le terrain et des projets pilotes sont également poursuivis dans de nombreux pays africains. Au Sénégal, le Département de physique de l'Ecole polytechnique de Thiès étudie les générateurs actionnés par l'énergie éolienne dont la capacité nominale varie entre 0,5 et 3 chevaux vapeur. Les travaux entrepris au Sénégal ont pour objet d'identifier et de résoudre les problèmes concernant l'adaptation aux conditions prévalant dans ce pays de divers types d'appareils déjà mis au point. A Ouagadougou on procède à l'étude aérodynamique de nouveaux types d'éoliennes dont on assure la production. Le centre expérimental de Louga (Sénégal) a également entrepris des travaux sur l'utilisation de l'énergie éolienne aux fins de pompage.

Un certain nombre de problèmes sont étudiés à savoir : grippage de l'hélice par suite d'ouragans, orientation optimale des pales, meilleur rendement par vent faible et augmentation de la résistance aux vents forts et violents dont la solution, permettrait d'accroître l'efficacité des éoliennes. On s'intéresse également de près à la conception et à la construction d'aérogénérateurs dont les pales d'hélice seraient de longueur variable et ayant une capacité de l'ordre de 100 à 400 kilowatts.

En République-Unie de Tanzanie a été fabriquée une éolienne d'environ cinq mètres qu'on utilise actuellement pour alimenter en eau Shagihulu, village de la région de Shinyanga, à l'est du pays. Pour la fabrication de cette éolienne on a utilisé des pièces détachées d'automobiles. Les besoins en énergie de cette région, où les vents dominants sont de faible puissance, ont rendu nécessaire le recours à des éoliennes de grande taille adaptées à des pompes de grand débit; c'est la raison pour laquelle les éoliennes de taille relativement peu importante n'ont pas été jugées très satisfaisantes.

En Ethiopie, en trois endroits de la partie sud de la province du Shoa, des éoliennes ont été installées pour le pompage de l'eau. A l'extrême sud-ouest du pays, des éoliennes de petite taille et peu onéreuses ont été mises en place pour permettre aux agriculteurs d'irriguer des lopins de terres situés sur les berges de l'Omo. Ces éoliennes sont conçues d'après le modèle crétois traditionnel. En raison de la hausse du prix du pétrole, on manifeste un regain d'intérêt pour les éoliennes aux fins de pompage de l'eau destinée à la consommation domestique lorsque les conditions sont propices à l'utilisation de cet appareil.

QUELQUES CAS DE BESOINS EN CAPITAUX

Pays et projet	Détails succincts	Période	Coût approximatif
BENIN			
Plan directeur pour la mise en valeur des ressources en eau dans les zones rurales	2 400 points d'eau	1975-90	37 millions de dollars des Etats-Unis
SBEE			
	Approvisionnement en eau des zones urbaines et électrification des zones rurales		
SONIAH			
	Irrigation		
SONAPECHE			
	Pêcheries		
FURUNDI			
Projets d'approvisionnement en eau et d'irrigation			
Evacuation des eaux usées à Bujumbura			
OUGANDA			
(Projets prioritaires inscrits dans le quatrième plan 1975-81)			
Approvisionnement en eau des zones rurales			58,6 millions de dollars des Etats-Unis
Approvisionnement en eau des zones urbaines			303,67 millions de dollars des Etats-Unis
Projets agricoles : Irrigation			52,62 millions de dollars des Etats-Unis
Pêcheries			32,34 millions de dollars des Etats-Unis
Forêts			44,70 millions de dollars des Etats-Unis
Programmes de rassemblement des données			4,24 millions de dollars des Etats-Unis
Plans d'approvisionnement en eau pour NWSC			607,74 millions de dollars des Etats-Unis
Programme d'énergie hydraulique			950 millions de dollars des Etats-Unis
			2 milliards.053 millions 91 000 dollars des Etats-Unis

