

1972  
1972-1973  
1974-1975

PA. AAG-852

**COMITE INTERAFRICAIN D'ETUDES HYDRAULIQUES**

**OUAGADOUGOU  
HAUTE VOLTA**

**L'UTILISATION DES RESSOURCES EN EAU  
ET DES TERRES DES REGIONS DE SAVANE**

**VOLUME 7**

**BESOINS EN EAU**



**CIEH-USAID**

Accords de Subvention  
625 11 120 712  
698 0415  
et 629 0926

**TAMS  
ADG**

345 Park Ave.  
New York, 10022

COMITE INTERAFRICAIN D'ETUDES HYDRAULIQUES

OUAGADOUGOU  
HAUTE VOLTA

L'UTILISATION DES RESSOURCES EN EAU  
ET DES TERRES DES REGIONS DE SAVANE

VOLUME 7  
BESOINS EN EAU



CIEH-USAID

Accords de Subvention  
625-11-120-712  
698-0415  
et 629-0925

TAMS  
BDG

345 Park Ave.  
New York 10022

Le présent Volume fait partie d'une série de sept volumes qui ont été établis au titre du projet L'UTILISATION DES RESSOURCES EN EAU ET DES TERRES DES REGIONS DE SAVANE.

VOLUMES 1 - 4 : RESSOURCES DES REGIONS DE SAVANE

1 - RAPPORT

2 - DOSSIER DES CARTES

3 - ANNEXES

4 - RECOMMANDATIONS POUR DES ETUDES

VOLUME 5 : UTILISATION ACTUELLE ET PREVUE DES  
RESSOURCES EN EAU

VOLUME 6 : UTILISATION ACTUELLE DES RESSOURCES  
EN TERRE

VOLUME 7 : BESOINS EN EAU

---

TABLE DES MATIERES

VOLUME 7. BESOINS EN EAU

	<u>Page</u>
INTRODUCTION	1
<u>CHAPITRE 1. POPULATION</u>	4
1.1 Introduction	4
1.2 Consommation d'eau par habitant	5
1.3 Projections de la population	8
1.3.1 Population urbaine et population rurale	12
1.4 Besoins en eau de la population en l'an 2000	16
1.5 Investissement de capital	21
1.5.1 Approvisionnement en eau	21
1.5.2 Mise en décharge des eaux usées	21
<u>CHAPITRE 2. CHEPTEL</u>	24
2.1 Densité du cheptel	24
2.2 Besoins en eau pour le cheptel	25
2.3 Projections de l'effectif du cheptel	27
2.4 Besoins en eau en l'an 2000	31
<u>CHAPITRE 3. IRRIGATION</u>	35
3.1 Introduction	35
3.2 Besoins en eau par unité de surface (hectare)	37
3.3 Programme prévu pour le développement de l'irrigation	39
3.3.1 Bénin	39
3.3.2 Cameroun	40
3.3.3 Empire Centrafricain	40
3.3.4 Tchad	41
3.3.4.1 Les fleuves Logone et Chari	42
3.3.4.2 Le bassin du lac Tchad en tant qu'une entité	43
3.3.4.3 Eaux souterraines	44
3.3.4.4 Conclusions	45
3.3.5 Gambie	45

	<u>Page</u>
<u>CHAPITRE 3. IRRIGATION (suite)</u>	
3.3.6 Ghana	47
3.3.7 et	
3.3.8 Guinée et Guinée-Bissau	50
3.3.9 Côte-d'Ivoire	50
3.3.10 Mali	50
3.3.10.1 Projections pour l'an 2000	52
3.3.10.2 Conclusions	54
3.3.11 Mauritanie	55
3.3.11.1 Projections pour l'an 2000	56
3.3.11.2 Conclusions	57
3.3.12 Niger	58
3.3.12.1 Projections pour l'an 2000	59
3.3.12.2 Conclusions	62
3.3.13 Nigeria	63
3.3.14 Sénégal	63
3.3.14.1 Projections pour l'an 2000	64
3.3.14.2 Conclusions	66
3.3.15 Sierra Leone	67
3.3.16 Togo	67
3.3.17 Haute-Volta	67
3.3.17.1 Projections pour l'an 2000	68
3.3.17.2 Conclusions	71
3.4 Besoins en eau des régions de savane en l'an 2000	72
<u>CHAPITRE 4. INDUSTRIE</u>	74
4.1 Introduction	74
4.2 Besoins en eau en l'an 2000	75
<u>CHAPITRE 5. ENERGIE HYDRO-ELECTRIQUE</u>	77
5.1 Introduction	77
5.2 Mise en valeur hydro-électrique envisagée	81
5.2.1 Bénin	81
5.2.2 Cameroun	82

	<u>Page</u>
<u>CHAPITRE 5. ENERGIE HYDRO-ELECTRIQUE (suite)</u>	
5.2.3 Empire Centrafricain	83
5.2.4 Tchad	84
5.2.5 Gambie	85
5.2.6 Ghana	85
5.2.7 Guinée	86
5.2.8 Guinée-Bissau	87
5.2.9 Côte-d'Ivoire	87
5.2.10 Mali	88
5.2.11 Mauritanie	90
5.2.12 Niger	90
5.2.13 Nigeria	91
5.2.14 Sénégal	93
5.2.15 Sierra Leone	94
5.2.16 Togo	95
5.2.17 Haute-Volta	96
5.3 Résumé	97
<u>CHAPITRE 6. PECHE ET NAVIGATION</u>	99
6.1 Pêche	99
6.2 Navigation	104
6.2.1 Fleuve Sénégal	105
6.2.2 Fleuve Gambie	109
6.2.3 Fleuve Niger	110
6.2.4 Rivière Bénoué	112
6.2.5 Bassin du lac Tchad	113
6.2.6 Bassin de la Volta	114
<u>RESUME</u>	117
<u>REFERENCES</u>	123
<u>LISTE DES ABREVIATIONS</u>	130

## LISTE DES TABLEAUX

	<u>Page</u>
Tableau 1. Consommation d'eau journalière moyenne (1975) dans les pays du Sahel	5
2. Future consommation journalière d'eau (an 2000) dans les pays du Sahel	6
3. Consommation d'eau journalière actuelle (1975) et future (2000) en Haute-Volta	7
4. Consommation d'eau journalière actuelle (1975) et future (2000) au Tchad	7
5. Consommation d'eau journalière actuelle (1970) et future (2000) au Ghana, zone métropolitaine Accra-Tema	7
6. Estimation, pour chaque pays, du pourcentage de la population nationale dans les régions de savane	9
7. Estimation, pour chaque pays, de la population nationale dans les régions de savane - année 1975	10
8. Estimation, pour chaque pays, de la population dans les régions de savane, an 2000	11
9. Population urbaine et population rurale des régions de savane, année 1975	13
10. Villes principales, dans les régions de savane, de plus de 10.000 habitants, année 1975	14
11. Population urbaine des régions de savane, année 1975	15
12. Distribution et densité de la population rurale des régions de savane, année 1975	17
13. Population urbaine et population rurale des régions de savane, en millions d'habitants, an 2000	18
14. Besoins journaliers en eau de la population des régions de savane en l'an 2000	19
15. Besoins annuels en eau de la population des régions de savane en l'an 2000	20
16. Coût par habitant de la construction de systèmes d'adduction d'eau en Afrique	22
17. Niveau des investissements nécessaires pour assurer convenablement l'approvisionnement en eau des régions de savane en l'an 2000	23
18. Effectif du cheptel dans les pays des régions de savane, en 1969/71 selon la FAO (1978)	28

LISTE DES TABLEAUX (suite)

	<u>Page</u>
Tableau 19. Production de viande dans les pays des régions de savane, en 1969/71 et en 1977, selon la FAO (1978)	30
20. Estimation de l'effectif du cheptel dans les pays de savane, en l'an 2000	32
21. Estimation des besoins en eau, en l'an 2000, du cheptel des régions de savane	33
22. Consommation d'eau d'irrigation par unité de surface	38
23. Superficie irrigable dans la partie du Tchad des régions de savane	41
24. Estimation des besoins du Tchad en vivres alimentaires	42
25. Projets d'irrigation existant actuellement dans la partie du Ghana des régions de savane	48
26. Projets d'irrigation prévus pour être achevés avant 1981 dans la partie du Ghana des régions de savane	48
27. Projets d'irrigation à long terme dans la partie du Ghana des régions de savane	49
28. Superficies susceptibles d'être irriguées en Haute-Volta (Direction de l'Hydraulique de la Haute-Volta, 1975)	63
29. Superficies susceptibles d'être irriguées en Haute-Volta (Ministère de la Coopération française, 1975)	69
30. Estimation des besoins en eau d'irrigation dans les régions de savane, en l'an 2000	73
31. Estimation des besoins d'eau industrielle dans les régions de savane, en l'an 2000	76
32. Croissance, par habitant, du produit national brut (P.N.B.) et de la consommation d'énergie électrique de 1971 à 1976 dans les pays de savane	78
33. Situation, par pays, de l'énergie hydro-électrique dans les régions de savane	86
34. Plans d'eau intérieurs et nombre de personnes se livrant à la pêche dans les régions de savane	100
35. Besoins en eau des régions de savane en l'an 2000	119
36. Besoins annuels en eau d'irrigation exprimés en pourcentage des besoins totaux en eau, en l'an 2000	120

FIGURE

Après la page

Figure 1. Navigabilité du fleuve Niger	110
--	-----

## INTRODUCTION

Les trois premiers volumes du rapport intitulé "L'utilisation des ressources en eau et des terres des régions de savane" donnent un aperçu de la disponibilité des ressources en terre, en eau et en celles humaines dans les régions de savane de l'Afrique Occidentale et de l'Afrique Centrale. Le Volume 4 de la série dudit rapport identifie les lacunes dans les données de base existantes et qui ont trait aux travaux de planning appelés à être entrepris à l'avenir dans la mise en valeur des ressources hydrauliques. Ce même volume 4 contient d'ailleurs un ensemble de recommandations visant des études à mener afin d'éliminer les lacunes en question. Quant aux Volumes 5 et 6, toujours de la série du rapport susmentionné, ils présentent l'évaluation de la manière et de l'envergure de l'emploi fait actuellement des ressources en terre et en eau par les habitants des régions de savane.

Le présent Volume 7 examine les futurs besoins en eau dans les régions de savane. A ce propos, on a procédé à l'évaluation de ces besoins, en l'an 2000, pour la consommation humaine et celle du cheptel, ainsi que pour l'irrigation et l'utilisation industrielle. En outre, on a pris en compte les besoins en volumes d'eau nécessaires dans les rivières et les fleuves pour l'hydro-électricité, la pêche et la navigation. Ce Volume 7 est préparé en fonction des informations et de la documentation détenues à Ouagadougou au Centre de Documentation du Centre Interafricain d'Etudes Hydrauliques (C.I.E.H.). Il convient de noter qu'en raison des restrictions dans les disponibilités financières, on n'a pu accorder qu'un temps très limité et permettre des déplacements très restreints au personnel détaché au projet.

Les régions de savane comprennent 17 pays (en tout ou en partie), et les renseignements présentés ici varient considérablement du point de vue qualité et fiabilité. Les chiffres donnés pour l'ensemble des régions de savane devraient donc être interprétés avec soin.

Le présent compte rendu ainsi que du reste ceux antérieurs de cette série de rapports vise à:

1. Assister le C.I.E.H. dans les futures planifications de mise en valeur des ressources en eau;
2. Fournir une base aux autres organismes régionaux et nationaux de la savane pour leurs travaux de planning;
3. Appeler l'attention des responsables de la politique et des décisions nationales sur les potentialités de la région, sur la nécessité d'une collaboration au niveau régional pour assurer l'utilisation efficace des ressources, et sur les bénéfices évidents devant être retirés d'une pareille collaboration;
4. Aider que les organismes et pays donateurs concernés investissent directement dans des secteurs où cette assistance peut s'avérer davantage efficace.

On prévoit que dans les futures opérations de planning du C.I.E.H. la région de savane sera subdivisée en sous-régions (comme celles avec approvisionnement et demande en eau similaires) et que des recommandations et directives seront formulées pour les projets spécifiques d'aménagement des ressources en eau.

Les études ont été menées au cours de la période 1978-1979. Les sites de barrage mentionnés dans ce rapport sont indiqués en code, aux fins de rapide identification, sur la Carte 1 du Volume 5. Toutes les fois que les renseignements donnés dans le présent volume ne concordent pas avec ceux du Volume 5, les renseignements en question devront être considérés comme étant mis à jour et remplaçant ceux du Volume 5.

Les experts dont les noms suivent ont participé à l'établissement du Volume 7:

Secrétaire Général du C.I.E. H. : M. M.G. Gagara  
Directeur du projet : Dr. John Buursink  
Planificateurs des ressources : M. J.C. Henry  
en eau : M. J.O. Robertson  
: M. G.R. Williams  
Documentaliste : Mlle. E. Candelmo

On tient à adresser ici des remerciements aux spécialistes de TAMS ainsi qu'à Monsieur Barry Freeman de l'American Ag International pour leur précieuse collaboration dans l'examen des chapitres et sections du présent rapport.

## CHAPITRE I

### POPULATION

#### 1.1 Introduction

Les prévisions des besoins d'eau pour la consommation humaine dépendent, dans une large mesure, de la ligne de conduite que les pays et les gouvernements décident d'adopter. On postule que la politique générale de la Banque Mondiale en matière d'alimentation en eau reflète les objectifs de la plupart, sinon de tous les pays de savane impliqués dans la présente étude. La Banque suggère donc d'utiliser les trois principes ci-dessous énumérés qui ont été du reste appliqués avec succès dans de nombreux pays (BIRD, 1977), soit:

1. Un principe social: l'accès à l'eau potable est désirable pour tout citoyen, ce qui implique qu'un niveau minimum de service devrait au moins être fourni à chaque individu au moindre coût possible.

2. Un principe économique: Une fois les besoins minimaux satisfaits, les tarifs d'eau potable doivent refléter le coût marginal à long terme de l'approvisionnement, facilitant ainsi une répartition efficace des ressources rares entre les secteurs en empêchant l'usage abusif par le contrôle de la croissance de la demande en eau, et en permettant aux consommateurs de signaler la justification de nouveaux investissements dans le secteur (quand la demande excède la fourniture à un prix donné).

3. Un principe financier: Le secteur d'alimentation en eau en milieu urbain, doit être financièrement viable, accompagné d'exigences financières allant d'un recouvrement intégral du coût (c'est-à-dire un taux de rentabilité approprié sur les immobilisations dans les villes les plus prospères) à un recouvrement portant au moins sur les coûts d'exploitation et sur une contribution partielle aux coûts d'investissements pour les réseaux desservant les centres urbains plus pauvres.

## 1.2 Consommation d'eau par habitant

En règle générale, les besoins en eau domestique des populations dans les secteurs ruraux sont assurés par des puits publics qui fournissent en moyenne un approvisionnement d'environ 15 à 20 litres par jour et par habitant. Par contre, dans les quartiers résidentiels des agglomérations urbaines la consommation moyenne d'eau courante per capita se situe approximativement entre 100 à 150 litres par jour (Nations Unies, 1976).

Dans son rapport de l'année 1976, le Ministère de la Coopération de la République française a donné une estimation de l'actuelle consommation d'eau journalière moyenne ainsi qu'une évaluation des futurs besoins en eau dans les pays du Sahel; ces renseignements sont reproduits dans les tableaux 1 et 2. De son côté, le Comité Interafricain de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel (CILSS), dans son rapport de 1977 à la Conférence sur l'Eau tenue sous l'égide des Nations Unies à Mar del Plata, indique des chiffres légèrement plus faibles pour la consommation actuelle d'eau (Cf. Tableau 1), tout en par ailleurs retenant, pour les futurs besoins, les mêmes données que la Coopération française (Voir Tableau 2).

Tableau 1. Consommation d'eau journalière moyenne (1975) dans les pays du Sahel (litres/habitant)

Population	Ministère de la Coop., France (1976)	CILSS (1977)
Secteurs ruraux	40 - 50 <sup>(1)</sup>	30
Petites villes (5.000 à 100.000 habitants)	70 - 100	40 - 50
Grandes villes (plus de 100.000 habitants)	150 - 200 <sup>(2)</sup>	150 - 200

- (1) Y compris vraisemblablement la consommation par le cheptel animal  
 (2) Ces chiffres prennent en compte:

	<u>Litres</u>
La consommation domestique	120
L'arrosage de jardins appartenant à des particuliers	50
L'arrosage de jardins publics	7
Les usages commerciaux	2
La climatisation	11
L'artisanat et les petites industries	<u>10</u>
	200

Tableau 2. Future consommation journalière d'eau (an 2000) dans les pays du Sahel (litres/habitant) (CILSS, 1977)

Population	Consommation moyenne	Demande de pointe
Secteurs ruraux	55	80
Petites villes	110	150
Grandes villes	250	300

Les chiffres indiqués dans le Tableau 2 sont utilisés dans le présent rapport comme base du calcul des besoins en eau de la population des régions de savane en l'an 2000.

Les projections de l'accroissement de la consommation d'eau vers l'an 2000 sont modestes vu qu'elles vont de 20 pour cent dans les secteurs ruraux à 40 pour cent dans les grandes villes. Cette augmentation généralement modérée semble d'ailleurs se justifier en fonction des renseignements donnés pour certains pays dans les Tableaux 3, 4 et 5. On a envisagé une augmentation d'eau plus élevée afin de prendre en compte la demande de pointe vers la fin de la saison sèche. On a considéré que cette pointe se situerait dans une période de 65 jours comprise entre les mois d'avril, mai, juin, dépendant de la latitude.

A titre de comparaison, on a reproduit dans le Tableau 3 les données de la consommation d'eau en Haute-Volta (Direction de l'Hydraulique, Haute-Volta, 1976), dans le Tableau 4 celles du Tchad (Bureau de l'Eau, Tchad, 1976) et dans le Tableau 5 celles intéressant le Ghana (Tahal, 1965).

Tableau 3. Consommation d'eau journalière actuelle (1975) et future (2000) en Haute-Volta (litres/habitant)

Population	Consommation actuelle moyenne	Demande future moyenne
Secteurs ruraux	5	25
Petites villes	15	40
Grandes villes	25	150

Tableau 4. Consommation d'eau journalière actuelle (1975) et future (2000) au Tchad (litres/habitant)

Population	Consommation actuelle moyenne	Demande future moyenne
Secteurs ruraux		80*
Centres urbains	40	160

\*y compris vraisemblablement la consommation par le cheptel

Tableau 5. Consommation d'eau journalière actuelle (1970) et future (2000) au Ghana, Zone métropolitaine Accra-Tema (litres/habitant)

	Consommation actuelle			Demande future		
	Minimum	Moyenne	Maximum	Minimum	Moyenne	Max.
Zone métropolitaine Accra-Tema	79	87	96	151	189	227

Les régions de savane sont constituées de tout ou partie de territoires dépendant de dix-sept pays. Le Tableau 6, colonne 2, indique, pour chaque pays, le pourcentage du territoire national situé dans les régions de savane, tel qu'il en ressort du mesurage effectué sur des cartes au 1:2,5 millionièmes de ces régions. (Dans le chapitre 1 du Volume 1 de la série de rapports sur le projet, on trouvera un exposé traitant en détail de l'étendue géographique et des subdivisions desdites régions.) La colonne 3 du même Tableau 6 susvisé estime, pour chaque pays, le pourcentage de sa population totale se trouvant dans les régions de savane. Dans le but d'évaluer l'ensemble démographique de la savane, on a postulé qu'environ 85 pourcent des habitants des pays sahéliens, de la Mauritanie au Tchad, se trouvaient dans la savane. Par contre, s'agissant des pays côtiers, Côte-d'Ivoire, Ghana et Nigeria, où la densité démographique accuse des taux plus élevés dans les zones côtières de forêt que dans celles de la savane, on a, pour définir le pourcentage de population desdits pays vivant dans la savane, pris en compte une proportion moindre d'habitants par rapport à celle du territoire national. Cette estimation a été confirmée au moyen des évaluations détaillées des cartes démographiques de chaque pays.

La population des régions de savane en 1975 a été ensuite calculée en fonction des informations portées au Tableau 7-1 du Volume 1 de la série de rapports sur le projet. Les résultats de ces calculs sont reproduits dans le Tableau 7 ci-après.

Dans ce même ordre d'idées, on a établi l'estimation de la population de la savane en l'an 2000, en se fondant sur les données fournies pour les pays de la savane dans le Tableau 7-1 déjà mentionné ci-dessus. On a admis que le pourcentage d'habitants vivant actuellement dans la savane était le même qu'en 1975 (Cf. colonne 3 du Tableau 6). Quant à l'estimation de la population dans les régions de savane en l'an 2000, elle est indiquée dans le Tableau 8.

Tableau 6. Estimation, pour chaque pays, du pourcentage de la population nationale dans les régions de savane

Pays	Pourcentage du territoire national faisant partie des régions de savane	Pourcentage de la population dans les régions de savane
Bénin	94,5	94,5
Cameroun	53,6	45
Empire Centrafricain	97,7	97,7
Tchad	43,6	85
Gambie	100,0	100
Chana	71,5	45
Guinée	95,0	95
Guinée-Bissau	100,0	100
Côte-d'Ivoire	54,3	45
Mali	43,7	85
Mauritanie	17,3	85
Niger	27,6	85
Nigeria	84,4	70
Sénégal	100,0	100
Sierra Leone	38,4	38,4
Togo	100,0	100
Haute-Volta	100,0	100

Tableau 7. Estimation, pour chaque pays, de la population nationale dans les régions de savane - année 1975

Pays	Total de la population nationale ( $10^6$ habitants)	Total de la population dans les régions de savane ( $10^6$ habitants)
Bénin	3,1	2,9
Cameroun	6,4	2,9
Empire Centrafricain	1,7	1,6
Tchad	4,1	3,5
Gambie	0,5	0,5
Ghana	9,9	4,5
Guinée	4,4	4,2
Guinée-Bissau	0,5	0,5
Côte-d'Ivoire	5,4	2,5
Mali	5,7	4,9
Mauritanie	1,3	1,1
Niger	4,5	3,8
Nigeria	63,0	44,1
Sénégal	4,4	4,4
Sierra Leone	3,0	1,2
Togo	2,2	2,2
Haute-Volta	6,0	6,0
Total	126	91

Tableau 8. Estimation, pour chaque pays, de la population dans les régions de savane, an 2000

Pays	Prévision du total de la population nationale (10 <sup>6</sup> habitants)	Prévision de la population totale dans les régions de savane (10 <sup>6</sup> habitants)
Bénin	5,9	5,6
Cameroun	11,6	5,2
Empire Centrafricain	3,4	3,3
Tchad	6,9	5,5
Gambie	0,8	0,9
Ghana	21,1	9,5
Guinée	8,5	8,1
Guinée-Bissau	0,8	0,8
Côte-d'Ivoire	9,6	4,3
Mali	11,2	9,6
Mauritanie	2,3	2,0
Niger	9,5	8,2
Nigeria	134,9	94,4
Sénégal	8,2	8,2
Sierra Leone	5,7	2,2
Togo	4,6	4,6
Haute-Volta	11,0	11,0
	256	183

### 1.3.1 Population urbaine et population rurale

Comme précisé au Chapitre 7 du Volume 1 auquel il est fait référence plus haut, la grande majorité de la population des régions de savane vit dans les campagnes; seulement 18 pour cent en moyenne sont considérés comme des citadins. Les définitions, du point de vue recensement, des terminologies "population urbaine" et "population rurale" variant grandement avec les pays, les terminologies en question sont prises ici dans le sens où l'entend chaque pays concerné. Le Tableau 9 donne la ventilation de l'ensemble de la population en décomposant les chiffres de celle-ci en population urbaine et population rurale. Le total de la population correspond à celui calculé dans le Tableau 7, tandis que le pourcentage de population urbaine est pris du Tableau 7-1 du Volume 1 plusieurs fois cité plus haut.

La carte No. 7 du Volume 2 de la série de rapports du projet précise les noms, situation et taille de toutes les agglomérations urbaines des régions de savane comptant plus de 100.000 habitants. Il est évident que la détermination de l'estimation de la consommation d'eau implique qu'il faille établir la distinction entre les grandes villes et les petites. Les régions de savane contiennent 37 grandes villes (plus de 100.000 habitants) dont la majorité située au Nigeria. Dans le Tableau 10, on trouvera la liste des 20 plus importantes de ces villes, avec le chiffre de leur population actuelle (Afrique et Moyen-Orient, 1976). Un total estimé d'environ 8 millions de gens vivent dans les grandes villes, alors que le reste des 113 villes plus petites abritent elles aussi quelque 8 millions d'habitants ou une moyenne de 70.000 habitants par ville (Ediafric, 1975, Côte-d'Ivoire 1976).

Presque la moitié de la population urbaine se trouve concentrée dans des agglomérations de 100.000 habitants, ou davantage. Cette proportion relativement élevée caractérise la répartition spatiale de la population urbaine de l'Afrique Tropicale (Altschul, 1976; Caldwell, 1968). Le Tableau 11 donne une idée du chiffre de la population rurale de chacun des pays formant les régions de savane.

En ce qui concerne les secteurs ruraux, on en a établi la fréquence

Tableau 9. Population urbaine et population rurale  
des régions de savane, année 1975

Pays	Total de la population dans les régions de savane (10 <sup>6</sup> habitants)	Pourcentage de la population urbaine	Total de la population urbaine (10 <sup>6</sup> habitants)	Total de la population rurale (10 <sup>6</sup> habitants)
Bénin	2,9	15,5	0,5	2,4
Cameroun	2,9	21,9	0,6	2,3
Empire Centrafricain	1,6	31,5	0,5	0,9
Tchad	3,5	13,0	0,5	3,0
Gambie	0,5	13,6	0,1	0,4
Ghana	4,5	30,7	1,4	3,1
Guinée	4,2	24,2	1,1	3,1
Guinée-Bissau	0,5	21,5	0,1	0,4
Côte-d'Ivoire	2,5	24,0	0,6	1,9
Mali	4,9	12,7	0,6	4,4
Mauritanie	1,1	10,5	0,1	1,0
Niger	3,8	8,7	0,3	3,5
Nigeria	44,1	17,0	7,5	36,6
Sénégal	4,4	29,1	1,3	3,1
Sierra Leone	1,2	14,0	0,2	1,0
Togo	2,2	14,2	0,3	1,9
Haute Volta	6,0	7,6	0,5	5,5
	91		16	75

Tableau 10. Villes principales, dans les régions de savane, de plus de 10.000 habitants, année 1975

Pays	Nombre de villes de plus de 100.000 habitants	Villes principales de plus de 100.000 habitants	Population actuelle (habitants)
Bénin	2	Cotonou Porto-Novo	175.000 100.000
Empire Centrafricain	1	Bangui	350.000
Tchad	1	N'djamena	190.000
Guinée	1	Conakry	300.000
Guinée-Bissau	1	Bissau	120.000
Côte-d'Ivoire	1	Bouaké	173.000
Mali	1	Bamako	300.000
Niger	1	Niamey	122.000
Nigeria	5 + 17	Ibadan Kano Ilorin Kaduna Maiduguri 17 - approx. 150.000 chacune	1.300.000 700.000 252.000 181.000 169.000 2.550.000
Sénégal	3	Dakar Kaolack Thiès	650.000 100.000 100.000
Togo	1	Lomé	200.000
Haute-Volta	2	Ouagadougou Bobo-Dioulasso	150.000 110.000
Total	20 + 17		est. 8 millions

Tableau 11. Population urbaine des régions de savane, année 1975

Pays	Total de la population urbaine (10 <sup>6</sup> habitants)	Population urbaine Petites villes		Population urbaine Grandes villes	
		Nombre de villes	Nombre d'habitants	Nombre de villes	Nombre d'habitants
Bénin	0,5	5	225.000	2	275.000
Cameroun	0,6	7	400.000	0	-
Empire Centrafricain	0,5	6	150.000	1	350.000
Tchad	0,5	10	310.000	1	190.000
Gambie	0,1	1	60.000	0	-
Ghana	1,4	5(?)	1.100.000	0	-
Guinée	1,1	16	800.000	1	300.000
Guinée-Bissau	0,1	-	-	1	120.000
Côte-d'Ivoire	0,6	7	427.000	1	173.000
Mali	0,6	12	300.000	1	300.000
Mauritanie	0,1	3	100.000	0	-
Niger	0,3	5	178.000	1	122.000
Nigeria	7,5	18(?)	2.348.000	22	5 152.000
Sénégal	1,3	6	450.000	3	850.000
Sierra Leone	0,2	?	200.000	0	-
Togo	0,3	7	100.000	1	200.000
Haute-Volta	0,5	5	240.000	2	260.000
Total	16	113	± 8 millions	37	± 8 millions

de distribution et la densité démographique en fonction des renseignements pris de la carte No. 7 du Volume 2 de la série de rapports sur le projet. Les résultats de ces travaux sont indiqués sur le Tableau 12 qui montre qu'environ la moitié de la population rurale occupe les trois quarts de la superficie totale, avec une densité de 2 à 20 habitants par kilomètre carré.

Sur la base d'un taux prévu de croissance moyen de 2,8 pour cent annuellement du chiffre global de la population, les projections démographiques pour l'an 2.000 se chiffrent à 183 millions d'habitants (cf. Tableau 8). Déjà, dans le domaine de la démographie urbaine, on enregistre des taux élevés et croissants allant de 5 à 7 pour cent par an, et certaines villes de plus de 100.000 habitants accusent des taux d'augmentation dépassant 8 pour cent annuellement (Altschul, 1976).

C'est en adoptant, pour les fins de la présente étude, un taux d'accroissement démographique plutôt conservateur de 2,8% de l'ensemble de la population (voir Tableau 8), soit 6% pour la population urbaine et 7% pour des villes de plus de 100.000 habitants, que l'on est arrivé à l'estimation, par pays, de la population rurale et de la population urbaine en l'an 2,000. Ces projections, par pays, sont l'objet du Tableau 13 plus loin.

#### 1.4 Besoins en eau de la population en l'an 2000

Les Tableaux 2 et 13 servent de base en vue de la détermination des projections des besoins journaliers en eau des populations de savane en l'an 2000. Le Tableau 14 donne précisément ces besoins par pays tant pour la population rurale que pour la population urbaine, cette dernière étant de plus répartie en population de petites villes et population de grandes villes. Tout en faisant le départ entre le nombre de jours avec besoins journaliers moyens (300 jours) et le nombre de jours avec pointe journalière (65 jours), le Tableau 15 indique les besoins annuels en eau par pays, respectivement pour la population rurale et pour la population urbaine, et il précise également les besoins totaux en eau pour l'an 2000.

Tableau 12. Distribution et densité de la population rurale des régions de savane, année 1975

Densité démographique (Nombre habitants/km <sup>2</sup> )	Superficie		Estimation de la population rurale	
	(km <sup>2</sup> )	Pourcentage	Nombre d'habitants(10 <sup>6</sup> )	Pourcentage
0 - 2	620.000	14	1	1
2 - 10	2.250.000	50	18	24
10 - 20	1.000.000	22	19	25
20 - 30	400.000	9	13	17
30 - 50	90.000	2	4	5
50 - 100	60.000	1	5	7
plus de 100	80.000	2	15	20
Total	4.500.000	100	75	100

Tableau 13. Population urbaine et population rurale des régions de savane,  
en millions d'habitants, an 2000

Pays	Total de la population dans les régions de savane	Population rurale	Population urbaine	Petites villes de moins de 100.000 habitants	Grandes villes de plus de 100.000 habitants
Bénin	5,6	3,5	2,1	0,6	1,5
Cameroun	5,2	2,6	2,6	2,6	-
Empire Centrafricain	3,3	1,2	2,1	0,2	1,9
Tchad	5,5	3,4	2,1	1,1	1,0
Gambie	0,9	0,5	0,4	0,4	-
Ghana	9,5	3,5	6,0	6,0	-
Guinée	8,1	3,4	4,7	3,1	1,6
Guinée-Bissau	0,8	0,5	0,3	-	0,3
Côte-d'Ivoire	4,3	1,7	2,6	1,7	0,9
Mali	9,6	7,0	2,6	1,0	1,6
Mauritanie	2,0	1,6	0,4	0,4	-
Niger	8,2	6,9	1,3	0,7	0,6
Nigeria	94,4	62,2	32,2	4,3	27,9
Sénégal	8,2	2,6	5,6	1,0	4,6
Sierra Leone	2,2	1,4	0,8	0,8	-
Togo	4,6	3,3	1,3	0,2	1,1
Haute-Volta	11,0	8,9	2,1	0,7	1,4
Total	183	114	69	25	44

Tableau 14. Besoins journaliers en eau de la population des régions de savane en l'an 2000  
(milliers m<sup>3</sup>/jour)

Pays	Secteurs ruraux		Centres urbains			
	Moyenne journalière	Pointe journalière	Petites villes		Grandes villes	
			Moyenne journalière	Pointe journalière	Moyenne journalière	Pointe journalière
Bénin	192	280	66	90	375	450
Cameroun	143	208	286	390	-	-
Empire Centrafricain	66	96	22	30	475	570
Tchad	187	272	121	165	250	300
Gambie	27	40	44	60	-	-
Ghana	192	280	660	900	-	-
Guinée	187	272	341	465	400	480
Guinée-Bissau	27	40	-	-	75	90
Côte-d'Ivoire	93	136	187	255	225	270
Mali	385	560	110	150	400	480
Mauritanie	88	128	44	60	-	-
Niger	379	552	77	105	150	180
Nigeria	3.421	4.976	473	645	6.975	8.370
Sénégal	143	208	110	150	1.150	1.380
Sierra Leone	77	112	88	120	-	-
Togo	181	264	44	30	275	330
Haute-Volta	489	712	77	105	350	420
TOTAL	6.277	9.136	2.750	3.720	11.100	13.320

Tableau 15. Besoins annuels en eau de la population des régions de savane en l'an 2000  
(millions de m<sup>3</sup>/an)

Pays	Secteurs ruraux		Petites villes		Grandes villes		Total pour l'an 2000
	300 jours avec besoins journaliers moyens	65 jours avec pointe journalière	300 jours avec besoins journaliers moyens	65 jours avec pointe journalière	300 jours avec besoins journaliers moyens	65 jours avec pointe journalière	365 jours
Bénin	58	18	20	6	113	29	244
Cameroun	43	14	86	25	-	-	168
Empire Centrafricain	20	6	7	2	143	37	215
Tchad	56	18	36	11	75	20	216
Gambie	8	3	13	4	-	-	28
Ghana	58	18	198	59	-	-	333
Guinée	56	18	102	30	120	31	357
Guinée-Bissau	8	3	-	-	23	6	40
Côte-d'Ivoire	28	9	56	17	68	18	195
Mali	115	36	33	10	120	31	345
Mauritanie	26	8	13	4	-	-	51
Niger	114	36	23	7	45	12	237
Nigeria	1.026	323	142	42	2.093	544	4.170
Sénégal	43	14	33	10	345	90	535
Sierra Leone	23	7	27	8	-	-	65
Togo	54	17	13	2	83	21	190
Haute-Volta	147	46	23	7	105	27	355
TOTAL	1.883	594	825	244	3.333	866	7.745

## 1.5 Investissement de capital

### 1.5.1 Approvisionnement en eau

En Afrique, un certain nombre de contraintes entravent les progrès dans le domaine de l'approvisionnement en eau des communautés, notamment et selon l'ordre de priorité (Nations Unies, 1976):

1. L'insuffisance de financement intérieur
2. La déficience de financement étranger
3. Le manque de cadres qualifiés
4. L'insuffisance de matériaux produits localement
5. Une structure administrative inadéquate
6. Un régime financier imparfait
7. Un système juridique inadéquat ou désuet

La Deuxième Décennie des Nations Unies pour le Développement (1971 - 1980) visait à assurer l'alimentation en eau potable vers 1980 de 80 pour cent de la population urbaine et de 35 pour cent de la population rurale du continent africain. On présume ici qu'en l'an 2000, 100 pour cent de la population auront un accès raisonnable à l'eau potable. L'accès raisonnable s'entend de la disponibilité, dans les centres urbains, d'une fontaine publique située à une distance maximale de 200 mètres, et dans les centres ruraux d'une source d'eau suffisamment proche n'obligeant pas les membres de la famille à passer une partie disproportionnée de la journée à aller chercher cette eau. L'acception d'eau potable comprend l'eau de surface traitée, ou bien celle non traitée mais cependant non contaminée (OMS, 1973). On postule également que dans les villes 65 pour cent de la population seront desservis par eau courante à domicile et 35 pour cent par fontaines publiques. De plus, on considère que les canalisations et réservoirs existant actuellement devront être renouvelés vers l'an 2000.

Dans le but d'établir l'estimation du coût d'implantation des systèmes d'adduction d'eau dans les régions de savane, on a utilisé les données de 1970 pour les coûts unitaires fournis par l'OMS (1973). Ces estimations ont été ajustés dans le sens croissant au taux d'inflation annuel de 14,5 pour cent, pour la période 1970-75, afin de déterminer les coûts unitaires de 1975. Les coûts unitaires montrés sur le Tableau 16 représentent des coûts moyens, et ces coûts

au sein d'un même pays ainsi qu'entre pays varient grandement. Pour exemple, le coût par habitant de l'eau courante à domicile en Mauritanie a été estimé à 300 dollars U.S. en 1970.

Tableau 16. Coût par habitant de la construction de systèmes d'adduction d'eau en Afrique (OMS, 1973)

	Dollars U.S. 1970	Dollars U.S. 1975
Centres urbains		
Eau courante à domicile	53	101
Fontaines publiques	28	53
Secteurs ruraux	20	38

Compte tenu des renseignements sur la population contenus dans le Tableau 13 et de ceux indiqués pour les coûts dans le Tableau 16, on a évalué, par pays, le coût des investissements nécessaires pour assurer l'approvisionnement en eau aux populations de la savane vers l'an 2000 (cf. Tableau 17).

#### 1.5.2 Mise en décharge des eaux usées

Concurremment avec l'approvisionnement des besoins en approvisionnement d'eau se manifestera logiquement la nécessité de mettre en décharge les eaux usées. Les coûts à cet effet dans l'an 2000 s'élèvent à approximativement 0,3 à 0,5 fois ceux donnés dans le Tableau 17 pour l'approvisionnement en eau. Sur la base des taux du dollar en 1975, il faut donc prévoir un investissement supplémentaire se situant entre 3.000 à 5.000 millions de dollars U.S.

Tableau 17. Niveau des investissements nécessaires pour assurer convenablement l'approvisionnement en eau des régions de savane en l'an 2000 (en millions de dollars U.S. de 1975)

Pays	Centres urbains		Secteurs ruraux	Total
	Eau courante à domicile	Fontaines publiques		
Bénin	138	39	133	310
Cameroun	171	48	99	318
Empire Centrafricain	138	39	46	223
Tchad	138	39	129	306
Gambie	26	7	19	52
Ghana	393	111	133	637
Guinée	309	87	129	525
Guinée-Bissau	20	6	19	45
Côte-d'Ivoire	171	48	65	284
Mali	171	48	266	485
Mauritanie	26	7	61	94
Niger	85	24	262	371
Nigeria	2.114	597	2.363	5.074
Sénégal	368	104	99	571
Sierra Leone	53	15	53	121
Togo	85	24	125	234
Haute-Volta	138	39	338	515
Total	4.544	1.282	4.339	10.165

## CHAPITRE 2

### CHEPTEL

#### 2.1 Densité du cheptel

En général, les régions de savane de l'Afrique Occidentale et de l'Afrique Centrale sont des zones de haute production fourragère et sont convenablement utilisées par différentes catégories de bétail dont notamment les bovins, les ovins et les caprins. La population animale varie par secteur et par catégorie de bétail. La densité bovine dans les régions de savane se situe généralement entre 5 et 15 unités animales<sup>(1)</sup> par kilomètre carré. Des concentrations bovines de plus de 15 unités animales par kilomètre carré se produisent dans la région Gambie/Casamance, dans la partie centrale du Mali (région de Mopti), dans le nord du Nigeria, et dans le secteur des collines d'Adamaoua au Cameroun (Davies, 1973). Les taux de densité des ovins et des caprins vont généralement de 5 à 20 têtes par kilomètre carré dans les régions de savane, mais ils dépassent 30 têtes au kilomètre carré au Nigeria (SEDES, 1975).