Pays et projet	Détails succincts	Période	Coût approximatif
REPUBLIQUE CENTRAFRICAINE			
Forage des 250 puits dans le nord			120 millions de francs CFA
Boali II : deuxième phase			3,3 milliards de francs CFA
Projet hydro-électrique de Lobayé			5 milliards de francs CFA
Projet hydro-électrique de Kotto			5,5 milliards de francs CFA
Projet hydro-électrique de Safari			16 milliards de francs CFA
Ressources en eau			500 millions de francs CFA
Projet relatif à la canne à sucre (abstraction faite de l'usine)			2,5 milliards de francs CFA
RWANDA			
Secteur A			6 930 milliards de francs rwandais
Secteur C			6 710 milliards de francs rwandais
Secteur E			753 millions de francs rwandais (chiffre partiel)
Etudes des services d'approvisionnement en eau des zones rurales			6 millions de francs rwandais
Travaux relatifs à l'approvisionnement en eau des zones rurales			2 129 milliards de francs rwandais
Construction			33 millions de francs rwandais
SOUDAN			
Programme sucrier de Kennana	35 000 ha	1976-79	Financement obtenu
Nil Bleu Rahad 2 ou Kennana	170 000 ha	1977-82	500 millions de dollars des Etats-Unis
Surélévation du barrage de Roseires	--	1977-82	100 millions de dollars des Etats-Unis
Projet de Jonglei		1977-82)	195 millions de dollars des Etats-Unis
Projet d'irrigation de Jonglei	125 000 ha	1977-85)	195 millions de dollars des Etats-Unis
Barrage de la Haute Atbara et du Setit		1977-86	700 millions de dollars des Etats-Unis

Pays et projet	Détails succincts	Période	Coût approximatif
SOUDAN (suite)			
Machar : Phase I		1982-88	300 millions de dollars des Etats-Unis
Agriculture non irriguée	160 000 ha par an		
Eaux souterraines	En cours d'étude		
Mise en valeur des ressources en eau des zones rurales			10 millions de dollars des Etats-Unis par an
Energie hydraulique : Roseires	90 MW à 250 MW		50 millions de dollars des Etats-Unis
	Sabatoka 100 MW		100 millions de dollars des Etats-Unis
	Bedden Rapids 75 MW		100 millions de dollars des Etats-Unis
ZAMBIE			
Adduction d'eau et égouts		1977-81	57 millions de kwacha
Adduction d'eau et égouts		1982-86	69 millions de kwacha
Approvisionnement en eau des zones rurales	4 000 points d'eau	1976-81	10 millions de kwacha
Irrigation		1976-81	46 millions de kwacha
ZONE SOUDANO-SAHELIENNE			
<u>Barrages de la première génération</u>			
Diama (Mauritanie)			262 millions de dollars des Etats-Unis
Manantali			
Selinguée (Mali)			
Kadandji (Niger)			
Bagré sur la Volta Blanche			
Sambagalou sur la Gambie			

LES BESOINS EN MAIN-D'OEUVRE QUALIFIEE

	<u>Rwanda</u>	<u>a/</u>	<u>Burundi</u>
	1977	1995	
<u>Ingenieurs</u>			
Agronomes	14	37	
Ingenieurs des eaux et forêts	5	13	
Ingenieurs des pêcheries			4
Géographes	1	3	
Géologues	8	21	
Hydrologues	5	13	3
Hydrogéologues			1
Météorologues 1	1	3	2
Ingenieurs des ponts et chaussées	4	11	
Ingenieurs des travaux publics	3	8	
Spécialistes du génie rural			6
<u>Techniciens A 1</u>			
Agronomes	9	24	
Dessinateurs	3	8	
Forestiers	7	19	
Hydrologues			2
Météorologues 2	8	21	
Météorologues 3	7	19	
Agrométéorologues			2
Photogrammètres	1	3	
Techniciens des ponts et chaussées	8	21	
Géomètres	1	3	
Techniciens des travaux publics	5	13	
Hydrogéologues			2
<u>Techniciens A 2</u>			
Agronomes	65	172	
Forestiers	15	40	
Techniciens du génie rural	5	13	
Météorologues 4	23	61	
Techniciens des ponts et chaussées	6	16	
Techniciens des travaux publics	14	37	

a/ Les chiffres de 1995 ont été calculés en partant de l'hypothèse d'une augmentation de 5 p. 100 des activités chaque année.