L'approvisionnement en eau affecte la densité du cheptel de deux façons, directement s'agissant de l'eau potable et indirectement dans ses incidences sur la production fourragère. Comme il faudrait s'y attendre, la densité du bétail est quelque peu moindre vers le milieu désertique au nord, en raison de la diminution de la production fourragère et de la moindre fiabilité de la disponibilité d'une alimentation permanente en eau. D'autres contraintes naturelles affectent également les densités animales. C'est ainsi que vers le sud de la savane, les secteurs avec davantage de caractéristiques

---

(1) L'unité animale s'entendant d'une vache adulte ou de son équivalence.

forestières favorisent la présence de diverses espèces de mouche tsé-tsé qui transmettent au bétail la maladie débilitante de la trypanosomiase.

S'agissant des détails relatifs aux taux de concentration et à la production animales dans les pays de la savane (à l'exception de la Guinée et de la Guinée-Bissau) on voudra bien se reporter au recueil statistique publié par SEDES en 1975 (Recueil statistique de la production animale, Ministère de la Coopération, Paris, France).

## 2.2 Besoins en eau pour le cheptel

Le grand problème auquel les éleveurs ont à faire face dans les régions de savane consiste à obtenir un approvisionnement d'eau sûr et de bonne qualité pour leur bétail. Bien que la quantité et la qualité du fourrage soient importantes pour assurer le succès de la production animale, la disponibilité de l'eau demeure, par-dessus tout, le facteur le plus limitant. L'importance de l'eau dans le bien-être de l'élevage animal ne saurait être minimisée. L'eau est le plus vital des éléments du corps, et elle est nécessaire en suffisantes quantités pour l'exécution de processus essentiels de la vie comme l'absorption des substances nutritives, la digestion, l'élimination des déchets, et la régularisation de la température du corps. Bien qu'il ne faille pas ignorer la qualité de l'eau, la majorité des problèmes d'eau sont cependant liés à l'insuffisance de l'eau plutôt qu'à sa qualité. Les animaux d'élevage préfèrent l'eau limpide et claire, mais ils se feront bien à presque n'importe quel approvisionnement en eau. Il conviendrait toutefois de s'efforcer d'alimenter le bétail en une eau qui soit aussi propre que possible.

La répartition des points d'eau dans les limites des régions traditionnelles de pâturage pour le bétail utilisant les régions de savane s'avère d'une grande importance. Plus longue est la distance que les animaux sont obligés

de parcourir pour satisfaire leur besoin en eau, moins il reste d'énergie corporelle pour la production du lait et de la viande. Lorsque de grandes distances séparent les points d'eau, le bétail s'abreuvera moins souvent, piétinera et abusera des pâturages situés dans les environs de ces points d'eau.

Les besoins en eau du cheptel peuvent varier selon la taille moyenne des animaux locaux et les conditions du milieu (y compris le climat) sous lesquelles on les fait paître. Par ailleurs, la quantité d'eau absorbée dépendra de la quantité et de la qualité du fourrage du moment. C'est ainsi que pendant la saison de croissance où les animaux utilisent des fourrages verts et pleins de sève, les besoins en eau sont considérablement réduits en raison même de la teneur en eau de ces fourrages. Par contre, durant la saison sèche où les fourrages consommés sont mûrs et secs, la quantité d'eau journalière absorbée par les animaux d'élevage augmente considérablement.

Les rations d'eau par tête de bétail, telles qu'estimées dans le passé dans plusieurs pays de l'Afrique, reflètent de grandes différences qui peuvent avoir été influencées par la saison. Par exemple:

- On a généralement admis que les besoins journaliers d'eau des bovins étaient de 30 litres par jour, tandis que les ovins et les caprins exigent 5 litres par jour (France, Ministère de la Coopération);
- S'agissant de la Haute-Volta, les estimations de l'actuelle consommation d'eau du bétail en pâturage ont été aussi faibles que 20 litres par jour pour les bovins et de 3 litres également par jour pour les ovins et les caprins (Fernandez Bustos, 1975; et Direction de l'Hydraulique, Haute-Volta, 1976);

- Pour le Sénégal, la demande journalière d'eau est évaluée à 40 litres par jour pour les bovins et 4 litres par jour pour les ovins et les caprins (République du Sénégal, 1977).

Pour les fins de la présente étude, la quantité d'eau consommé par le bétail est prise en fonction des besoins journaliers en eau ci-dessous indiqués pour les animaux d'élevage:

	<u>Quantité d'eau nécessaire par jour (en litres)</u>
Bovins	40
Ovins	4
Caprins	4

Ces moyennes de besoins journaliers en eau correspondent à celles internationalement acceptées pour le gros bétail (Morrison, 1949 et LeViness, 1972). Par conséquent, pour établir les besoins annuels en eau, le nombre de bovins est multiplié par un coefficient journalier de 40 litres lui-même multiplié par 365 jours, et le nombre d'ovins et de caprins est multiplié par un coefficient journalier de 4 litres lui-même multiplié par 365 jours.

### 2.3 Projections de l'effectif du cheptel

La population animale dans les régions de savane s'élève actuellement à environ 36 millions de bovins et à à peu près 82 millions de têtes d'ovins et de caprins. Le Tableau 18 donne la ventilation de ces chiffres par pays. On n'a pourtant pas estimé séparément le nombre de têtes des différentes catégories de bétail rencontrées en fait dans la partie zone de savane de chaque pays.

Tableau 18. Effectif du cheptel dans les pays des régions de savane, en 1969/71,  
selon la FAO (1978)  
(en milliers de têtes)

Pays	Bovins		Ovins		Caprias	
	1969/71	1977	1969/71	1977	1969/71	1977
Bénin	552	833	551	886	578	858
Cameroun	2.308	2.917	2.000	2.100	1.500	1.553
Empire Centrafricain	503	620	64	77	522	577
Tchad	4.563	3.716	2.350	2.448	2.350	2.448
Gambie	247	290	85	95	91	92
Ghana	885	850	1.317	1.500	1.398	1.800
Guinée	1.300	1.600	323	420	342	385
Guinée-Bissau	243	260	64	71	174	181
Côte-d'Ivoire	408	650	833	1.050	833	1.100
Mali	5.400	4.076	5.700	4.437	5.483	4.057
Mauritanie	2.367	1.400	4.427	4.700	3.423	3.100
Niger	4.168	2.900	2.632	2.560	6.102	6.200
Nigeria	11.183	11.500	8.083	8.100	23.367	23.600
Sénégal	2.557	2.440	1.533	1.760	1.067	895
Sierra Leone	240	318	55	70	156	185
Togo	187	240	596	775	501	645
Haute-Volta	2.556	1.900	1.657	1.300	2.485	2.377
Total	39.667	36.510	32.270	32.349	50.372	50.053

Tous les pays côtiers de la savane, la Sierra Leone, la Côte-d'Ivoire, le Ghana, le Togo, le Bénin, le Nigeria et le Cameroun, ainsi que l'Empire Centrafricain, ont enregistré un déficit de viande en 1970 (SEDES, 1975). A la même époque, avant la sécheresse, la production de viande dans des pays sahéliens tels que la Mauritanie, le Mali, la Haute-Volta, le Niger, et le Tchad, a dépassé la demande nationale, et, parmi les pays du Sahel, un déficit de viande n'a été enregistré qu'au Sénégal. Comme il fallait s'y attendre, l'exportation de la viande s'est faite essentiellement du Sahel vers les pays côtiers (CILSS/FAO, 1976). La production de viande, par pays, en 1969/71 et en 1977 est montrée sur le Tableau 19.

Les estimations de la demande de viande en 1990 indiqueraient que la production de viande dans les pays sahéliens aurait à doubler ou à tripler pour satisfaire les besoins nationaux dans les pays sahéliens et côtiers de l'Afrique Occidentale et de l'Afrique Centrale (CILSS/FAO, Club des Amis du Sahel, 1976). Dans le but d'atteindre ces objectifs, il faudrait que les pays producteurs de viande augmentent la production du boeuf de 6,9 pour cent par an et celle du mouton et de la chèvre de 5 pour cent par an entre 1975 et 1990. Un tel accroissement attendu dans la production de la viande s'avère impossible sans une augmentation sensible dans l'effectif du cheptel et/ou une dramatique amélioration dans la gestion du bétail.

Il est peu probable que dans les pays sahéliens l'ensemble de la population animale puisse excéder l'effectif ayant existé avant 1970 (CILSS/FAO, Club des Amis du Sahel, 1976). Par conséquent, la seule façon pour cette région de pouvoir répondre à l'accroissement de la demande pour la viande est d'utiliser le même nombre d'animaux mais en appliquant des méthodes plus efficaces de gestion des pâturages et en adoptant des modifications spectaculaires dans les modes traditionnelles de commercialisation selon lesquelles un très faible pourcentage du chiffre total d'animaux est vendu chaque année.

Tableau 19. Production de viande dans les pays des régions de savane,  
 en 1969/71 et en 1977, selon la FAO (1978)  
 (en milliers de tonnes métriques)

Pays	<u>Boeuf et Veau</u>		<u>Mouton</u>		<u>Viande de chèvre</u>	
	1969/71	1977	1969/71	1977	1969/71	1977
Bénin	8	10	2	3	2	3
Cameroun	35	46	9	10	6	6
Empire Centrafricain	16	21	-	1	1	1
Tchad	31	28	7	9	6	7
Gambie	3	4				1
Ghana	21	15	4	4	4	5
Guinée	10	11	1	1	1	1
Guinée-Bissau	3	3				1
Côte-d'Ivoire	39	44	4	5	5	6
Mali	38	32	18	18	15	12
Mauritanie	15	13	6	7	5	5
Niger	29	29	4	3	19	16
Nigeria	205	192	28	26	82	77
Sénégal	33	36	6	7	4	3
Sierra Leone	5	6	1	1		1
Togo	3	4	1	2	1	1
Haute-Volta	23	17	4	4	8	8
Total	517	511	95	101	159	154

Dans le cas où la partie sud, encore largement improductive, des régions de savane est mise en valeur, comme prévu, au cours des prochains 25 ans, après élimination progressive de la mouche tsé-tsé, alors l'effectif du cheptel dans la partie sud en question pourrait être augmenté considérablement. A l'occasion de la préparation des estimations pour la présente étude on a postulé que l'effectif total du bétail dans la partie sud des régions de savane augmentera au taux moyen d'environ 3,5 pour cent par an, pour connaître un doublement entre 1977 et l'an 2000.

On considère également que la population des ovins et des caprins aura, elle aussi, doublé pendant la même période. On notera qu'au Nigeria la densité au kilomètre carré de ce cheptel s'élève actuellement à 38 têtes; ce qui représente déjà un chiffre trois fois plus élevé que dans d'autres états du Sahel. On a donc envisagé qu'au Nigeria le taux annuel de croissance de la population ovine et caprine ne sera que de 1 pour cent jusqu'à l'an 2000.

Compte tenu des renseignements et des hypothèses plus haut indiqués, on a estimé qu'en l'an 2000 l'effectif total du cheptel dans les pays de la savane sera de 64 millions de têtes de bovins et d'environ 112 millions de têtes d'ovins et de caprins (voir Tableau 20).

#### 2.4 Besoins en eau en l'an 2000

Les besoins en eau pour le cheptel en l'an 2000 sont calculés en fonction des renseignements donnés ci-dessus en 2.2 et en 2.3. Les résultats de ces calculs sont montrés sur le Tableau 21, dans lequel un pourcentage de 20% des besoins totaux en eau est ajouté pour prendre en compte les pertes d'eau aux points de distribution comme les puits et les abreuvoirs. On estime que la demande totale dépassera 1.300 millions de mètres cubes par an. La plus grande partie de ce volume d'eau devra être obtenue pendant la saison sèche, soit de l'emménagement de

Tableau 20. Estimation de l'effectif du cheptel dans les pays de savane, en l'an 2000  
(en millions de têtes)

Pays	Bovins	Ovins/caprins
Bénin	2	3
Cameroun	6	7
Empire Centrafricain	1	1
Tchad	5	10
Gambie	< 1	< 1
Ghana	2	6
Guinée	3	1
Guinée-Bissau	< 1	< 1
Côte-d'Ivoire	1	4
Mali	6	11
Mauritanie	3	8
Niger	4	9
Nigeria	23	40
Sénégal	3	3
Sierra Leone	< 1	< 1
Togo	< 1	3
Haute-Volta	3	4
Total	64	112

Tableau 21. Estimation des besoins en eau, en l'an 2000, du cheptel des régions de savane (en millions de mètres cubes par an)

Pays	Bovins	Ovins/caprins	Total	Total, y compris 20% pour les pertes d'eau
Bénin	29	4	33	40
Cameroun	88	10	98	118
Empire Centrafricain	15	1	16	19
Tchad	73	15	88	106
Gambie	4	< 1	< 5	5
Ghana	29	9	38	46
Guinée	44	1	45	54
Guinée-Bissau	7	< 1	< 8	9
Côte-d'Ivoire	15	6	21	25
Mali	88	16	104	125
Mauritanie	44	12	56	67
Niger	58	13	71	85
Nigeria	336	58	394	473
Sénégal	44	4	48	58
Sierra Leone	7	< 1	< 8	9
Togo	5	4	9	11
Haute-Volta	44	6	50	60
	930	162	1092	1310

l'eau de surface ou soit des nappes souterraines. Dans le premier cas, il faudra que toutes les futures sources soient munies d'ouvrages appropriés de prélèvement et, aux réservoirs, d'abreuvoirs au-dessous des barrages. Il importe également de noter qu'outre les considérations faites ci-dessus à propos de l'utilisation de l'eau en vue de la consommation, les projets spécifiques impliquant la mise en oeuvre d'aménagements hydrauliques (comme les barrages) doivent également prendre en compte les pertes par évaporation.

## CHAPITRE 3

### IRRIGATION

#### 3.1 Introduction

Dans le but d'établir l'estimation de la demande en eau d'irrigation dans les régions de savane il faut logiquement commencer par définir les besoins de cette irrigation. La nécessité de l'agriculture sous irrigation doit pouvoir se justifier en fonction des besoins en vivres alimentaires et autres cultures, soit au niveau national ou soit à celui régional. La meilleure méthode pour définir les besoins en eau pour l'irrigation consiste à:

1. Faire les projections de la demande de vivres alimentaires, de fibres végétales et de produits agricoles industriels pour l'an 2000.
2. Evaluer la production des vivres alimentaires, des fibres végétales et des cultures industrielles en l'an 2000 sous des conditions d'exploitation agricole en sec.
3. Déterminer la différence, si d'aucune, entre la demande des marchés et (a) le potentiel de production agricole sous exploitation en irrigué (b) les déficits à combler au moyen des importations ou de l'agriculture sous irrigation.
4. Estimer les rendements susceptibles d'être vraisemblablement obtenus en l'an 2000 et convertir la production agricole requise sous irrigation en besoins en superficie (nombre d'hectares) et en besoins en eau.
5. Ajuster les besoins en eau, définis en (4) ci-dessus, en vue d'assurer l'amélioration de la production agricole sur les terres actuellement irriguées, tout en postulant que ces terres seront cultivées comme à présent.

Cette évaluation doit être réalisée, par pays, pour chaque partie d'un territoire national située dans les régions de savane; ce qui permettrait alors d'aboutir à un chiffre total pour l'ensemble de la savane.

Cependant, les problèmes inhérents à l'exposé général plus haut illustre les difficultés et les incertitudes impliquées fondamentalement dans les estimations des besoins en eau d'irrigation pour un pays ou un secteur donnés. Ces incertitudes se trouvent d'ailleurs considérablement augmentées lorsqu'il s'agit d'une zone aussi diversifiée sur le plan politique et socio-économique que les régions de savane de l'Afrique Occidentale et de l'Afrique Centrale.

Compte tenu des renseignements agricoles et socio-économiques dont on dispose actuellement au Centre de Documentation du Comité Interafricain d'Etudes Hydrauliques, il n'est pas possible pour l'instant d'aboutir à une estimation raisonnablement précise des demandes du marché pour les vivres alimentaires dans l'ensemble des pays des régions de savane. Néanmoins, il existe une étude de développement agricole des pays sahéliens entre 1975 et 1990 (FAO, 1976) qui fournit l'estimation des besoins en denrées alimentaires pour les parties de la savane qui s'étendent également dans les limites du Sahel.

Bien que la plus grande partie des données de base ait été recueillie afin d'établir l'estimation de la production agricole susceptible d'être obtenue sous exploitation en irrigué dans la savane, il faut néanmoins effectuer des analyses affinées à propos de chaque zone bioclimatique, et de chaque secteur au sein des zones. Le CIEH a formulé des recommandations à cet effet dans le Volume 4 de la série de rapports traitant du projet (cf. "Recommandations pour des études, TP-05").

En conséquence, l'évaluation des besoins en eau d'irrigation indiquée ici est basée sur les plans et projets actuellement en cours d'exécution ou prévus dans chacun des pays des régions de savane. De plus, on considère que de tels plans et projets se justifient en fonction des besoins en vivres alimentaires.

### 3.2 Besoins en eau par unité de surface (hectare)

La quantité d'eau d'irrigation nécessaire, en sus de la précipitation, en vue d'une production agricole toute l'année a été calculée au moyen des enregistrements de chacune des principales stations météorologiques des régions de savane. On rappellera que ces enregistrements sont consignés sur la carte agroclimatologique no. 3-2 du Volume 2 de la série de rapports du projet.

Bien qu'il existe des variations dans les limites d'un même pays, les besoins moyens en eau d'irrigation ont été pourtant calculés par pays. Là où il a fallu y avoir recours, on a utilisé les données de pays voisins. N'ont été prises en compte cependant que les informations intéressant les limites des régions de savane, étant entendu que les données disponibles ne permettent d'établir des estimations exactes pour les grands projets d'irrigation que si on utilise les stations situées dans le voisinage immédiat de ces projets. En admettant un rendement d'irrigation de 0,5 pour prendre en compte les pertes d'eau entre les ouvrages de prise et les racines des plantes, on a déterminé la quantité d'eau effectivement nécessaire à l'irrigation en multipliant les renseignements moyens des pays concernés par un coefficient de 2. Les résultats ainsi obtenus figurent sur le Tableau 22 ci-après.

Les besoins en eau effective risquent de varier énormément, et cela pour plusieurs raisons dont:

1. Les rendements de l'irrigation peuvent varier de 30 à 85 pour cent dépendant du type de système d'irrigation utilisé ainsi que de la source d'eau (eau souterraine par opposition à l'eau de surface)
2. L'assolement choisi affecte considérablement la consommation d'eau. Bien que l'on envisage ici la double culture, il n'en demeure pas moins que peu de cultures réclament 12 mois d'eau.

Tableau 22. Consommation d'eau d'irrigation par unité de surface  
(milliers m<sup>3</sup> hectares)

Pays	Nombre de stations agroclimatologiques <sup>(1)</sup>	Quantité moyenne d'eau nécessaire pour une production agricole toute l'année	Estimation de la quantité d'eau nécessaire pour l'irrigation
Bénin	8	8	16
Cameroun	4	12	24
Empire Centrafricain	5	7	14
Tchad	11	12	24
Gambie	2	11	22
Ghana	7	6	12
Guinée	3	8	16
Guinée-Bissau	2	10	20
Côte-d'Ivoire	6	6	12
Mali	22	14	28
Mauritanie	4	20	28
Niger	13	15	30
Nigeria	11	11	22
Sénégal	12	14	28
Sierra Leone		est. 7	14
Togo	3	7	14
Haute-Volta	11	11	22

(1) Extrait de la carte 3-2, Volume 2 de la série de rapports sur "L'utilisation des ressources en eau et des terres des régions de savane"

3. Les besoins en eau du riz, un grand consommateur d'eau, dépendent davantage de la perméabilité du sol que du climat. Il est probable que pour cette culture les rendements d'irrigation dépassent rarement 30 pour cent.

Il va de soi que les besoins en eau par hectare indiqués ici doivent être considérés comme n'ayant qu'une valeur indicative.

### 3.3 Programme prévu pour le développement de l'irrigation

L'exposé ci-dessous donne l'inventaire, par pays, du programme prévu pour le développement de l'irrigation. Comme on s'en rend aisément compte, il arrive souvent que des sources différentes font état, pour la même question, de renseignements considérablement dissemblables. C'est pourquoi on a estimé la superficie totale à aménager pour l'exploitation agricole en irriguée en l'an 2000, en fonction de l'ensemble des données les plus sûres dont dispose le CIEH pour chaque pays.

#### 3.3.1 Bénin

Le barrage Mono à Nangbeto (M1)<sup>(1)</sup> assurera la régulation du débit de la rivière Mono et rendra possible l'irrigation de 49.000 hectares de terre dont 33.000 situés au Bénin et le reste, 16.000 hectares, au Togo.

Par ailleurs, on prévoit que le périmètre irrigué de Ouémé totalisera 4.000 hectares, dont 1.000 sont déjà arrosés actuellement. De plus, on envisage que 1.000 hectares dans chacune des six provinces seront utilisés pour la production du riz en irriguée (BDPA/IRAT, 1976). En conséquence, la superficie totale prévue pour être irriguée au Bénin se chiffre à  $33.000 + 4.000 + 6.000 = 43.000$  hectares de terre.

---

(1) Code de référence pour le site de barrage montré sur la Carte no. 1, "Barrages existants et proposés", du Volume 5 de la série de rapports du projet.

### 3.3.2 Cameroun

La Société d'études pour le développement économique et social (SEDES, 1974) a signalé qu'en 1967/68 le Cameroun comptait dans la région de Semry une superficie totale de 4.400 hectares sous irrigation traditionnelle pour la culture du riz. Cette superficie, prévoit-on, atteindra 5.200 hectares vers 1985/86 (casier de Garabeye). Selon les projections, 2.000 hectares supplémentaires seront mis en valeur en 1985/86 pour la culture du riz dans les bas-fonds. De son côté, le Semry II envisage le développement intégré de 55.000 hectares avec une double culture de riz sur 7.000 hectares (Ediafric, 1977). Quant au projet de Miderim dans la région au sud de Dschang, il permettra, selon les plans, l'aménagement de 9.600 hectares pour la production du riz et du soja. En outre, 3.000 hectares de rizières seront établis dans le bassin amont du Noun (Plaine de Ndop). Au nombre des projets considérés dans la partie camerounaise des régions de savane, on mentionnera l'irrigation de 7.000 hectares en aval du barrage de Tsanaga (L2) près de Maroua, également celui de la zone de Wum ainsi que la mise en valeur en irrigué de 1.000 hectares de terre dans les vallées du Logone et du Chari.

Par ailleurs, une fois le barrage de Lagdo (BE6) implanté sur la Bénoué (Ediafric, 1977), on s'attend à ce qu'il assure l'arrosage de 4.000 hectares. S'agissant du barrage de Koumban (L7) sur la Vina, il permettra d'irriguer un total de 120.000 hectares au Cameroun et au Tchad (Lotti, 1970).

Pour récapituler, il semble qu'au moins 80.000 hectares de terre seront arrosés dans la partie camerounaise de la savane, superficie susceptible d'atteindre éventuellement 120 à 150.000 hectares après l'achèvement du barrage de Koumban.

### 3.3.3 Empire Centrafricain

Les rapports de Farra-Frond (1976) mentionnent que l'irrigation n'est pratiquée que sur petite échelle dans les environs de Bangui, Bozoum, Paoua

et Alindao. Bien que le gouvernement Centrafricain ait accordé une haute priorité à l'agriculture en irrigué, les possibilités pour ce faire sont néanmoins inconnues et doivent être évaluées. Selon les estimations, 20 à 25 pour cent du périmètre actuellement cultivé (110 à 140.000 hectares) pourraient être arrosés. Cependant, on postulera ici que 40.000 hectares seront irrigués vers l'an 2000.

#### 3.3.4 Tchad

On évalue (voir Tableau 23 ci-après) à 660.000 hectares la superficie totale susceptible d'être irriguée dans la partie de la savane comprise dans le territoire national du Tchad (Bureau de l'Eau, Tchad, 1977).

Tableau 23. Superficie irrigable dans la partie du Tchad des régions de savane (hectares)

Secteur	Superficie irriguée en 1976 (ha)	Superficie irrigable (ha)
Kanem	50	500
Lac	3.500	60.000
Assalé	5.150	13.000
Ouaddai Géographique	150	1.000
Batha	3.500	21.000
Bahr Azoum	1.000	200.000
Chari/Mandoul	0	165.000
Logone/Bas Chari	0	200.000
Total	13.350	660.500

Toutes les superficies indiquées ci-dessus reposent cependant sur des conjectures, vu qu'une autre source (Idiafric, 1978) suggère que les terres aptes à l'irrigation se limitent à 250 à 300.000 hectares et que 47.770 hectares

étaient arrosés en 1976. On notera que dans ce cas 570 hectares seulement ont été considérés comme étant exploités en irrigation pérenne, que par ailleurs 7000 hectares étaient cultivés selon les techniques de mise en valeur après la décrue, et que le reste l'était suivant les méthodes traditionnelles. Les plus grandes surfaces se trouvent dans la plaine d'inondation du Logone, alors qu'environ 4.000 hectares de polder ont été mis en valeur en bordure du lac Tchad.

Il est évident que la nécessité d'augmenter la production agricole reste subordonnée aux projections des besoins en vivres alimentaires. Ces besoins sont exprimés dans le tableau suivant:

Tableau 24. Estimation des besoins du Tchad en vivres alimentaires  
(en milliers de tonnes)

Culture	1976	1980	1985	1990	2000
Riz (paddy)	50	59 à 66	72 à 84	88 à 104	123 à 138
Blé	16.5 <sup>(1)</sup>	26	31	42	53
Sucre	22 <sup>(2)</sup>	27	33	42	60

(1) dont 10.000 tonnes importées

(2) totalité importée

Les ressources hydrauliques sont considérables, et elles seraient à même de satisfaire la demande de toutes les terres irrigables, pourvu qu'évidemment des ouvrages d'emmagasinement de régulation soient réalisés dans les parties amont des principaux cours d'eau (Chari, Logone) et leurs affluents. Par ailleurs, le Tchad possède des ressources en eau souterraine.

#### 3.3.4.1 Les fleuves Logone et Chari

On envisage de créer un emmagasinement de régulation sur le fleuve

Logone, à l'effet d'augmenter les débits de la saison sèche. Le barrage de Goré (L6) sur le Pendé au Tchad, un tributaire du Logone permettra l'irrigation de 95.000 hectares, tandis que le barrage à Koumban (L7) sur la Vina au Cameroun assurera la régulation de suffisamment d'eau pour arroser un total de 120.000 hectares de terre au Tchad et au Cameroun (Lotti, 1970). Le débit annuel moyen du Logone en aval de Bongor se chiffre à 17 millions de m<sup>3</sup>, alors que le débit de l'année sèche de récurrence décennale est de 11.500 millions de m<sup>3</sup>.

Les possibilités d'irrigation dans le bassin du Chari s'avèrent bien plus grandes que dans celui du Logone, mais il semble être plus difficile d'y trouver des sites capables de convenir à l'exécution d'ouvrages de retenue de large envergure. De forts volumes se perdent par évaporation dans les parties aval où se produisent des débordements. Le débit annuel moyen du Chari à Mailao est de 26.300 millions de m<sup>3</sup>, pour tomber à 13.900 millions de m<sup>3</sup> dans l'année sèche de récurrence décennale.

Il en résulte donc que les fleuves Logone et Chari sont à même d'assurer l'irrigation de plus d'un million d'hectares de terre, cela tout en prenant en compte les débits de la période sèche de récurrence décennale et une demande très élevée d'eau de 24.000 m<sup>3</sup> par hectare. Les deux fleuves en question se jettent dans le lac Tchad dont l'équilibre du niveau d'eau est maintenu par évaporation et, dans une moindre mesure, par infiltration.

#### 3.3.4.2 Le bassin du lac Tchad en tant qu'une entité

Il est certain que dans le cas où toutes les possibilités d'irrigation exposées plus haut seraient mises en oeuvre, elles auraient des répercussions sur le niveau d'eau du lac Tchad. La Commission du Bassin du lac Tchad a estimé en 1972 (Ediafric, 1978) que 260.000 hectares seraient arrosés dans ledit bassin vers l'année 2020. Les tirages à effectuer à cette fin sur le système fluvial conduiraient à abaisser le niveau d'eau du lac de 76 centimètres.

Ce serait là la limite considérée acceptable, car une plus grande diminution du niveau d'eau menerait à la division du lac en deux parties, privant alors tant le Niger que le Nigeria de l'eau d'irrigation.

Selon des estimations faites en 1970, on avait considéré que les possibilités d'irrigation dans le bassin se chiffraient à un maximum de 243.000 hectares, répartis comme suit parmi les pays riverains (Ediafric, 1978):

<u>Pays riverains</u>	<u>Hectares</u>
Cameroun	200.000
Tchad	18.000
Niger	7.000
Nigeria	18.000

Le partage des apports d'eau de surface dans le lac Tchad exigera une coordination minutieuse et un accord étroit entre les états concernés. Jusqu'à présent, aucune décision définitive n'a été prise à ce sujet.

### 3.3.4.3 Eaux souterraines

Le Volume 2 de la série de rapports traitant du projet renseigne sur les ressources en eau souterraine dont dispose le Tchad. L'utilisation de ces vastes ressources aux fins d'irrigation demeure fonction des bénéfices agricoles susceptibles d'en être retirés. Les principales formations aquifères comprennent:

<u>Formation aquifère</u>	<u>Volume annuel (millions m<sup>3</sup>)</u>
Plio-quatenaire (essentiellement dans le lac Tchad)	3.590
Continental terminal (au sud)	13.330
Complexe du socle (au sud)	660

On mentionnera que l'on possède peu de renseignements à propos de l'aquifère de grès nubien au Tchad. Les ressources en eau non remplaçables de cette formation se chiffrent, pense-t-on, à un total compris entre 36.500 et 73.000 millions de m<sup>3</sup>, mais ces ressources s'étendent au-delà des limites de la savane.

#### 3.3.4.4 Conclusions

Dans le but de se suffire à lui-même en ce qui concerne la production de vivres alimentaires, le Tchad se propose de posséder vers l'an 2000 quelque 72.000 hectares de terres exploités selon des techniques modernes d'irrigation. De cette superficie, environ 29.000 hectares devront pouvoir bénéficier d'un approvisionnement permanent en eau. La riziculture occupera 43.000 hectares des 72.000 susvisés, permettant ainsi de satisfaire 85 pour cent des besoins nationaux, le reste étant pris en compte par la production obtenue au moyen des méthodes traditionnelles.

Les ressources en eau nécessaires à l'arrosage de ces 72.000 hectares totalisent 1.728 millions de m<sup>3</sup> par an, soit 7 pour cent du débit de l'année sèche de récurrence décennale de l'ensemble fluvial Chari et Logone.

Bien que ce partage corresponde assez bien à la répartition attribuée proportionnellement aux pays riverains en 1970, la superficie impliquée ici excède de loin les 18.000 hectares accordés au Tchad à l'époque. On se rend aisément compte que la mise en valeur de l'eau dans le bassin du Tchad nécessitera des études bien plus poussées s'il faut satisfaire les besoins des états voisins dans le domaine de la production des vivres alimentaires.

#### 3.3.5 Gambie

Dans la Gambie, une superficie d'à peu près 23.000 hectares est cultivée selon les techniques d'exploitation après la décrue (FAO, 1976).

Le périmètre où l'irrigation est apportée au titre d'un approvisionnement permanent en eau ne dépassait pas 2.000 hectares en 1976 (Dunsmore et autres, 1976), et on a estimé qu'il faudrait augmenter ce périmètre de 3.800 hectares pour permettre au pays de se suffire à lui-même vers 1980. La double culture occupe 1.500 hectares (Ediafric, 1978).

Avec un débit annuel moyen de 9.500 millions de m<sup>3</sup> et un débit de 5.200 millions de m<sup>3</sup> dans l'année sèche de récurrence décennale, le fleuve Gambie constitue la principale ressource en eau de surface du pays. Ces volumes, en principe, pourraient assurer l'arrosage de 430.000 et 236.000 hectares, respectivement, si on établissait la capacité d'emmagasinement permettant de régulariser complètement le débit du cours d'eau. Cependant, la surface se prêtant à l'irrigation n'excède pas 80.000 hectares (selon Dunsmore et autres, 1976) ou 120.000 hectares (selon la FAO, 1976).

L'implantation du barrage de Yelitende (G 1) créerait un emmagasinement de régulation capable d'arroser 24.000 hectares. D'autres sites de barrage ont été identifiés dont plusieurs se trouvent en cours d'étude ou envisagés, comme celui de Kékreti (G 3) pour 170.000 hectares et celui de Sambangalou (G 5) pour 130.000 hectares au Sénégal.

Selon les estimations actuelles, il semble que l'aménagement des sites de barrage au Sénégal reste subordonné à l'exploitation des mines de fer du pays, ce qui alors justifierait la mise en place, aux sites en question, d'installations de production d'énergie électrique. Dans certains cas, cependant, les eaux de remous pénétreraient en Guinée, augmentant ainsi la complexité des décisions à prendre. Si, en définitive, on devait choisir le barrage possédant la capacité maximale d'emmagasinement, en l'occurrence celui de Kekreti, on pourrait assurer l'irrigation de 170.000 hectares à partager avec le Sénégal. Le volume d'eau dont on disposerait alors se situerait entre 1.760 et 2.640 millions de m<sup>3</sup> par an.

Une autre solution consistait à ériger le barrage de Yelitendé sur le fleuve Gambie. La retenue de régulation ainsi créée se trouverait entièrement sur le territoire gambien, tandis que le barrage lui-même offrirait l'avantage d'empêcher la pénétration de l'eau salée venant de l'océan. La capacité de régulation de cet ouvrage permettrait, prévoit-on, d'arroser 24.000 hectares de terre, avec implication d'un volume annuel d'eau de 528 millions de mètres cubes.

### 3.3.6 Ghana

De la consultation d'un rapport du Service d'Irrigation du Ghana (1977), il ressort qu'au nombre des 27 projets d'irrigation situés ou prévus dans le pays, les régions de savane en comptent 22. Au rapport susvisé est d'ailleurs annexée une carte au 1:1.000.000 qui montre les périmètres irrigables ainsi que les sites de barrage. Le tableau 25 ci-dessous donne une récapitulation des schémas d'irrigation existant actuellement, avec une superficie totale irrigable de 11.340 hectares. Les programmes à court terme (Tableau 26) et ceux à longue échéance (Tableau 27) envisagent la mise sous irrigation d'une superficie supplémentaire d'environ 425.000 hectares à travers la partie ghanéenne des régions de savane, faisant conséquemment passer le périmètre total d'irrigation à environ 436.000 hectares.

Annan (1973) a jugé que vers l'année 2030 la superficie irriguée, dans les seules régions haute et septentrionale du Ghana, devrait atteindre 800.000 hectares pour aider à nourrir la population du pays. Ce programme paraît ambitieux. La question visant à savoir si la région est à même de fournir les volumes d'eau nécessaires à cette mise en valeur agricole sous irrigation et à la satisfaction des besoins de la consommation humaine et du cheptel animal ainsi qu'à celle des demandes industrielles, ne peut être convenablement abordée qu'en considérant l'ensemble du bassin de la Volta dans ses rapports avec la Haute-Volta.

Tableau 25. Projets d'irrigation existant actuellement dans la partie  
du Ghana des régions de savane  
(Ghana Irrigation Dept, 1977)

Nom du projet	Région du Ghana	Superficie irriguée en 1976 (hectares)	Superficie totale irrigable (hectares)
Tono	Haute	-	2.540
Veia	Haute	500	1.400
Akumadan	Brong Ahafo	275	1.400
Afram	Orientale	-	200
Asutsuare	Orientale	1.360	4.000
Afife	Volta	100	1.000
Adidome	Volta	-	200
Dawhenya	Gr. Accra	100	400
Ashiaman	Gr. Accra	100	200
Total		2.495	11.340

Tableau 26. Projets d'irrigation prévus pour être achevés avant 1981  
dans la partie du Ghana des régions de savane  
(Ghana Irrigation Dept, 1977)

Nom du projet	Région du Ghana	Superficie potentiellement irrigable (hectares)
Tamne	Haute	1.440
Bontanga	Septentrionale	500
Passam	Septentrionale	1.200
Lamassa	Septentrionale	400
Kpong Akuse	Orientale	6.600
Areyime	Volta	400
Kpandu Torkor	Volta	400
Total		10.940

Tableau 27. Projets d'irrigation à long terme dans la partie du Ghana des régions de savane

(Ghana Irrigation Dept, 1977)

Nom du projet	Région du Ghana	Superficie potentiellement irrigable (hectares)
Pwalugu	Haute/septentrionale	138.000
Lac Shore <sup>(1)</sup>	Septentrionale/Volta	39.000
Bui	Septentrionale/Brong Ahafo	32.000
Avu Keta	Voita	30.000
Plaines d'Accra <sup>(2)</sup>	Orientale	165.000
Angaw	Gr. Accra	10.000
Total		414.000

(1) A l'exclusion des schémas d'Afran, Kpandu Torkor, et Lamassa (pour un total de 1.000 hectares)

(2) A l'exclusion des schémas d'Asutsuare, Areyime et Kpong Akuse ( pour un total de 11.000 hectares)

### 3.3.7 et 3.3.8 Guinée et Guinée-Bissau

Les renseignements détenus au CIEH ne permettent pas d'entreprendre l'évaluation détaillée des possibilités d'irrigation des parties de chacun de ces deux pays situées dans les régions de savane.

### 3.3.9 Côte-d'Ivoire

Les plans envisagent qu'en 1980 une superficie de 37.000 hectares devra se trouver sous irrigation en vue de la production de 276.000 tonnes de riz paddy. De ces 37.000 hectares, quelque 30.000 constituent la portion du territoire ivoirien (régions septentrionale et centrale) comprise dans la savane. De plus, on prévoit qu'une aire supplémentaire de 10.000 hectares sera arrosée par le système dit de tubes perforés, dans la vallée de Bandama dans le cadre de la culture de la canne à sucre (Ediafric, 1975)

Ici également, le CIEH ne dispose pas de données à propos des potentialités d'irrigation de la Côte-d'Ivoire.

### 3.3.10 Mali

L'irrigation, au Mali, est pratiquée sur une plus grande échelle que dans les autres pays des régions de savane. C'est ainsi que vers l'année 1976, un périmètre totalisant 117.000 hectares bénéficiait de l'arrosage selon des procédés modernes. De cette superficie, 50.000 hectares disposaient d'un approvisionnement continu d'eau (5.000 hectares étaient exploités en double culture). Par ailleurs, 155.000 hectares sont mis en valeur en vertu des méthodes traditionnelles d'arrosage (Ediafric, 1978).

Les périmètres d'irrigation sont répartis parmi quatre régions principales situées le long des berges du fleuve Niger en amont du delta intérieur et dans les limites de ce delta lui-même, dans sa partie occidentale et inactive.

Ces quatre régions comprennent:

	<u>Hectares</u>
Riz Sikasso	4.243
Riz Segou	40.375
Riz Mopti	14.890
Office du Niger	55.600
Total	<u>115.108</u>

L'irrigation dans l'Office du Niger ou zone du delta est rendue partiellement possible grâce au fonctionnement des ouvrages ci-dessous énumérés:

- Le barrage de Sansanding (N 34), près de Markala, d'une longueur totale de 2.836 mètres et muni d'une structure vannée de 816 mètres achevée en 1947.
- Un canal de jonction en amont sur la rive gauche, de 8 kilomètres de long avec un débit de 110 m<sup>3</sup>/seconde.
- Deux canaux principaux:
  1. Le canal Macina, de 14 kilomètres de long
  2. Le canal Sahel, de 25 kilomètres de long
- Un canal de navigation de 8 kilomètres de long, avec une écluse en rive droite.