Soudan

A. <u>Etablissements d'enseignement</u>	<u>Nombre de diplômés à l'heure actuelle</u>
1. Faculté des sciences de l'ingénieur, université de Khartoum	42 ingénieurs civils, 47 ingénieurs mécaniciens, 27 ingénieurs électriciens, 17 ingénieurs chimistes
2. Département de géologie	20 géologues
3. Faculté d'agriculture	220 diplômés
4. Ecole polytechnique de Khartoum	135 techniciens diplômés
5. Ecole de météorologie	Variable - Observateurs et 4ème niveau
6. Institut de la société de mise en valeur des eaux rurales	Variable - techniciens spécialistes des forages, géomètres topographes
7. Institut Shambat	120 techniciens
B. <u>Main-d'oeuvre actuellement employée dans les institutions s'occupant des ressources en eau</u>	
1. Ministère de l'irrigation et de l'énergie hydro-électrique	150 ingénieurs, 250 diplômés de l'Ecole polytechnique, 132 techniciens et 13 800 manoeuvres
2. Société de mise en valeur des ressources en eau des zones rurales	14 ingénieurs, 32 diplômés de l'Ecole polytechnique, 30 hydrogéologues et géologues 275 techniciens
3. Département des levés géologiques	10 hydrogéologues et 5 techniciens
4. Département de météorologie	30 météorologues de la classe I 28 météorologues de la classe II 23 techniciens 360 observateurs et agents météorologues
5. Services centraux d'alimentation en eau et en électricité	30 ingénieurs 31 diplômés de l'Ecole polytechnique 83 techniciens
C. <u>Besoins futurs en fonction du Plan directeur</u>	
50 p. 100 de plus au niveau des spécialistes (ingénieurs, spécialistes de l'agriculture, géologues, etc.)	
100 p. 100 au niveau des techniciens.	

Source : Monographies nationales.

Figure I
Graphique I

COMMUNITY WATER SUPPLY SERVICES IN AFRICA
SERVICES D'APPROVISIONNEMENT EN EAU DES COLLECTIVITES (AFRIQUE)

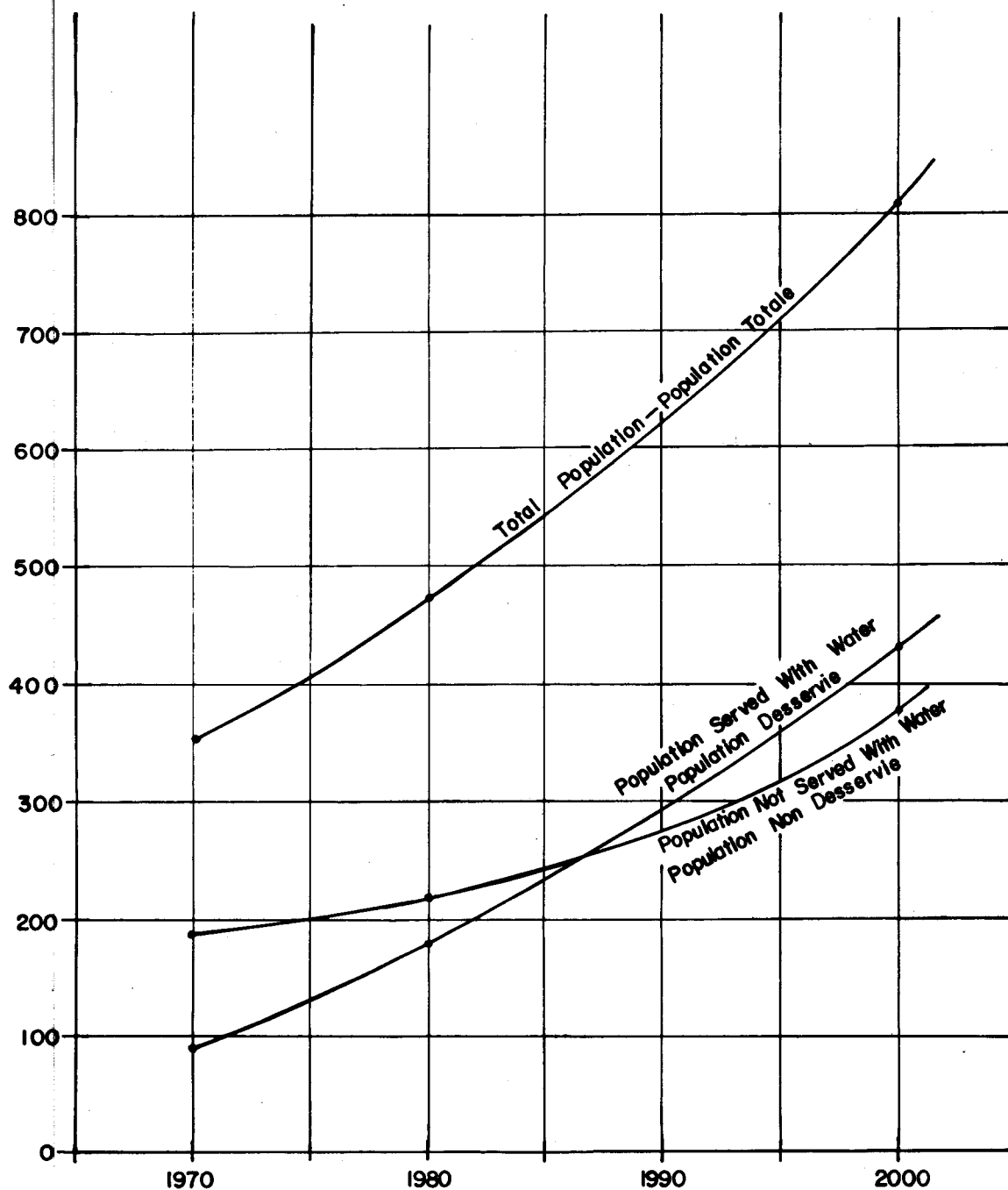
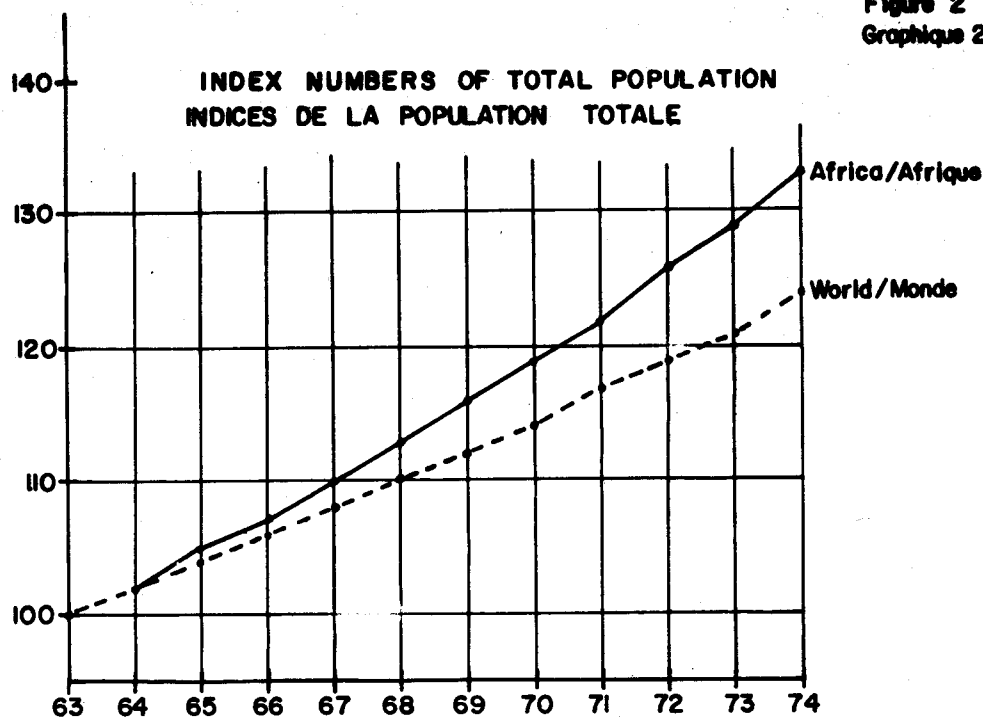