Un certain nombre de travaux d'amélioration sont prévus pour être exécutés dans la zone du delta dans l'avenir immédiat, notamment: les réparations au barrage; le dragage de l'entrée; le recalibrage du canal de jonction de manière à porter sa capacité à 200 m<sup>3</sup>/seconde; l'augmentation du périmètre irrigué de 22.000 hectares; l'exécution du canal Costes (19 kilomètres) qui permettra l'arrosage par gravité de 68.000 hectares dans la partie supérieure de Kala tout en éliminant le système d'irrigation par pompage

existant actuellement pour les secteurs en canne à sucre (Dougabougou et Siribala); le recalibrage du canal Sahel pour faire passer sa capacité de 55 à 120 m<sup>3</sup>/seconde et la superficie irrigable de 18.333 hectares à 40.000 hectares; et le recalibrage du canal Macina pour augmenter sa capacité de 55 à 80 m<sup>3</sup>/seconde et porter le périmètre susceptible d'être arrosé de 18.333 hectares à 26.667 hectares. La plus grande partie du financement nécessaire à l'exécution de ces travaux de génie civil a été déjà obtenue. (Ediafric, 1978)

L'année 1976 a vu un déficit d'environ 5 pour cent dans la production nationale des céréales, sur une récolte totale de 1,5 millions de tonnes. Au fur et à mesure de l'accroissement de la population de près de 6 millions d'habitants actuellement à environ 10 millions en l'an 2000, on propose que l'augmentation de la demande pour les céréales soit satisfaite non seulement en maintenant la production du millet, du sorgho et du maïs à son présent niveau, mais également en élevant la récolte de riz de 200.000 tonnes à approximativement 2 millions de tonnes en l'an 2000 (Ediafric, 1978). On espère atteindre cet objectif au moyen d'un accroissement massif de la double culture sur des périmètres d'irrigation graduellement modernisés. Ainsi, la production de vivres alimentaires deviendra bien moins dépendante de la variabilité du climat sahélien.

### 3.3.10.1 Projections pour l'an 2000

Les ressources en eau des bassins des fleuves Niger et Sénégal sont considérables au Mali, soit:

	<u>Débit annuel (milliers de m<sup>3</sup>)</u>
- Niger (y compris le Bani)	
débit moyen	66.500
débit de l'année de sécheresse de récurrence décennale	43.500
- Sénégal (à Bakel)	
débit moyen	23.800
débit de l'année de sécheresse de récurrence décennale	13.600

Pour permettre d'atteindre l'objectif annuel de 2 millions de tonnes de riz paddy avec un rendement moyen de 2,3 tonnes par hectare, il faudra assurer l'irrigation d'une superficie s'élevant à 870.000 hectares. En présumant que les besoins en eau pour le paddy sont de 28.000 m<sup>3</sup>/hectare avec le système de double culture, il en découle que l'ensemble de la demande en eau atteindra 24.360 millions de mètres cubes par an. Ces besoins se situent parfaitement bien dans les limites de la capacité des ressources en eau dont dispose le pays (43 pour cent du débit de l'année sèche de récurrence décennale) même si les rendements obtenus s'avèrent plus faibles ou les besoins en eau sous-estimés.

Il convient toutefois de noter qu'il importera de mettre en place l'emmagasinement de régulation capable d'assurer l'arrosage des grandes surfaces dont il est question ici. Cet emmagasinement se trouve déjà en cours de construction aujourd'hui à Selingué (N 41) sur le Sankarani (bassin du Niger) avec une capacité de stockage de 2.170 millions de mètres cubes et un potentiel d'arrosage pour 50.000 hectares. Par ailleurs, l'implantation d'un autre barrage est désormais financée à Manantali (S 9) sur le Bafing (bassin du fleuve Sénégal), avec une capacité d'emmagasinement de 10.000 millions de mètres cubes et des possibilités pour l'irrigation de 450.000 hectares (dont 48.000 au Mali, le reste en Mauritanie et au Sénégal). Bien que d'autres sites d'aménagement de barrages aient été identifiés, y compris en Guinée et en Côte-d'Ivoire dans le bassin amont du Niger, leur mise en valeur n'est pas prévue pour être entreprise dans l'avenir immédiat.

L'augmentation des aires d'irrigation dans le bassin du haut Niger aura pour effet de modifier graduellement le régime du fleuve du même nom au-dessous du delta intérieur au Mali, au Niger et, dans une moindre mesure, au Nigeria. Ces changements graduels doivent être étudiés sur un modèle

mathématique de gestion du bassin se trouvant actuellement en cours d'établissement (SOGREAH, 1978). On a lieu de penser que la considérable augmentation des périmètres irrigués au Mali n'aura pas de sérieuses incidences sur les débits annuels en aval du delta, vu que la réduction des débits de crue aura pour effet de diminuer les énormes pertes qui se produisent actuellement par évaporation dans le delta (environ 30.000 millions de mètres cubes par an pour le débit moyen, mais seulement 21.000 millions de mètres cubes pour le débit de l'année sèche de récurrence décennale).

Le Mali, dans la partie de son territoire située dans la savane, possède des ressources limitées d'eau souterraine renouvelable (BRGM, 1976), soit:

	<u>Eau souterraine</u> <u>(millions de m<sup>3</sup>/an)</u>
- Socle	1.800
- Continental terminal	
de la plaine de Gondo	450
du delta intérieur	328
- Grès infra-cambriens	9.150

Il faudrait, dans la plupart des cas, limiter la mise en oeuvre des eaux souterraines à l'irrigation de lopins de terre à partir de puits ou de trous de forages particuliers.

### 3.3.10.2 Conclusions

Vers l'an 2000, les barrages de Selingué et de Manantali auront assuré la régulation des eaux d'irrigation pendant 15 à 20 ans et la réalisation d'une seconde génération de barrages de régulation se trouvera à peu près achevée, pourvu évidemment que le financement nécessaire à cet effet soit obtenu. Les superficies sous irrigation avec approvisionnement continu d'eau seront passées des 50.000 hectares actuels à 140.000 hectares en 1982, à

260.000 hectares en 1990, et 270.000 hectares en l'an 2000. Quant aux nouveaux périmètres arrosés au moyen d'un approvisionnement partiel en eau, on s'attend à ce qu'ils passent de 57.000 hectares en 1982 à 97.000 hectares en 1990, et 217.000 hectares en l'an 2000 (Ediafric, 1978).

En postulant que 21.000 hectares soient réservés à la canne à sucre et 14.000 au blé, l'aire totale emblavée en riz se chiffrerait à 452.000 hectares. Dans le cas où les rendements moyens seraient de 2,3 tonnes par hectare sur les terres avec approvisionnement continu d'eau et 1,8 tonnes par hectare sur celles avec approvisionnement partiel d'eau, la production annuelle de paddy alors dépasserait tout juste un million de tonnes. Il importe de noter ici que cette production représenterait la moitié de celle nécessaire par rapport aux projections et aux plans décrits plus haut.

### 3.3.11 Mauritanie

L'agriculture en sec ainsi que celle entreprise au titre de l'exploitation après la décrue occupent 188.000 hectares en Mauritanie (FAO, 1977; Ediafric, 1978). Vers l'année 1976, moins de 1.200 hectares de terre avaient été mis sous moderne irrigation pour la riziculture, dont 855 dans la plaine de M'Pourié (delta) et 277 arrosés par pompage à partir du fleuve Sénégal.

Par ailleurs, la culture du riz, selon la technique de mise en valeur après la décrue, est faite sur 20.000 hectares dans le voisinage de 250 petits barrages, dont 180 construits par les villageois. Les rendements en riz sur ces terres n'atteignent que 0,5 tonne par hectare, par comparaison aux 5 tonnes à l'hectare obtenues dans les schémas modernes ci-dessus (Ediafric, 1978). Afin de satisfaire la demande en vivres alimentaires, il faut donc importer des céréales à un taux toujours croissant. C'est ainsi que pour l'année agricole 1973-74, ces importations se sont chiffrées à 88.000 tonnes alors que la production nationale a totalisé 80.000 tonnes. Si la Mauritanie doit se suffire à elle-même en céréales dans une période de dix ans, il faut que la production

du pays, selon la Banque Mondiale, augmente à un taux annuel de 4,2 pour cent. Cet objectif semble ne pas pouvoir être atteint dans le cadre de l'agriculture pluviale, d'où la nécessité d'orienter l'exploitation agricole vers des méthodes modernes d'irrigation de manière à augmenter les rendements et à assurer un certain degré de sécurité pendant les années de sécheresse. Il convient de noter également ici que la régulation des débits du fleuve Sénégal conduira à la disparition de l'agriculture faisant appel à la technique de mise en valeur après la décrue, agriculture représentant d'ailleurs la principale contribution à la production des vivres alimentaires. Cette situation doit être prise en compte à l'occasion de l'évaluation des bénéfices des barrages de régulation et de l'établissement des programmes visant à augmenter la production.

#### 3.3.11.1 Projections pour l'an 2000

L'augmentation sur grande échelle de l'irrigation en Mauritanie dépendra essentiellement de l'aménagement de l'emménagement de régulation sur le fleuve Sénégal conjointement avec l'exécution dans les parties aval d'un ouvrage destiné à empêcher les intrusions salines.

Le volume annuel moyen d'eau se déversant dans l'océan est de 21.570 millions de mètres cubes, alors que le débit de l'année sèche de récurrence décennale se chiffre à 14.500 millions de mètres cubes. Après la construction du barrage de Manantali sur le Bafing au Mali, construction pour laquelle le financement a été maintenant obtenu, l'emménagement de régulation disponible alors (capacité de 10.000 millions de mètres cubes) permettra d'irriguer 280.000 hectares. Par ailleurs, l'adjonction d'un barrage à Diama (S 1) appelé à interdire l'entrée de l'eau salée, porterait les possibilités d'arrosage à 428.000 hectares, dont 141.000 en Mauritanie, 45.000 au Mali et 242.000 au Sénégal.

Selon les prévisions, le rythme de mise en valeur en Mauritanie se situerait autour de 1.600 hectares par an (Ediafric, 1978).

Il existe un certain nombre de projets dont la réalisation est prévue pour l'irrigation de superficies plus restreintes dans le bassin du Sénégal. Par exemple, l'exécution de barrages sur le Gorgol Blanc et sur le Gorgol Noir (tous deux affluents en rive droite du fleuve Sénégal), ainsi que la construction d'une digue de 15 kilomètres le long des berges du Sénégal rendraient possible l'irrigation d'une superficie comprise entre 10 et 20.000 hectares, dont 3.000 retenus pour la culture de la canne à sucre. Les deux ouvrages emmagasineront un volume total d'eau de 500 millions de mètres cubes, dont la moitié disponible pour l'irrigation et le reste perdu par évaporation.

Un autre objectif consisterait à détourner l'eau du fleuve Niger dans la longue dépression en arrière des dunes côtières vers le nord et aussi loin qu'à Nouakchott. Quelque 10.000 hectares pourraient être ainsi arrosés, tout en assurant par ailleurs l'approvisionnement en eau de la ville de Nouakchott. Au lac R'Kiz, on pourrait se livrer à la culture des céréales (blé) et à celle des fourrages sur 5 à 6.000 hectares, si des ouvrages de régulation appropriés étaient mis en place pour assurer la maîtrise des crues venant du Sénégal. L'exploitation de 4.200 hectares en irrigué dans la plaine de Boghe sera entreprise après que des digues de défense contre les inondations et un système de drainage aient été établis.

Les possibilités d'irrigation par mise en oeuvre des eaux souterraines dans la partie mauritanienne de la savane semblent se limiter aux abords du fleuve Sénégal et à l'aquifère du continental terminal. Dans les deux cas, le seul réapprovisionnement substantiel de la nappe s'effectue directement à partir du lit du cours d'eau (BRGM, 1976).

### 3.3.11.2 Conclusions

La décision récemment prise visant à aller de l'avant avec l'implantation du barrage de Manantali, ainsi que l'implantation probable du barrage

de Diama dans le delta du Sénégal, permettront à la Mauritanie de démarrer la mise en valeur de la part des ressources en eau du fleuve Sénégal qui lui revient.

L'objectif que l'on se propose d'atteindre en l'an 2000 est d'environ 140.000 hectares à mettre sous irrigation rationnelle avec un volume annuel total d'eau se situant tout juste au-dessous de 4.000 millions de mètres cubes, soit 30 pour cent du débit du Sénégal pour l'année sèche de récurrence décennale. Il se peut qu'à première vue ce volume se situe très près du total critique des ressources en eau (compte tenu des besoins du Mali et du Sénégal), mais il convient de se rappeler que les besoins en eau par unité de surface considérés tout au long du présent exposé correspondent au total des besoins aux ouvrages de prise en fonction de cycles d'irrigation de douze mois et que dans la réalité la quantité d'eau utilisée s'avérera bien moindre.

### 3.3.12 Niger

Dans les années de précipitation normale, le déficit du Niger en vivres alimentaires est de l'ordre de 200.000 tonnes; ce déficit est moindre dans les années humides et bien plus élevé dans les années de sécheresse. On rappellera à ce propos que la production céréalière s'est chiffrée à 1.317.000 tonnes en 1977, mais seulement à 871.000 tonnes en 1975.

Dans le but de redresser cette situation, le gouvernement nigérien se concentre actuellement sur l'expansion massive de la production agricole en irrigué, sans pour autant diminuer les efforts entrepris afin d'améliorer la productivité de l'agriculture pluviale. En 1978, environ 5.800 hectares de terre bénéficiaient de l'apport d'eau selon les techniques modernes; de cette superficie, 4.000 hectares se trouvent situés sur les rives du fleuve Niger, tandis que le solde s'étend dans le département de Tahoua, avec approvisionnement en eau assuré par neuf petits barrages. Selon les estimations, 4.600 hectares (dont 2.600 en double culture) reçoivent un apport d'eau permanent,

tandis que pour 1.200 hectares l'apport se fait partiellement (Ediafric, 1978). En n'ayant pas recours à la régulation des débits du fleuve Niger, la surface totale susceptible d'être arrosée n'atteint que 11.000 hectares. Quant à l'irrigation selon les méthodes traditionnelles, elle est pratiquée sur 3.000 hectares.

#### 3.3.12.1 Projections pour l'an 2000

On dispose de deux principales ressources en eau qui demeurent du reste presque inutilisées au Niger: le fleuve Niger et les eaux souterraines. De plus, les petites rivières charrient des volumes d'eau considérables.

Une étude de faisabilité (Sofrelec, 1978) montre que 140.000 hectares pourraient être irrigués le long du Niger dans un délai d'une quinzaine d'années, moyennant qu'un barrage de régulation soit construit à Kandadji (N 25). Le facteur limitant (outre le financement) dépend de l'aptitude des sols et non pas des ressources en eau, vu que le débit annuel au site du barrage (juste en aval de la frontière avec le Mali) se chiffre à 32.000 millions de mètres cubes en année moyenne et à 26.000 millions de mètres cubes pour l'année sèche de récurrence décennale. Le volume total d'eau nécessaire aux ouvrages de prise pour assurer l'arrosage de 140.000 hectares, satisfaire les besoins du cheptel, répondre à la demande d'eau industrielle, et à celle d'eau urbaine à Niamey, s'élève à 2.500 millions de mètres cubes par an, soit seulement 8 pour cent du débit moyen. Cependant, l'évaporation sur le plan d'eau de régulation épuise 10 pour cent supplémentaires des ressources en eau disponibles, laissant ainsi plus de 80 pour cent du potentiel pour une mise en valeur additionnelle.

Il reste encore à obtenir le financement pour le barrage de Kandadji et à parachever les négociations avec le Mali en ce qui concerne l'entrée des eaux de remous résultant du barrage, remous dont l'envergure dépend du niveau choisi pour la fermeture, lui-même régi par des considérations d'optimisation

hydro-électrique.

Le développement sur grande échelle de l'irrigation au Mali risquerait de réduire considérablement le débit du fleuve Niger à son point d'entrée au Niger, mais on peut néanmoins constater que même après que le schéma Kandadji soit devenu opérationnel, 80 pour cent du débit moyen resteront encore disponibles. La mise en valeur de cette ressource au Niger impliquerait:

- a) Un enmagasinement de régulation supplémentaire (au Mali)
- b) Le déplacement massif des populations de la vallée du Niger vers des sols appropriés situés ailleurs dans le pays.
- c) Le sacrifice du potentiel pour la navigation rendu possible par l'exécution du barrage de Kandadji.
- d) Un accord quelconque avec le Mali (et également avec le Nigeria) à propos du partage des eaux du fleuve Niger.

Il convient de noter que le projet Kandadji prend en compte les apports des affluents rive droite du Niger.

D'autres cours d'eau ayant fait l'objet de jaugeages au Niger ont un débit annuel moyen d'environ 1.000 millions de mètres cubes, mais ils présentent des inconvénients du fait de:

- a) Leur écoulement non permanent
- b) La situation, en tout ou en partie, de leurs bassins versants au Nigeria, d'où la difficulté du contrôle (Goulbi de Maradi)
- c) Leur positionnement à la frontière avec d'autres pays (Komadougou)

Le potentiel de ces cours d'eau reste donc soumis à des modifications, et leur volume d'eau disponible, après régulation, se chiffre vraisemblablement (pour le Niger) à moins de 500 millions de mètres cubes par année moyenne (soit moins de 15.000 hectares après déduction des pertes résultant de la régulation).

On peut estimer que le volume des eaux de surface non jaugées, non régularisées, s'écoulant sur de courtes distances, s'élève à quelque 5.000 millions de mètres cubes (Henry, 1978). En principe, l'emmagasinement de ces ressources permettrait d'irriguer plus de 100.000 hectares, mais il faudrait alors ériger plus de 500 petits barrages, sinon davantage. Par contre, la mise en valeur sur petite échelle contribuerait à faire vivre de nombreux secteurs se trouvant hors de la portée des aménagements de grande envergure.

La plus grande partie du territoire nigérien situé dans la savane contient de l'eau souterraine. Les principaux aquifères (continental terminal, socle et continental intercalaire - grès nubiens) représentent des variantes de solution très attrayantes par rapport à la mise en valeur des eaux de surface pour l'irrigation. Selon BRGM (1976), plus de 1.000 millions de mètres cubes pourraient être ainsi obtenus de l'aquifère du continental terminal.

La Banque Mondiale a choisi un secteur dans le Goulbi de Maradi destiné à être irrigué au moyen des eaux souterraines; ce projet devrait ouvrir la voie à la mise en valeur sur grande échelle de ces ressources dans d'autres parties du pays. Les vallées sèches de Dallol Maouri et de Dallol Bosso possèdent des sols se prêtant au développement de 50.000 à 75.000 hectares à l'aide des eaux de l'aquifère de grès nubien, aquifère qui est actuellement de formation artésienne. Il importerait que des études soient entreprises d'urgence afin de définir la durée de vie d'un tel projet qui repose sur des ressources en eau non renouvelables.

L'exemple de l'Inde montre que la micro-irrigation basée sur des

trous de forage et des puits individuels dans le socle est à même d'apporter une appréciable contribution à la production alimentaire si un grand nombre d'agriculteurs y participe. Il se pourrait qu'au Niger 100.000 familles cultivent probablement 25.000 hectares de terre au titre de cette méthode.

### 3.3.12.2 Conclusions

Dans le cas où on obtiendrait le financement nécessaire à la réalisation du projet de Kandadji, il est évident que toutes les ressources disponibles dans le domaine du développement agricole seront alors mobilisées dans ce sens.

Avec son potentiel de 140.000 hectares de terre irriguée situés sur les rives du fleuve Niger, l'aménagement de Kandadji ne maintiendra pourtant l'autonomie alimentaire du pays que tout juste au-delà de l'an 2000. Les responsables de la planification devraient s'efforcer de définir les possibilités d'augmenter la production agricole au-delà de celles dudit aménagement, et à ce compte rien ne semble s'opposer à ce que la mise en valeur en petit des considérables et toujours présentes ressources en eau souterraine soit entreprise immédiatement dans le but d'acquérir une précieuse expérience dans ce domaine tant prometteur.

La nécessité d'aménager les ressources en eau de surface est manifeste; du reste l'exécution d'un modèle mathématique des parties moyennes du fleuve Niger (du delta intérieur à la frontière nigériane) a été récemment financée (SOGREAH, 1978). Le modèle d'aménagement en question constitue un outil très puissant de planification et lorsqu'il sera étendu en amont au Mali et à la Guinée, on pourra alors définir la situation des ouvrages et des schémas d'irrigation avec beaucoup plus de précision qu'actuellement.