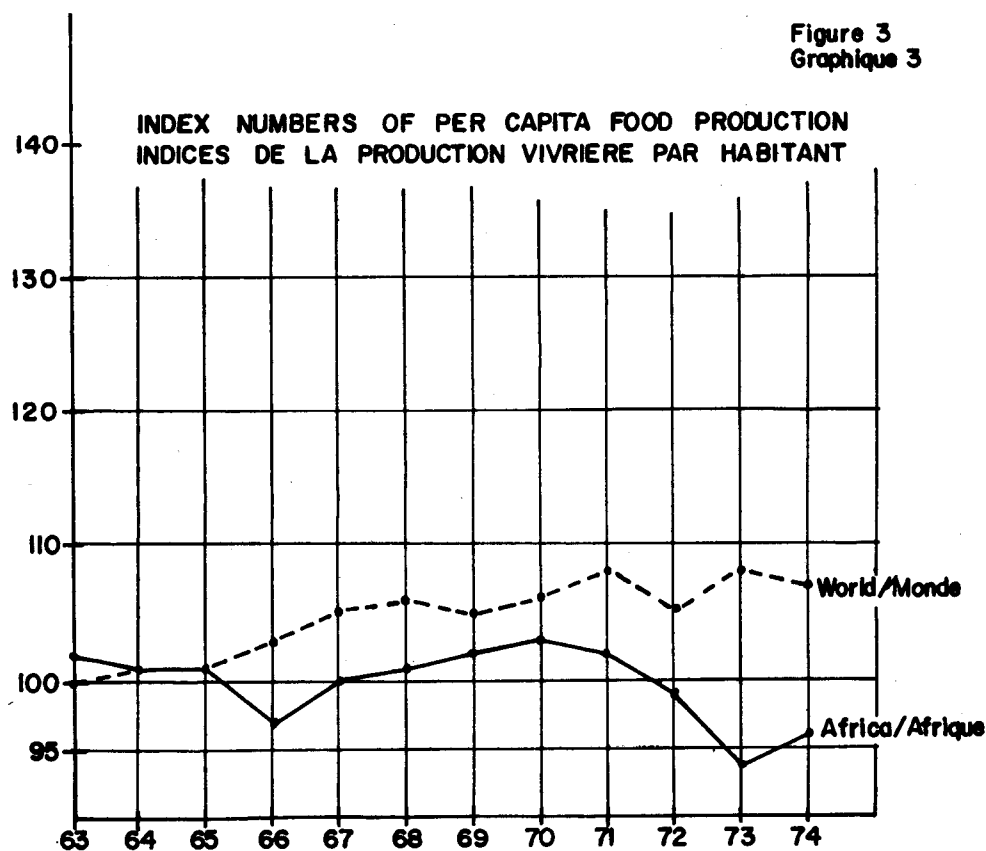
Figure 2
Graphique 2



Source: Production Year Book 1974 (Rome, FAO, 1975)

Source: Annuaire de la Production 1974 (Rome, FAO, 1975)

Figure 3
Graphique 3



Source: Production Year Book 1974 (Rome, FAO, 1975)

Source: Annuaire de la Production 1974 (Rome, FAO, 1975)

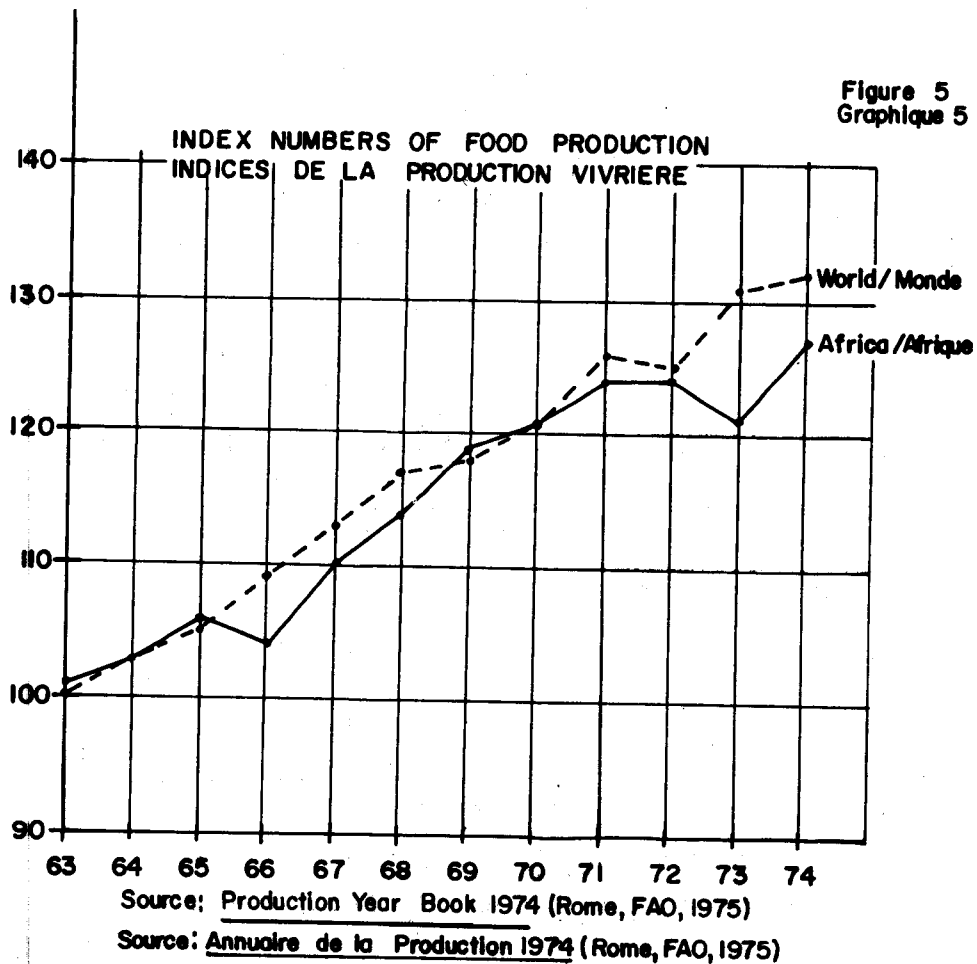
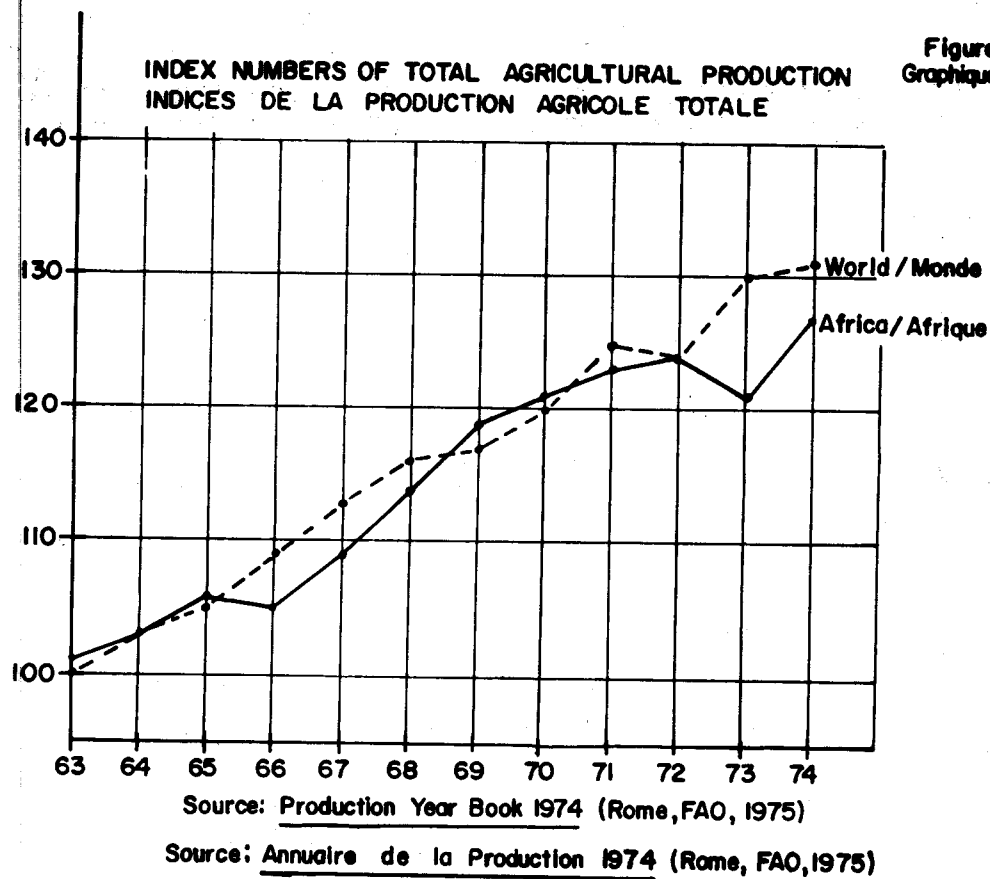