### 3.3.13 Nigeria

On estime qu'au Nigeria une superficie totale de 73 millions d'hectares peuvent bénéficier de l'irrigation pérenne ou de celle d'appoint. Les projets d'irrigation envisagés jusqu'à présent pour l'ensemble du pays visent à atteindre un total de 355.000 hectares vers l'année 1985, objectif d'ailleurs considéré comme trop faible d'au moins 250.000 hectares (Ministère de l'Agriculture du Nigeria, 1974).

Du total susvisé, on prévoit que vers la même année 1985 une superficie d'environ 300.000 hectares, de la partie du territoire nigérian comprise dans les régions de savane, bénéficiera de l'irrigation. On notera qu'en fonction des sites de retenues indiqués dans le Volume 5 de la série de rapports du projet, quelque 420.000 hectares de l'ensemble du territoire du Nigeria faisant partie de la savane, possèdent des aptitudes pour la mise en valeur agricole sous irrigation. Cependant, on dispose de très peu de renseignements à propos des dates prévues pour la construction des barrages, ce qui entrave la formulation de projections réalistes au sujet de la réalisation des aménagements.

### 3.3.14 Sénégal

Dans les années de précipitation normale, les importations de céréales représentent à peu près la moitié des besoins nationaux (260 à 330.000 tonnes par an pour les importations par rapport aux 850 à 920.000 tonnes pour la consommation). Ces importations de céréales sont constituées surtout de riz et de blé (Ediafric, 1978).

Compte donc tenu de ce considérable déficit en vivres alimentaires, il est clair que l'on doit s'efforcer de libérer la production agricole des incertitudes dues aux variations climatiques et également d'accroître la productivité.

Le développement sur grande échelle de l'irrigation dépend de la création d'emménagement de régulation sur les fleuves Sénégal, Gambie et Casamance. En l'absence de telles retenues, uniquement des périmètres restreints ont pu être aménagés en une agriculture irriguée entreprise rationnellement.

Vers le milieu de l'année 1977, la SAED (Société d'aménagement et d'exploitation des terres du delta du fleuve Sénégal) avait mis 9.600 hectares sous irrigation dans la vallée et la zone du delta du Sénégal. Par ailleurs, vers la fin de l'année 1976 et sous la direction de la SODEFITEX (Société de développement des fibres textiles) une superficie de 8.000 hectares était exploitée selon les techniques modernes d'irrigation dans la partie orientale du Sénégal et la Casamance continentale. D'autre part, la SOMIVAC (Société de mise en valeur agricole de la Casamance) assure le contrôle et la surveillance de la riziculture sur 7.000 hectares dans la Casamance (Ediafric, 1978).

Il semble qu'au Sénégal le périmètre total exploité sous irrigation moderne et selon la méthode de double culture se chiffre à environ 7.000 hectares, alors que 12.100 hectares portent une seule culture. L'irrigation d'appoint est faite sur 76.500 hectares, alors que l'arrosage traditionnel, tel que pratiqué par les agriculteurs d'Afrique avec aménagement minimum de l'écoulement, s'effectue sur 65.000 hectares (Ediafric, 1978).

#### 3.3.14.1 Projections pour l'an 2000

Après l'implantation du barrage de Manantali sur le fleuve Bafing au Mali (capacité de 10.000 millions de mètres cubes), implantation pour laquelle le financement est maintenant obtenu, l'emménagement de régulation ainsi constitué permettra d'arroser 280.000 hectares au moyen des eaux du fleuve Sénégal. Par ailleurs, l'adjonction, à Diama dans le delta du Sénégal, du barrage destiné à empêcher les intrusions salines ferait

passer la superficie irrigable à 428.000 hectares (Ediafric, 1978). Comme mentionné plus haut, cette superficie serait partagée entre les trois pays impliqués, soit 242.000 hectares pour le Sénégal, 45.000 pour le Mali et 141.000 pour la Mauritanie.

D'un autre côté, la construction des barrages suivants (munis d'écluses de navigation) est planifiée pour le développement de l'irrigation dans la Casamance, soit:

<u>Barrages</u>	<u>Hectares</u>
Bignona (C 2)	12.000
Bafila (C 1)	34.000
Kamobeul	32.000

Selon les prévisions, la superficie totale susceptible d'être arrosée dans la région de la Casamance se chiffre à 100.000 hectares, au rythme de 3.000 hectares par an.

Les ressources en eau du fleuve Gambie suffisent pour irriguer plus de 200.000 hectares. Ces ressources pourraient être partagées entre le Sénégal et la Gambie, la qualité des sols limitant toutefois les potentialités d'arrosage entre 80 et 120.000 hectares en Gambie.

L'exposé ci-dessus n'a pris en compte que les ressources hydrauliques offertes par les principaux cours d'eau. De toute évidence, l'aménagement de petites rivières et de l'écoulement sur de courtes distances, au moyen de petits barrages de retenue, permettrait d'étendre l'irrigation à d'autres secteurs.

On a procédé à l'estimation de la disponibilité des eaux souterraines à travers le Sénégal (BRGM, 1976). Les principaux aquifères pourraient

fournir d'importants volumes d'eau pour l'irrigation, sous réserve que les puits donnent les rendements appropriés.

<u>Formation</u>	<u>Volume annuel (millions de m<sup>3</sup>)</u>
Alluvion du fleuve Sénégal	50
Sable de dune - Dakar à Saint-Louis	210
Continental terminal	7.460
Socle	820
Calcaire marneux de l'éocène	720

### 3.3.14.2 Conclusions

On peut considérer que le barrage de Manantali ainsi que celui de Diama auront été achevés vers l'an 2000. L'emmagasinement ainsi régularisé par ces deux aménagements fera passer les potentialités du bassin du fleuve Sénégal à 428.000 hectares, dont 242.000 dans le pays du même nom. Les besoins en eau de l'ensemble de la superficie se décomposent comme suit:

<u>Pays</u>	<u>Superficie irriguée</u>	<u>Volume annuel (millions de m<sup>3</sup>)</u>
Sénégal	242.000 hectares	6.776
Mali	45.000 hectares	1.260
Mauritanie	141.000 hectares	<u>3.948</u>
	Total:	11.984

Ce volume représente 89 pour cent du débit de l'année sèche de récurrence décennale, et il correspond à une valeur maximale vu qu'il est pris en fonction de 12 mois d'irrigation par an avec une demande d'eau annuelle de 28.000 mètres cubes par hectare.

### 3.3.15 Sierra Leone

La superficie en riz, pour l'ensemble du territoire national, n'a pas augmenté entre 1960 et 1973, et elle s'est située à environ 340.000 hectares dont 16% (54.000 hectares) sont arrosées par les eaux de crues ou par des systèmes rudimentaires d'irrigation et de drainage.

S'agissant de la mise en valeur, l'effort vise essentiellement à améliorer la production du riz sous irrigation (deux récoltes par an) (BDPA/IRAT, 1976). Le CIEH ne détient pas de renseignement permettant d'établir l'évaluation affinée des possibilités d'irrigation de la Sierra Leone en l'an 2000.

### 3.3.16 Togo

L'exécution du barrage de Nangbéto (M1) sur la rivière Mono est prévue afin de régulariser les débits en vue de l'obtention d'énergie hydro-électrique. Mais, ce barrage fournira en même temps l'eau nécessaire à l'irrigation de 49.000 hectares, dont 16.000 à aménager au Togo et le reste au Bénin sur la rive gauche du cours d'eau.

Selon les estimations, près de 1.100 hectares de terre ont été considérés irrigables à la Fosse aux lions et à Païokou (BDPA, 1965), cela en sus des périmètres actuellement arrosés à Tantiégou et Cravillon. Par ailleurs, une autre superficie de 1.870 hectares est prévue pour être irriguée dans la vallée d'Oti (BDPA, 1968).

### 3.3.17 Haute-Volta

Le déficit alimentaire en Haute-Volta a été de 85.600 tonnes en 1973, année de très forte sécheresse. On estime que vers l'an 2000 la demande aura augmenté de 685.000 tonnes (Ediafric, 1978).

L'accroissement des aires exploitées sous agriculture pluviale, joint à la mise en oeuvre de meilleures méthodes de faire-valoir et de semences améliorées, pourrait résulter en une production capable de satisfaire cette demande dans les années de précipitation normale. Cependant, de sérieux déficits continueraient de se produire dans les années de sécheresse. Dans le but de mettre la population à l'abri de tels désastres le gouvernement voltaïque a décidé d'explorer tous les moyens d'utilisation, en vue de cultures en irrigué, des ressources relativement limitées en eau de surface, ce qui assurerait qu'une certaine portion de l'ensemble de la production agricole soit peu affectée par la variabilité du climat.

La superficie totale sous irrigation en Haute-Volta se chiffre aujourd'hui à 7.900 hectares, y compris 4.300 bénéficiant de l'irrigation pérenne. La double culture est pratiquée sur 3.200 hectares. L'un des deux principaux périmètres d'arrosage est représenté par celui de Banfora où 2.600 hectares sont consacrés à la canne à sucre. Ce périmètre se trouve d'ailleurs actuellement en cours d'agrandissement pour atteindre 4.000 hectares. L'autre périmètre est celui du Kou où 1.200 hectares sont cultivés en riz, dont 900 en double culture. Le solde des superficies comprend de petits schémas dans les bas-fonds, souvent liés à de petits barrages de retenue, où prévaut surtout le système d'irrigation après la décrue. De ces nombreux petits barrages, (plus de 300), plusieurs ne sont d'ailleurs pas utilisés jusqu'à leur complet potentiel.

### 3.3.17.1 Projections pour l'an 2000

Fernandez-Bustos (1975) donne un aperçu général des projets d'irrigation existants et prévus. L'auteur estime les superficies potentiellement irrigables en fonction des volumes d'eau et des sols disponibles, tel que montré sur le Tableau 28, ce potentiel étant du reste confirmé par la Direction de l'Hydraulique de Haute-Volta (1976):

Tableau 28. Superficies susceptibles d'être irriguées en Haute-Volta  
(Direction de l'Hydraulique de la Haute-Volta, 1976)

Situation	Superficie irrigable (hectares)
Volta Noire	35.000
Volta Rouge	10.000
Volta Blanche	37.000
Banfora	14.000
Plaines du sud-ouest	22.500
Petits barrages	12.500
Bas-fonds	21.000
Total	152.000

Par contre, d'autres évaluations, comme celles du Ministère de la Coopération française (1975) et d'Ediafric (1976), se placent à des paliers moins élevés, comme indiqué dans le Tableau 29 ci après:

Tableau 29. Superficies susceptibles d'être irriguées en Haute-Volta  
(Ministère de la Coopération française, 1975)

Bassin fluvial	Superficie maximum irrigable (hectares)	Superficie minimum irrigable (hectares)
Volta Noire	30.000	20.000
Volta Rouge	5.000	-
Volta Blanche	30.000	25.000

La superficie globale des terres susceptibles de se prêter à l'irrigation dans la partie amont de la vallée de la Volta Noire (à partir de l'affluent Kou jusqu'à l'émissaire Sourou) se chiffre à environ 200.000 hectares. Les ressources en eau constituent ici le facteur limitant, avec un débit annuel moyen de 1.000 millions de mètres cubes pour tomber à 500 millions de mètres cubes pour l'année sèche de récurrence décennale. L'implantation d'un ou plusieurs barrages de régulation permettrait d'arroser un peu plus de 30.000 hectares (Henry, 1975). Davantage en aval, à Noubiel (VII), les ressources en eau atteignent quelque 6.000 millions de mètres cubes dans une année moyenne. Une étude de faisabilité (Sofrelec, 1978) du potentiel hydro-électrique a été achevée pour ce site, mais les possibilités d'irrigation n'y sont que marginales en raison de l'inaptitude des sols.

Une étude détaillée de faisabilité du potentiel d'irrigation dans le bassin de la Volta Blanche (SOGREAH, 1978) indique qu'approximativement 30.000 hectares pourraient être irrigués au moyen des ressources hydrauliques de ce cours d'eau à écoulement non permanent, pourvu qu'un barrage de retenue soit placé à Bagré (V7), pas très loin en amont de la frontière ghanéenne. Le débit moyen de la Volta Blanche dans le voisinage de Bagré est de 1.000 millions de mètres cubes, alors que le débit de l'année sèche de récurrence décennale n'accuse que 425 millions de mètres cubes. Bien qu'une certaine quantité d'énergie hydro-électrique serait produite au barrage, il faudrait néanmoins utiliser une grande partie de cette énergie pour pomper l'eau vers les périmètres d'irrigation, vu que ces derniers se trouvent essentiellement situés à une cote plus élevée que la retenue.

Par ailleurs, on estime (Ediafric, 1978) que 15.000 hectares de terre pourraient être arrosés en vue de la culture du riz dans les vallées du Komoé, de la Volta Rouge, du Bougouriba et du Poni. Quant au potentiel pour l'irrigation traditionnelle, il est évalué à 30.000 hectares (Ediafric, 1978).

Trois formations aquifères sont indiquées (BRGM, 1976), soit:

1. Le continental terminal, qui existe sur plus de 11.380 km<sup>2</sup>, avec un réapprovisionnement annuel estimé de 430 millions de mètres cubes
2. Le socle, présent sur plus de 225.360 km<sup>2</sup>, avec un réapprovisionnement annuel estimé de 3.770 millions de mètres cubes
3. Les grès primaires et précambriens, existant sur plus de 32.290 km<sup>2</sup>, avec un réapprovisionnement annuel estimé de 1.960 millions de mètres cubes.

Le volume total de réapprovisionnement annuel estimé d'eau souterraine semble donc dépasser 6.000 millions de mètres cubes. Ce volume est du même ordre de grandeur que l'écoulement total de surface, et dans de nombreux cas il pourrait être incontestablement mis en oeuvre dans des schémas d'irrigation de très faible étendue. Il se pourrait qu'à l'avenir de tels schémas produisent une importante quantité de vivres alimentaires et augmentent les niveaux de vie dans de nombreuses parties du pays n'ayant pas accès aux aménagements d'irrigation de plus grande envergure.

### 3.3.17.2 Conclusions

Les superficies irrigables ci-dessus indiquées représentent un total de 91.000 hectares avec des besoins en eau de l'ordre de 2.000 millions de mètres cubes. La disponibilité en eau de surface en Haute-Volta est deux ou trois fois plus élevée que ce volume si l'on prend en compte le débit non jaugé s'écoulant sur une courte distance (274.200 km<sup>2</sup> avec une hauteur d'écoulement annuel moyen de 20 à 30 mm). La mise en valeur de ces ressources en eau impliquerait, cependant, l'implantation d'un nombre bien plus grand de barrages de régulation ainsi que la pleine utilisation de cette

eau dans chaque cas.

#### 3.4 Besoins en eau des régions de savane en l'an 2000

Les besoins totaux des régions de savane en eau d'irrigation ont été déterminés en multipliant les superficies prévues pour être irriguées pour chaque pays (cf. partie 3.3 plus haut), par la consommation d'eau par unité de surface telle que montrée sur le Tableau 22 de la section 3.2. ci-dessus. Les résultats ainsi obtenus sont indiqués dans le Tableau 30 plus loin.

En prenant en compte une superficie estimée de 2 millions d'hectares sous irrigation dans l'année 2000, on considère que les besoins en eau se situeront entre 40 et 50 millions de mètres cubes par an.

Tableau 30. Estimation des besoins en eau d'irrigation dans les régions de savane, en l'an 2000

Pays	Superficie irriguée (en milliers d'hectares)	Besoins annuels en eau (millions de mètres cubes)
Bénin	43	688
Cameroun	80	1.920
Empire Centrafricain	20	280
Tchad	72	1.728
Gambie	24	528
Ghana	436	5.232
Guinée	?	?
Guinée-Bissau	?	?
Côte-d'Ivoire	40	480
Mali	270 <sup>(1)</sup>	7.560
Mauritanie	140	3.920
Niger	140	3.920
Nigeria	420	9.240
Sénégal	242	6.776
Sierra Leone	?	?
Togo	20	280
Haute-Volta	91	2.002
TOTAL	2.038 +	44.554

(1) plus 217.000 hectares sous irrigation d'appoint.

## CHAPITRE 4

### INDUSTRIE

#### 4.1 Introduction

On estime que l'industrie, y compris l'exploitation minière, compte pour moins de six pour cent du produit national brut dans la région soudano-sahélienne. Par ailleurs, il a été estimé qu'au début des années 70 un total d'environ deux millions de tonnes de produits ont été manufacturés annuellement (MIT, 1974).

L'industrie de fabrication existant actuellement a pu satisfaire ses besoins en eau en s'installant soit dans les centres urbains où se trouve un approvisionnement en eau municipale (d'ordinaire à partir de l'eau de surface), ou soit dans les parties aval de grands cours d'eau, ou encore sur les rivages des lacs ou bien là où de substantiels volumes d'eau sont disponibles à partir des nappes souterraines. En absence de l'étude affinée de chaque aménagement industriel particulier, il n'est pas possible d'établir une sûre estimation du volume annuel total d'eau utilisé. La consommation unitaire pour toutes les industries varie considérablement de moins de 20 mètres cubes à plus de 100 mètres cubes d'eau par tonne de produit. Si une plus forte unité était employée pour estimer la consommation industrielle totale, le volume total d'eau généralement mis en oeuvre par an serait d'à peu près 200 millions de mètres cubes, soit l'équivalent d'un débit de seulement 6 mètres cubes par seconde.

S'il est évident que l'actuel ainsi que le futur emplacement des industries reste subordonné à la proximité de sources d'eau naturelle, il ne semble pas pour autant que la disponibilité d'eau constitue une contrainte à l'ensemble de la mise en valeur industrielle et minière. D'autre part, comme la croissance

moyenne de l'industrie de fabrication, telle que montrée dans l'étude MIT (1974), n'est apparemment que d'environ un pour cent par an, on s'attend donc à ce que l'augmentation dans l'immédiat de la demande d'eau dans ce domaine soit faible.

#### 4.2 Besoins en eau en l'an 2000

Une grande diversité de facteurs influe sur la future demande d'eau industrielle. En outre, un grand nombre de ces facteurs dépend de futures décisions politiques se rapportant à l'aménagement industriel et minier, décisions souvent prises en dehors des régions de savane.

Pour les fins du présent rapport, seulement une estimation générale des besoins en eau industrielle est donc donnée, sur la base de l'hypothèse que ces besoins constitueront 25 pour cent de la demande en eau urbaine vers l'an 2000. Bien entendu, ces données n'ont qu'une valeur indicative. Le Tableau 31 indique ces besoins en fonction de ceux calculés pour la population des petites villes et des grandes villes tels que représentés sur le Tableau 15.

Tableau 31. Estimation des besoins d'eau industrielle dans les régions de savane, en l'an 2000

Pays	Besoins en eau (millions de m <sup>3</sup> /an)
Bénin	42
Cameroun	28
Empire Centrafricain	47
Tchad	36
Gambie	4
Ghana	64
Guinée	71
Guinée-Bissau	7
Côte-d'Ivoire	40
Mali	48
Mauritanie	4
Niger	22
Nigeria	705
Sénégal	120
Sierra Leone	9
Togo	30
Haute-Volta	41
Total	1.318

## CHAPITRE 5

### ENERGIE HYDRO-ELECTRIQUE

#### 5.1 Introduction

L'étude exhaustive du futur développement hydro-électrique dans la savane exige que des recherches affinées soient entreprises par des ingénieurs aidés d'économistes familiers avec la production d'énergie. La mise en valeur hydro-électrique est déterminée en fonction de la demande d'énergie électrique en général. L'estimation de la future consommation d'énergie électrique sur la base de la croissance du passé ne semble pas être importante dans les pays de la savane où l'énergie électrique représente moins de deux pour cent de l'énergie totale consommée actuellement.