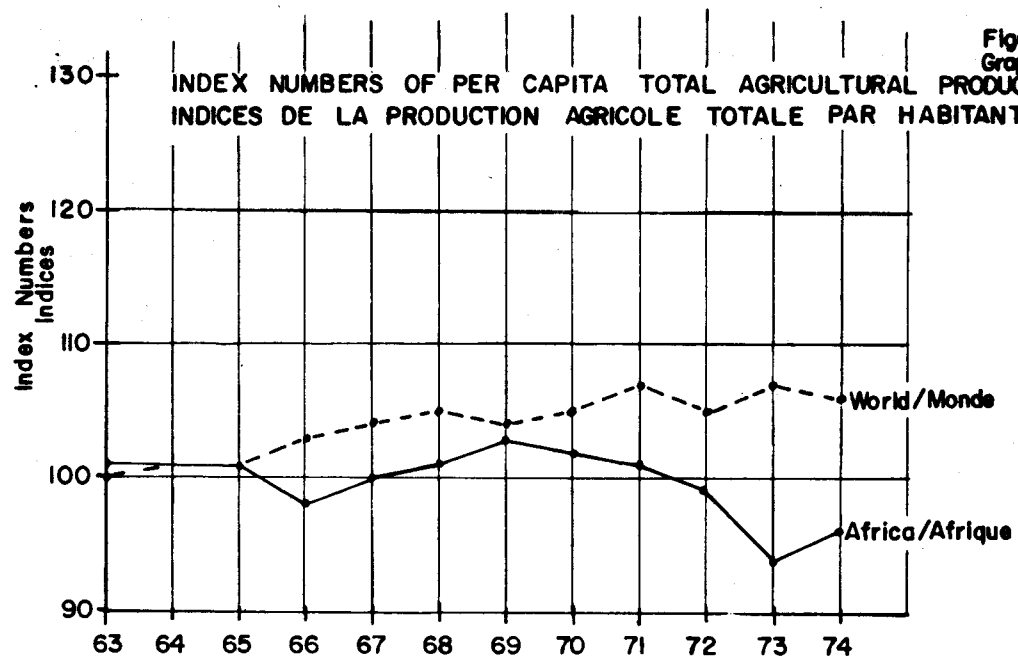
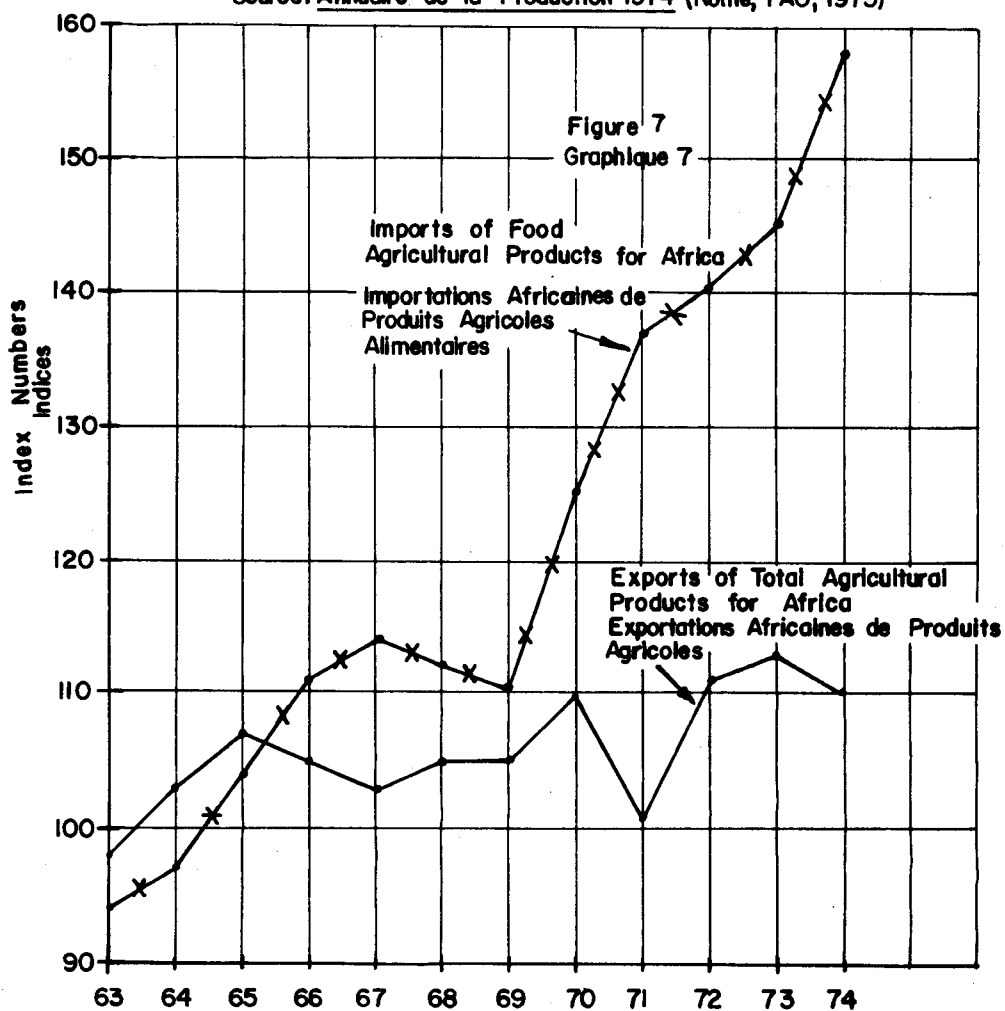