En ce moment, la structure du marché de l'énergie électrique dépend de la présence ou de l'absence des industries utilisant cette énergie dans chaque pays. Cet aspect explique les grandes différences dans la consommation par habitant, telle que montrée dans le Tableau 32. Par exemple, en 1971 l'aménagement industriel d'aluminium de l'Alucam au Cameroun a consommé 82 pour cent du total d'énergie électrique produite dans le pays. Au Ghana, la fonderie d'aluminium de la Valco a absorbé 74 pour cent de l'énergie produite en 1968 par le barrage d'Akosombo. Dans une large mesure, les activités minières conditionnent donc le développement des potentialités hydro-électriques. Les projections de la future demande d'énergie ne peuvent conséquemment être réalistes que si on se trouve à même de prévoir la mise en valeur des gisements minéraliers. Ce développement dépendra, évidemment, non seulement de l'envergure et de la valeur des gîtes mais également du coût de l'énergie électrique et de la situation du produit concerné sur le marché mondial.

Une autre particularité du marché de l'énergie électrique consiste

Tableau 32. Croissance, par habitant, du produit national brut (P.N.B.) et de la consommation d'énergie électrique de 1971 à 1976 dans les pays de la savane

Pays	P.N.B. (en dollars U.S.)			Energie électrique (en KWH)		
	1971	1976	Coefficient <sup>(1)</sup>	1971	1976	Coefficient
Bénin	94	133	1,41	12	17	1,42
Cameroun	170	309	1,81	190 <sup>(2)</sup>	213 <sup>(2)</sup>	1,12
Empire Centrafricain	117	231	1,97	31	27	0,87
Tchad	77	123	1,60	11,7	12,4	1,06
Gambie	133	183	1,37	34	75	2,21
Ghana	286	584	2,04	380 <sup>(3)</sup>	393 <sup>(3)</sup>	1,03
Guinée	71	154	2,16	117	117	1,00
Côte-d'Ivoire	345	609	1,76	144	159	1,20
Mali	54	101	1,87	6,6	13,7	2,08
Mauritanie	167	340	2,03	16,5	27,3	1,65
Niger	84	156	1,86	9,2	14,9	1,62
Nigeria	147	380	2,58	20	49	2,45
Sénégal	183	386	2,10	72	80	1,11
Togo	134	261	1,94	48	44	0,91
Haute-Volta	57	115	2,01	5,9	9,1	1,54
Moyenne	141	271	1,92	73	83	1,14

#### Notes

- (1) Le coefficient reliant le P.N.B. de 1971 à celui de 1976 ne représente qu'un indicateur pour comparer l'évolution du P.N.B. des pays entre eux, sans considérer la variation dans la valeur de l'unité monétaire durant la période de temps considérée.
- (2) En faisant abstraction de la consommation de l'Alucam, la consommation per capita au Cameroun tombe à 34,2 kWh en 1971 et à 38,3 kWh en 1976, ce qui alors concorde avec la consommation des autres pays dans la région.
- (3) En ne prenant pas en compte l'énergie utilisée par la fonderie de Valco, la consommation par habitant au Ghana se ramènerait pour 1971 et 1976 à 99 et 102 kWh, respectivement. Bien que ces valeurs soient plus élevées que celles des autres pays dans la région, elles sont néanmoins réduites à 84 et 87 kWh, respectivement, lorsque l'on considère l'exportation d'énergie électrique vers des pays voisins comme le Togo et le Bénin.

dans la concentration très élevée des consommateurs dans un petit nombre de centres urbains. C'est ainsi qu'au Cameroun, où en 1971 l'Alucam a absorbé 82 pour cent de l'énergie, les villes de Douala, Yaoundé et Edéa ont compté pour 90 pour cent du reste. Au Nigeria, la ville de Lagos, en 1974, a utilisé 51 pour cent de la production totale d'énergie électrique et 87 pour cent de l'énergie électrique non industrielle. En 1974, Abidjan, en Côte-d'Ivoire, consommait 95 pour cent de l'énergie électrique totale produite dans le pays.

Enfin, on notera que les statistiques de consommation par habitant risquent d'induire en erreur, même lorsqu'il s'avère possible de distinguer entre consommation industrielle et non industrielle, vu que très peu de gens, y compris dans les villes principales, bénéficient d'un quelconque accès au réseau électrique. A ce propos, c'est un fait connu que dans la savane de l'Afrique Occidentale, mêmes ceux avec emploi permanent et revenu régulier les plaçant dans une situation économique relativement privilégiée et assurée, au-dessus de la moyenne, ne disposent pas des moyens pécuniaires nécessaires au raccordement de leur domicile au réseau urbain de distribution électrique.

Il importe donc que les projections de la future demande d'énergie soient établies non seulement en fonction de prévisions réalistes et sûres du développement minier et industriel (une seule entreprise peut doubler instantanément la demande dans la plupart des pays de la zone), mais également en prenant en compte la future capacité d'achat de la population urbaine, sans oublier celle du paysan ou du villageois dans le cas où on considérerait l'électrification rurale.

L'une des principales justifications de l'implantation d'aménagements hydro-électriques est le coût croissant des carburants, ce qui rend les aménagements en question de plus en plus attrayants. A ce propos, on soulignera

également que de nombreux pays des régions de savane sont sans accès à la mer. Leurs importations de pétrole dépend donc des installations portuaires de pays voisins et de très longues voies de transport routier ou ferroviaire vers les centrales à combustion de mazout ou à moteur diesel dans les centres urbains. Cette situation augmente le coût de la production d'énergie thermique à des niveaux prohibitifs, tout en rendant, par ailleurs, l'approvisionnement incertain dans l'éventualité de conjonctures politiques défavorables. Le coût estimatif actuel de la production du kWh d'énergie au mazout et au diesel dans les pays sahéliens sans côtes marines varie de 11 à 15 francs CFA et de 24 à 26 francs CFA, respectivement, par comparaison à celui allant de 7 à 13 francs CFA par kWh pour l'énergie hydro-électrique.

Il convient de ne pas perdre de vue que l'obtention d'énergie à partir de sources hydro-électriques implique généralement la régulation du débit de cours d'eau afin d'augmenter une production assurée d'énergie. Ce qui signifie que les débits d'étiage des cours d'eau concernés sont augmentés de façon sensible, rendant ainsi possible l'irrigation de vastes superficies. En conséquence, cet aspect fera que de nombreux projets hydro-électriques seront vraisemblablement justifiés.

Dans ces conditions, il semble qu'il faudrait reconsidérer certaines conclusions, faites avant la crise du pétrole, concernant la faisabilité économique de la mise en valeur hydro-électrique à des sites déjà identifiés (cf. Volume 5). Nombre de ces études, croit-on, seraient jugées dans une optique bien plus favorable non seulement dans le cas où on entreprendrait une comparaison avec les centrales à combustion de pétrole, mais également dans celui où on prendrait en compte des lignes de transport plus longues, en association avec les bénéfices qu'en retirerait la production agricole.

Le nombre relativement restreint d'aménagements hydro-électriques réalisés dans les régions de savane se trouvent dans une large mesure dans

les bassins du Bas-Niger et de la Volta où la puissance installée d'environ 2.000 MW produit quelque 7.000 GWH par an. Par ailleurs, les travaux de construction sont en cours et/ou le financement a été obtenu pour des aménagements supplémentaires possédant une capacité de 3.200 MW pour la production d'à peu près 21.000 GWH par an pour l'ensemble des régions de savane. La plus grande partie de ces nouveaux équipements se trouvera au Ghana, en Guinée, et au Nigeria. L'ampleur d'une production additionnelle d'énergie est limitée à un potentiel connu d'environ 12.000 MW ou 65.000 GWH par an.

Les bassins versants présentant le plus haut potentiel identifié pour la production d'énergie hydro-électrique sont les petits bassins sur la côte sud-ouest, le bassin de la Volta, la vallée du Haut Niger, du Niger moyen et du Bas Niger, et le bassin de la Haute Bénoué.

Dans l'exposé qui suit, les possibilités de mise en valeur hydro-électrique dans la savane sont envisagées pour chaque pays. Quant au développement entrepris dans ce domaine dans le passé, l'Organisation de l'Unité Africaine (1968) en fait état sur la Planche 41 dans l'Atlas International de l'Afrique Occidentale.

## 5.2. Mise en valeur hydro-électrique envisagée

La situation, par pays, de la mise en valeur hydro-électrique envisagée et possible est donnée ci-après.

### 5.2.1 Bénin

La consommation d'énergie électrique a été de 54 GWH en 1976 (Notes d'information, Banque Centrale des Etats de l'Afrique de l'Ouest, 1978). Le Bénin et le Togo sont reliés par la Communauté Electrique du Bénin (C.E.B.), l'énergie étant approvisionnée par le barrage d'Akosombo au Ghana, conformément

aux dispositions d'un contrat de 15 ans visant la fourniture de 50 MW sur une ligne de 335 kilomètres de long allant dudit barrage à Cotonou en passant par Lomé. Au nord, le Mokrou et le Sota, deux affluents du Niger, offrent deux petits sites pour la production d'énergie hydro-électrique - Sota (N 12), Dyogouda (N19), et Koudou (N 20). En raison de la faible densité démographique dans la partie Nord du Bénin, toute énergie électrique obtenue serait probablement partagée avec le Niger. Aucun site possible pour l'hydro-électricité ne semble avoir été identifié sur l'Ouémé, le principal cours d'eau du Bénin.

Il y a tout lieu de penser que le projet de Nangbeto (M1) sur le Mono sera réalisé, avec des bénéfices considérables pour le Bénin non seulement sur le plan hydro-électrique, mais également sur celui de l'irrigation de grandes étendues de terre (voir aussi "Togo" plus loin).

#### 5.2.2 Cameroun

La consommation d'énergie électrique du Cameroun s'est chiffrée à 900 GWH en 1975 surtout par suite de son utilisation par Alucam et les villes de Douala, Yaoundé et Edea, toutes situées hors des limites des régions de savane. Au sein de ces dernières, le site offrant davantage de potentiel pour l'hydro-électricité est celui de Natchoumi (SA 1) sur la Sanaga, qui se trouve actuellement à l'étude; la capacité en est de 203 MW. Sur le fleuve Bénoué, en un point à 50 kilomètres de Garoua, le barrage de Lagdo (BE 6) se trouve en construction; sa capacité installée sera de 72 MW avec une production d'énergie de 350 GWH par an (Léonard, 1977). Plus au sud du Cameroun, il existe des possibilités pour quatre aménagements de taille moyenne (L7 - L11) sur la Vina, un tributaire rive gauche du fleuve Logone.

Les sites de production d'énergie hydro-électrique dans la partie de la savane comprise dans le territoire camerounais possèdent un potentiel

dépassant 300 MW (soit plus de 1.500 GWH par an). Même si un ou plusieurs de ces emplacements à l'étude venaient à être abandonnés, il semble que seront néanmoins identifiés d'autres sites convenant à une mise en valeur économique.

La zone montagneuse possède une haute précipitation (plus de 1.500 mm) et son altitude élevée permettrait d'obtenir vraisemblablement 45 à 55.000 GWH, de sorte qu'il semble que ladite zone pourrait devenir une grande exportatrice d'énergie électrique vers d'autres régions du pays moins favorablement dotées de cette ressource naturelle.

Il s'ensuit que la demande d'énergie électrique susceptible de se manifester en l'an 2000, y compris la possibilité d'exploitation de la bauxite près de Ngaoundere, ou autre mise en valeur minière, pourra être satisfaite plus vraisemblablement par des centrales productrices d'énergie hydro-électrique.

### 5.2.3 Empire Centrafricain

L'actuelle consommation d'énergie électrique s'élève à environ 50 GWH par an. La centrale hydro-électrique de 20 MW sur le M'bi aux chutes de Boali alimente Bangui en énergie. Cependant, l'emmagasinement de régulation est insuffisant et la capitale doit également dépendre d'une installation au diesel de 10 MW.

Le pays ne possède aucun autre aménagement hydro-électrique, mais les sites identifiés jusqu'ici pourraient être mis en valeur afin de produire approximativement 2.750 GWH à partir d'une capacité installée de 440 MW. Tous ces sites se trouvent près des limites ou au sud des régions de savane, et ils englobent des emplacements à hauts potentiels (200 à 300 GWH) sur l'Oubangui, le Lobaye et la Sangha. A noter que le barrage sur l'Oubangui

apporterait des bénéfices dans le domaine de la navigation.

Outre Bangui, huit autres centres urbains sont alimentés en énergie électrique à partir de groupes électrogènes au diesel d'environ 4 MW. A moins que l'exploitation du minerai de fer ne soit entreprise à Bogoin-Danera (où selon les estimations il existe 3,5 millions de minerai pur contenant 62,4% de fer), les chances de développement de ce haut potentiel hydro-électrique s'avèrent très minces. D'autres activités dans le domaine minier regroupent une certaine quantité d'uranium à Bakouma, de la pierre calcaire pour une cimenterie à Bangui-Fatima (120.000 tonnes par an, selon les prospections), et du cuivre à N'Gadé.

#### 5.2.4 Tchad

La consommation d'énergie électrique au Tchad totalise 50 GWH par an (1976), le tout produit par des centrales thermiques.

Il a été déterminé depuis longtemps qu'il était possible d'installer une capacité hydro-électrique de 27,5 MW aux chutes de Gauthiot (BE 7) dans le voisinage de la frontière avec le Cameroun. Cet équipement, conjointement avec celui de Goré (L6) sur le Pendé, serait à même de fournir 300 GWH par an, ce qui équivaut à six fois l'actuelle consommation d'énergie électrique. Bien entendu, il faudrait transporter cette énergie dans la zone de N'Djamena sur une distance d'à peu près 350 kilomètres. Cette difficulté, associée à l'absence d'industrie pour absorber l'énergie en excès, explique le peu d'enthousiasme apporté dans l'aménagement de ces sites.

Ailleurs au Tchad, il semble que malgré la présence de grands fleuves comme le Chari et le Logone, il y a peu de possibilité de produire de l'énergie hydro-électrique, en raison des faibles pentes de ces cours d'eau et leur étiage de la saison sèche.

#### 5.2.5 Gambie

La partie du fleuve Gambie s'étendant dans le pays du même nom comporte très peu de pente et offre peu de possibilité pour la production d'énergie hydro-électrique, mise à part évidemment une centrale installée au fil de l'eau avec une faible hauteur de chute. Lahmeyer (1978) suggère la possibilité d'une capacité installée de 20 MW au barrage à fins multiples de Yelitende (G 1), y compris l'exclusion du sel et l'irrigation.

L'implantation de ce barrage de Yelitende devrait être étudiée concurrentement avec des barrages de régulation sur le bassin amont du fleuve Gambie au Sénégal, là où existent de considérables potentialités pour la production d'énergie hydro-électrique (voir également "Sénégal" plus loin). La mise en place d'un emmagasinement de régulation au Sénégal rendrait évidemment le site de Yelitende bien plus attrayant, vu que le débit de sécurité serait alors considérablement augmenté. Les coûts d'aménagement des sites amont s'avèrent très élevés et la mise en valeur dans le proche avenir ne sera entreprise que dans le cas où l'exploitation minière ou autres activités industrielles seraient entamées. Il se pourrait cependant qu'à long terme les déficits alimentaires justifient la création d'emmagasinement de régulation pour les besoins de l'irrigation.

#### 5.2.6 Ghana

En 1976, la production d'énergie électrique au Ghana s'est chiffrée à 4.000 GWH. La plus grande partie de cette énergie est venue du barrage d'Akosombo (V2) sur le fleuve Volta, barrage dont la capacité installée ultime s'élève à 912 MW. Le gros de cette énergie est mise en oeuvre dans la réduction de l'alumine importée en aluminium, bien que le pays possède en propre des

dépôts considérables de bauxite. L'importation de l'alumine (y compris des U.S.A.) restera économiquement favorable aussi longtemps que le coût de l'énergie produite par le barrage d'Akossombo est maintenu à peu près à son prix de revient, soit donc l'un des plus faibles tarifs dans le monde.

Un aménagement hydro-électrique supplémentaire (184 MW) se trouve en cours de construction sur la Volta Noire à Kpong (V1) en aval d'Akosombo. Par ailleurs, un autre site est activement étudié en ce moment à Bui (V10) non loin au sud de la frontière voltaïque (150 MW). Cet emplacement est en compétition avec celui de Numbiel (V 11) que le Ghana et la Haute-Volta aménageraient conjointement (70 MW).

Même après avoir déduit la très grande consommation d'énergie de la fonderie de Valco, l'utilisation d'énergie électrique par habitant au Ghana demeure plus élevée que celle de nombreux pays dans les régions de savane. Cette situation résulte des efforts considérables entrepris après l'indépendance en vue de la création de petites industries.

L'énergie électrique est également exportée d'Akosombo aux pays voisins, Togo et Bénin.

#### 5.2.7 Guinée

La consommation d'énergie électrique en Guinée a atteint 500 GWH en 1976. Le potentiel de production d'énergie hydro-électrique est évalué à 63.2 TWH par an, avec une production assurée de 13.6 TWH par an. Le Konkouré compte pour 40 pour cent de ce potentiel (KON 1 et 2, etc.), le reste étant réparti entre les cours d'eau côtiers et les parties amont du Sénégal et du Niger.

Cet immense potentiel d'énergie est proportionné aux dépôts

immensément riches de bauxite et de minerai de fer de la Guinée qui placent le pays en tête de ceux détenteurs de ces ressources minérales dans le monde (13.750 millions de tonnes de bauxite, 15.600 millions de tonnes de minerai de fer). Dans ces conditions on peut donc se rendre compte que le potentiel hydro-électrique ne sera mis en valeur que si la conjoncture économique sera jugée favorable. Par ailleurs, la Guinée possède de l'or, des diamants, de l'uranium, du cuivre, du chrome, du manganèse, du béryllium, du platine, du graphite, etc., autant de gisements dont l'exploitation implique une demande supplémentaire d'énergie.

#### 5.2.8 Guinée-Bissau

La Guinée-Bissau est un pays de terres plates avec des caractéristiques minimales de relief. Il en résulte donc que la production d'énergie électrique ainsi que les possibilités de cette production demeurent extrêmement limitées. Etant donné que le CIEH ne dispose pas des renseignements se rapportant à la situation de l'énergie hydro-électrique en Guinée-Bissau, cet aspect ne peut donc pas être traité ici.

#### 5.2.9 Côte-d'Ivoire

Au cours de la dernière décennie, le taux de croissance de la demande d'énergie électrique s'est élevé à 17 pour cent par an, et vers 1976 la production d'énergie a été 13 fois plus grande qu'en 1960. La consommation d'énergie électrique en Côte-d'Ivoire a totalisé 1.110 GWH en 1976, dont 343 GWH venant de centrales hydro-électriques dans les proportions suivantes:

Ayamé - 1	72.5 GWH
Ayamé - 2	120.4 GWH
Kossou	150.5 GWH

Kossou (B 1) avec une capacité installée de 175 MW est situé sur la

Bandama à la limite sud de la savane, tandis qu'Ayamé (en dehors des régions de savane) alimente Abidjan, la capitale, en énergie.

Des centrales hydro-électriques sont actuellement en construction au sud de la limite de la savane, l'une à Taabo sur la Bandama (210 MW) devant être achevée en 1979, et l'autre à Buyo sur le Sassandra prévue pour entrer en fonctionnement en 1980. Selon les prévisions, chacun de ces aménagements fournira 1 TWH par an, triplant ainsi la production du moment de la Côte-d'Ivoire.

Il n'est pas sans intérêt de noter qu'au nombre des 166.312 usagers du réseau de distribution électrique, le plus gros consommateur (27 GWH) en 1976 a été la Compagnie des Textiles de Gonfreville, située à Bouaké au sein du périmètre des régions de savane.

En outre, on dispose d'un considérable potentiel hydro-électrique supplémentaire dans le nord du pays, sur les affluents du Niger ainsi que sur le Komoé. Il se pourrait que les futures activités minières comprennent le minerai de fer près de Man (l'équivalent de 340 millions de tonnes de boulettes), une certaine quantité d'or dans la même zone, et 150 millions de tonnes de nickel à Touba, Fongouesso et Sipilou.