Figure 6
Graphique 6



Source: Production Year Book 1974 (Rome, FAO, 1975)

Source: Annuaire de la Production 1974 (Rome, FAO, 1975)

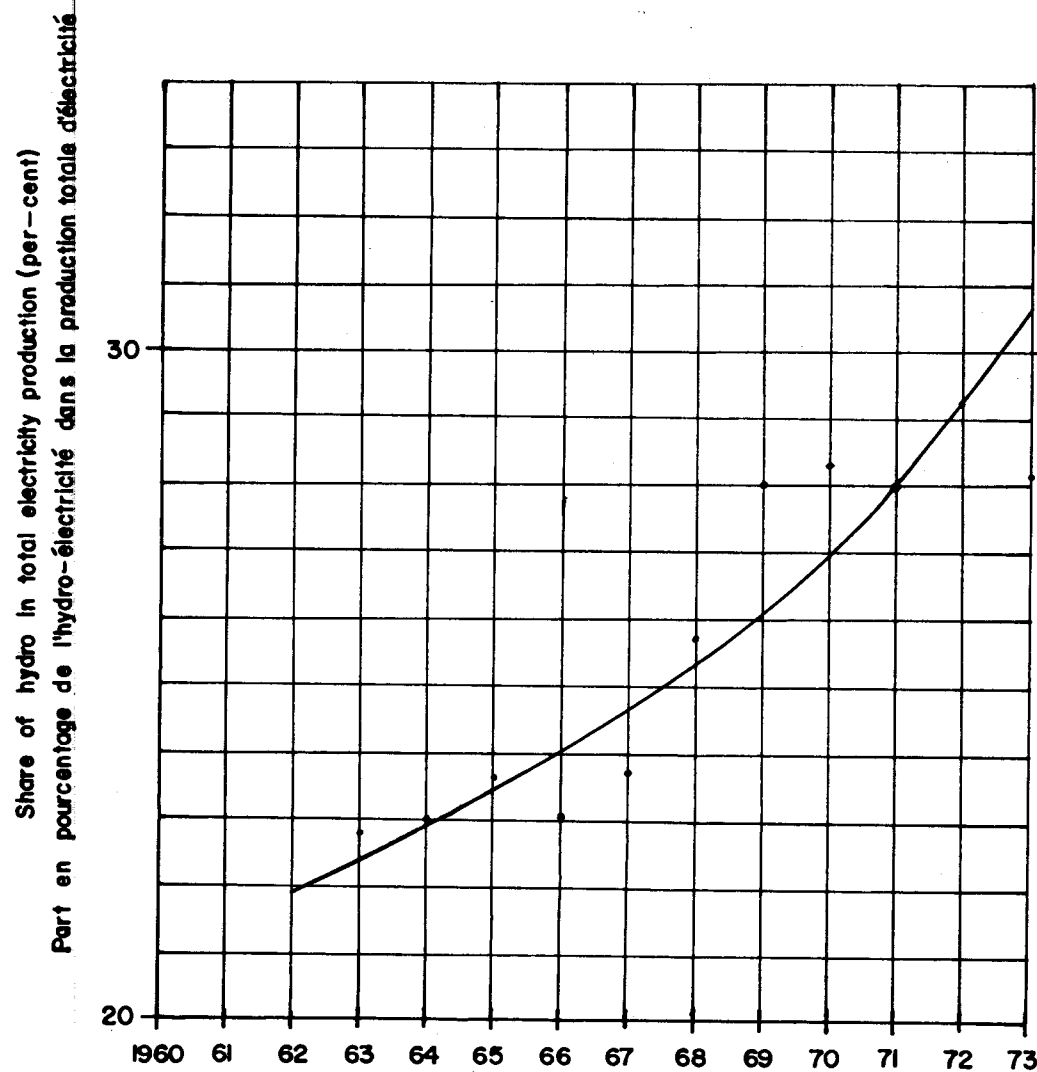


Source: Trade Year Book 1974 (Rome, FAO, 1975)

Source: Annuaire du Commerce 1974 (Rome, FAO, 1975)

Figure 8
Graphique 8

PRODUCTION OF HYDROELECTRIC ENERGY IN AFRICA
PRODUCTION D'ENERGIE HYDRO-ELECTRIQUE EN AFRIQUE



Source: "Energy resources in Africa" (E/CN.14./NRSTD/E/4)
Source: "Les ressources énergétiques de l'Afrique" (E/CN.14./NRSTD/E/4)