#### 5.2.10 Mali

La consommation d'énergie électrique y est d'environ 80 GWH par an, avec une capacité installée de 22.7 MW, dont la moitié fournie par des centrales hydro-électriques approvisionnant les villes de Bamako, Ségou et Kayes:

<u>Site</u>	<u>Bassin versant</u>	<u>Capacité installée (en MW)</u>
Sotuba (N 40)	Niger	5.6
Sansanding (N 34)	Niger	1.5
Férou	Sénégal	0.5

On notera que la capacité installée à ces trois sites se situe bien au-dessous de leur potentiel. C'est ainsi que Félou, par exemple, possède un potentiel de 50 MW (400 GWH). Aux trois emplacements, l'actuelle demande ainsi que la capacité de l'emmagasinement de régulation sont insuffisantes pour justifier une mise en valeur additionnelle.

Cependant, la production malienne d'énergie hydro-électrique connaîtra une augmentation dans le proche avenir. A ce propos, le barrage de Selingué (N 41) dont la construction est presque achevée sur le Sankorani, avec sa capacité installée de 45 MW et une production potentielle de 200 GWH par an, fera plus que tripler la capacité de production du pays, tout en fournissant en même temps l'emmagasinement de régulation pour l'irrigation de 60.000 hectares de terre en double culture. Un autre bénéfice à retirer de cet emmagasinement consiste dans le fait qu'il permettra d'augmenter de 30 GWH par an la production de la centrale de Sotuba, faisant ainsi passer la capacité installée de 5,6 MW à 12 MW.

Avant même d'achever l'implantation du barrage de Selingué il a été décidé de démarrer les travaux du barrage de Manantali (S9) sur le Bafing, affluent du fleuve Sénégal. Cet équipement de grande envergure vise essentiellement à constituer l'emmagasinement de régulation pour l'arrosage de 470.000 hectares au Mali, en Mauritanie et au Sénégal, tout en produisant 800 GWH d'énergie électrique par an et tout en assurant que le fleuve Sénégal dispose d'un tirant d'eau suffisant pour la navigation vers l'aval jusqu'à Kayes.

Ce potentiel hydro-électrique de 800 GWH par an (production assurée de 100 MW) est appelé à être entièrement absorbé par l'industrie locale du minerai de fer dont la mise en valeur dépend de l'exécution du barrage. Dans le cas où le Mali et le Sénégal augmenteraient la production des boulettes de fer à 15 millions de tonnes par an, il faudrait alors développer davantage le potentiel hydro-électrique de cette partie du bassin versant du Sénégal dont la capacité est de l'ordre de 500 MW (4 TWH par an).

#### 5.2.11 Mauritanie

La production d'énergie électrique en Mauritanie s'est chiffrée à 40 GWH en 1976, le tout venant de centrales thermiques.

Dans le bassin du fleuve Sénégal, le Gorgol et ses tributaires n'offrent aucune indication de possibilité de développement hydro-électrique. La seule qui existe consisterait à installer des centrales au fil de l'eau, sur le fleuve Sénégal, avec une faible hauteur de chute. Aucun emplacement pour de tels aménagements n'a été apparemment déterminé à cette date, et on notera par ailleurs que le fleuve s'écoule à une grande distance des principales zones minières du nord ainsi que de Nouakchott, la capitale du pays.

#### 5.2.12 Niger

En 1976, la consommation d'électricité au Niger n'a atteint que 68 GWH au Niger. Le principal centre consommateur de cette énergie, Niamey, a été raccordé au réseau national du Nigeria depuis l'année 1976. Le charbon, actuellement exploité dans le voisinage des vastes mines d'uranium de l'Alt est appelé à fournir vraisemblablement toute l'énergie nécessaire à cette activité économique vitale dans la partie septentrionale du pays.

Bien qu'aucun équipement hydro-électrique n'ait été réalisé au Niger, trois sites ont cependant été identifiés en vue de la production de cette énergie: deux sites sur le fleuve Niger lui-même et le troisième sur le Mékrou, un affluent rive droite dont les eaux sont partagées avec le Bénin (cf. 5.2.1 ci-dessus).

Kandadji (N 25) constitue le principal site sur le Niger, non loin en aval de la frontière avec le Mali, là où le débit moyen de 1000 m<sup>3</sup>/s et le relief permettraient de constituer un emmagasinement de régulation suffisant en vue de la production annuelle de 1.500 GWH. Une récente étude de

faisabilité (Safrelec, 1978) a d'ailleurs montré que ce barrage autoriserait également l'irrigation de 140.000 hectares de terre dans la vallée du Niger. La capacité définitive installée d'un ordre de grandeur de 300 MW sera fonction du choix fait finalement de la côte de la retenue. Cette sélection ne peut s'effectuer qu'en accord avec l'autorité malienne vue que les effets de remous se feraient sentir au Mali et que l'implantation du barrage inondera des terres agricoles et réduira la potentialité de production d'énergie hydro-électrique du site de Labezenga (N26) en amont.

Le deuxième site sur le fleuve Niger se trouve à W (N 22), au nord de la frontière du Bénin. Ce site offre un débit d'eau un peu plus élevé que celui de Kandadji, mais par contre presque aucun volume de régulation. Le débit venant d'une centrale installée ici au fil de l'eau ne deviendrait réellement attrayant que dans le cas où l'aménagement de Kandadji serait exécuté et fournirait la capacité de régulation voulue. La capacité qu'il serait possible d'installer serait alors de 84 MW pour 526 GWH par an.

Le troisième site potentiel, sur le Mékrou à Dyogouda (N 19), est partagé avec le Bénin. Il se pourrait que la capacité installée y atteigne 26 MW avec une production annuelle de 15 GWH.

Les sites de barrage à Kandadji, W, et Dyogouda sont situés à 150, 125 et 150 kilomètres, respectivement, de la capitale Niamey. Il a été avancé (Dossier: L'énergie dans les états ACP, 1978) que les 1.500 GWH produits par le seul équipement de Kandadji satisferaient la demande d'électricité du Niger jusqu'à l'année 2010.

Il est probable que si le barrage de Kandadji doit être construit, la principale justification de cette exécution sera la nécessité d'entreprendre l'irrigation sur une vaste échelle afin d'assurer l'auto-suffisance à l'avenir. La mise en valeur hydro-électrique constituera un bénéfice ajouté, destiné à aider à répartir les coûts élevés d'exécution (60.000 millions de francs CFA 1978) du barrage, soit un item représentant peut-être 25 pour cent du coût total de l'aménagement de l'irrigation.

#### 5.2.13 Nigeria

Le Nigeria se suffit à lui-même du point de vue production d'énergie électrique, et il exporte de l'électricité aussi loin que Niamey, au Niger. Une centrale hydro-électrique de grande envergure fonctionne au barrage de Kainji, le Niger,

avec une puissance potentielle de 960 MW (N 11). Cet équipement, avec sa considérable capacité d'emmagasinement, 15 millions de mètres cubes, est exploité de manière à satisfaire les besoins de la charge de pointe du réseau national lui-même alimenté par des groupes électrogènes fonctionnant avec des combustibles fossiles.

Dans le but de répondre à la demande croissante de l'industrie et de l'exportation, et à l'effet d'étendre l'électrification aux petites villes, d'autres centrales se trouvent actuellement en construction. Au nombre de ces aménagements, on citera une importante installation thermique à Sapele (720 MW en 1980), des groupes électrogènes avec turbines à gaz (600 MW), et les schémas hydro-électriques suivants prévus pour entrer en service entre 1981 et 1984.

<u>Site</u>	<u>Bassin versant</u>	<u>Capacité installée (en MW)</u>
Lakoja (N 1)	Niger	1.950
Shiroro (N 2)	Kaduna	600
Jebba (N 10)	Niger	560

La capacité installée à chacun de ces sites sera augmentée jusqu'aux valeurs indiquées, au fur et à mesure de l'accroissement des besoins, l'actuelle demande de pointe étant plus élevée que la capacité du réseau, ce qui conduit à du délestage. Cette situation est largement due au fait que la capacité n'a pas été augmentée en proportion du boom pétrolier du Nigeria. Cependant, une suite d'années de sécheresse a également réduit considérablement la production du barrage de Kainji où la puissance de crête est tombée récemment à 520 MW.

On peut prévoir que dans un avenir à plus long terme, des centrales hydro-électriques avec plus faible hauteur de chute seront installées sur la Bénoué, au site de Makurdi (BE 3), 600 MW, et ailleurs et vraisemblablement sur le fleuve Niger lui-même.

Les centrales sur le Niger, comme celles de Kainji et de Jebba (en cours de construction), seront soumises à des modifications quant aux conditions de leur exploitation, au fur et à mesure que l'irrigation au Mali et au Niger apporte des changements dans le régime des cours d'eau. A ce propos, on peut se rendre compte que le Nigeria bénéficierait de l'extension aval du modèle mathématique d'aménagement du bassin versant actuellement en cours d'établissement pour les parties moyennes du fleuve.

#### 5.2.14 Sénégal

La consommation d'électricité au Sénégal a été de 480 GWH en 1976. Les besoins essentiels en énergie électrique sont satisfaits par une grande centrale thermique (118 MW) à Dakar, avec des interconnexions avec des villes plus petites dans la partie occidentale du pays.

Aucun aménagement hydro-électrique n'a été exécuté au Sénégal. En effet, bien que le fleuve Sénégal constitue une importante ressource d'eau, il s'étend néanmoins selon une surface plane sur environ 500 kilomètres à partir de la mer et n'est donc pas utilisable dans ce secteur à des fins hydro-électriques. Les possibilités offertes par les parties amont du fleuve Sénégal dans le domaine de l'hydro-électricité se trouvent en dehors du Sénégal, au Mali et aussi en Guinée. La mise en valeur conjointe du bassin du Sénégal avec le Mali, la Mauritanie et la Guinée implique tout d'abord la réalisation du barrage de Manantali (S 9) qui pourra fournir 842 GWH par an. Ce potentiel passera à 1.600 GWH par an avec l'aménagement de Gounina (S 5) et l'équipement additionnel du Félou (S 4). Selon les prévisions, ces barrages pourront satisfaire les besoins régionaux jusqu'à l'an 2000, avec 350 GWH par an pour le minerai de fer et la bauxite, et 600 GWH par an pour les activités agro-industrielles appelées à se développer par suite de l'impulsion résultant de la mise sous irrigation de 450.000 hectares de terre dans les trois pays.

La Falémé à Gourbassi (S 14) offre la possibilité d'y entreprendre un projet international sur la frontière sénégal-malienne avec une capacité de 113 MW. Par contre, le fleuve Casamance, en raison des caractéristiques du relief, ne présente aucune potentialité pour la mise en valeur hydro-électrique.

Le développement de la production de l'énergie hydro-électrique sur le territoire sénégalais lui-même doit nécessairement se faire, si tant est, sur le bassin amont du fleuve Gambie. Des emplacements de barrage y ont été identifiés à Kekreti (G 3) et à Kedougou (G 4), et étudiés à Sambangalou (G 5), représentant une capacité installée totalisant 200 MW et une production annuelle d'à peu près 1.000 GWH. Tous ces sites sont à plus de 500 kilomètres des centres industriels de Dakar et de Saint-Louis, mais ils seraient aménagés dans le cas où on viendrait à décider d'exploiter les dépôts locaux de minerai de fer. L'emmagasinement de régulation obtenu à ces emplacements bénéficierait à la Gambie qui serait alors à même d'accroître considérablement son agriculture en irrigué.

L'exécution du barrage de Manantali a été maintenant décidée, surtout dans le but d'obtenir l'eau d'irrigation. La réalisation des aménagements dans les parties amont du bassin du fleuve Gambie n'a pas encore été démarrée et elle semble devoir dépendre davantage de l'avancement des activités minières plutôt que de plans visant à développer l'irrigation.

#### 5.2.15 Sierra Leone

En 1973, la capacité totale installée de production d'énergie électrique s'est chiffrée à 83,5 MW, dont seulement 3 pour cent d'énergie hydro-électrique. De cet ensemble, 46 pour cent appartenaient à des compagnies minières, 3 pour cent à des entreprises privées, et 51 pour cent à la Electricity Corporation of Sierra Leone (Kaplan, 1976).

Les possibilités hydro-électriques en Sierra Leone sont très favorables. C'est ainsi qu'une capacité totale de 1.150 MW a été identifiée jusqu'ici, avec 20 emplacements offrant chacun plus de 20 MW. Le principal site, Bambura, sera probablement aménagé lorsqu'il aura été décidé d'entreprendre la transformation de la bauxite en aluminium plutôt qu'en alumine, cette transformation en aluminium réclamant beaucoup plus d'énergie électrique. La réduction de l'alumine en aluminium s'effectue actuellement en Suisse (Alusuisse).

#### 5.2.16 Togo

La consommation d'électricité du Togo a été de 101 GWH en 1976, la plus grande partie obtenue de l'énergie hydro-électrique produite à Akosombo au Ghana (voir 5.2.6 plus haut). Il semble qu'il n'existe au Togo qu'une petite installation hydro-électrique à Kpime (SI 1), produisant environ 1,6 MW et alimentant Lomé en un courant hautement variable et de faible puissance (0,8 à 4,2 GWH par an).

L'aménagement de Nangbeto (M1) envisagé sur le Mono, et qui doit être construit par la Communauté Electrique du Bénin, possède un potentiel hydro-électrique qui a été variablement estimé à 130 GWH par an et 500 GWH par an. L'énergie produite à Nangbeto sera partagée avec le Bénin, et des accords sont déjà intervenus entre les deux pays afin de démarrer rapidement les travaux de construction dès que le financement aura été obtenu. De plus, il devrait être possible d'implanter un ou peut-être deux autres barrages de grande envergure sur le Mono en amont du site actuel, barrages susceptibles d'alimenter la région d'Atacora au moyen d'un réseau rural.

Par ailleurs, la rivière Kara (V3), un affluent de la Volta dans l'extrême nord, offre un faible potentiel capable de fournir 36 GWH par an (7 MW).

La possibilité d'installer plusieurs centrales au fil de l'eau, avec faible hauteur de chute, sur le Bas Mono en aval du barrage de régulation de Nangbeto, a été également considérée (Sofrelec, 1963). Cette solution augmenterait la capacité de l'aménagement lorsque la demande s'accroîtrait au Togo ou au Bénin. Cet équipement de Nangbeto bénéficierait grandement à l'agriculture, puisque rendant possible l'arrosage de plus de 40.000 hectares de terre au Bénin et au Togo en augmentant le débit de la saison sèche qui est à peu près nul actuellement.

#### 5.2.17 Haute-Volta

En 1976, la consommation d'électricité en Haute-Volta a été de 51 GWH. Aucun aménagement hydro-électrique n'a été réalisé jusqu'à présent. En absence de toute importante activité minière prévisible exigeant la mise en oeuvre d'énergie électrique peu coûteuse, le pays pourrait utiliser de petites quantités d'énergie hydro-électrique afin de remplacer l'énergie obtenue de combustibles importés, mais la demande pour l'énergie est faible. Les affluents du fleuve Volta, dont les bassins versants recouvrent à peu près la moitié de la Haute-Volta, charrient de faibles débits et offrent peu de possibilités sous le rapport de l'emmagasinement et de la hauteur de chute d'eau. Les sites potentiels se trouvent à Noumbiel (V11) et à Samandeni (V13) sur la Volta Noire (70 MW), avec bien moins de possibilités à Bagré (V7) sur la Volta Blanche (7 MW), à Badadougou (K1) sur le Komoé et à Pama sur le Pendjari. Parmi ces emplacements, seulement Bagré et Samandeni présentent des potentialités pour l'irrigation, car Noumbiel se trouve loin au sud de tout périmètre irrigable en Haute-Volta.

Le projet de Bagré comprend la mise sous irrigation de 30.000 hectares de terre, mais le gros de l'énergie produite au barrage serait utilisé pour refouler l'eau par pompage vers les secteurs à arroser, lesquels sont essentiellement positionnés au dessus du barrage.

L'important site de Noubiel ne peut pas être mis en valeur indépendamment du Ghana, étant donné qu'il s'étend sur la frontière entre les deux pays et qu'il se trouve à environ 400 kilomètres de Ouagadougou et 300 kilomètres de Bobo-Dioulasso, les principaux centres consommateurs d'énergie électrique. On notera également ici l'existence de variantes de sites compétitifs au Ghana, tout particulièrement à Bui (V10).

Le fameux gisement de manganèse de Tambao (12 millions de tonnes de minerai avec 55% de manganèse) est situé dans le nord, très loin des lieux offrant des possibilités de production hydro-électrique en Haute-Volta. Cependant, cette région pourrait bénéficier de l'exécution du barrage de Kandadji au Niger ou de celle du barrage de Tassaye au Mali, les deux sur le fleuve Niger.

### 5.3 Résumé

Le Tableau 33 donne un résumé de la situation, par pays, de l'énergie hydro-électrique dans les régions de savane, soit: la production de cette énergie en 1978, les projections de la production en 1983 lorsque les barrages en construction seront achevés, et l'estimation du potentiel total de production tel qu'actuellement déterminé. Il est entendu que les renseignements portés dans ledit tableau se rapportent uniquement à la partie du territoire de chacun des pays énumérés faisant partie de la savane. A titre de comparaison, la consommation totale d'énergie électrique pour l'ensemble de chaque pays est indiquée dans la dernière colonne du même tableau, sur la base des données fournies par Notes d'Information, BCEAO (1978) et par Francou (1978).

Tableau 33.

Situation, par pays, de l'énergie hydro-électrique dans les régions de savane

Pays	Production d'énergie hydro-électrique en 1978		Projections de la production d'énergie hydro-électrique en 1983		Potentiel total de production d'énergie hydro-électrique		Consommation d'énergie électrique en 1976
	mW	GWH/an	mW	GWH/an	mW	GWH/an	GWH/an
Bénin	-	-	?	?	100	800	54
Cameroun	15?	90?	87	440	335+	1.975+	900
Empire Centrafricain	20	50	20	50	440	2.750	50
Tchad	-	-	-	-	80	300	50
Gambie	-	-	-	-	20	20	27
Ghana	912 <sup>(1)</sup>	4.000	1.250	8.000	1.250	8.000	4.000
Guinée	24	28	1.000	8.000	1.000+	13.600	500
Guinée-Bissau	-	-	?	?	50?	200?	?
Côte-d'Ivoire	180	530	180	530	1.730	6.630	1.110
Mali	< 10	30	200	1.100	850	5.400	80
Mauritanie	-	-	-	-	20	100	40
Niger	-	-	-	-	410	2.100	68
Nigeria	600	2.400	2.500	10.000	5.000	20.000	3.200
Sénégal	-	-	-	-	205	1.000	480
Sierra Leone	2.5	15?	5	15		1.150	84
Togo	1.5	1 - 4	?	?	90+	600+	101
Haute-Volta	-	-	-	-	65	380	51
Totaux approximatifs	1.800	7.000	5.000	28.000	12.000	65.000	11.000

(1) Puissance de pointe à Akosombo, capacité réelle 735 MW.

## CHAPITRE 6

### PECHE ET NAVIGATION

#### 6.1 Pêche

Comme précisé en 2.6 dans le Volume 5 de la série du présent rapport, la pêche dans les plans d'eau intérieurs apporte une importante contribution à la production alimentaire dans les régions de savane. La pêche actuelle du poisson dans ces régions est estimée à environ 450.000 tonnes par an. Par comparaison, la production de la viande de boeuf et de veau se chiffre à un peu plus de 500.000 tonnes par an. Dans les pays sahéliens, le poisson et la viande sont consommés en quantités égales (Ediafric, 1978), et il a été relaté (FAO) que dans l'ensemble du bassin du Niger, davantage de protéine vient du poisson que du cheptel animal.

Le Tableau 34 présente, pour certains pays de la savane, l'estimation de la superficie des plans d'eau intérieurs (en période de crues) ainsi que le nombre de personnes se livrant à plein temps aux activités de la pêche.

Compte tenu de la pression démographique croissante, on s'attend à ce que, dans le cadre de leurs efforts visant à atteindre l'autonomie alimentaire, de nombreux pays entreprennent une considérable expansion de la production de la pêche. Ces efforts nécessiteront l'instauration ou l'amélioration de la gestion des pêcheries, tant pour les espèces captives que cultivées.

En règle générale, la mise en valeur des ressources en eau aux fins d'irrigation ou de production d'énergie électrique conduit à la diminution des déversements par-dessus les berges et à celle des plaines d'inondation; ces deux facteurs, prévoit-on, peuvent réduire sensiblement la prise du poisson, situation qui ne s'accompagnera pas nécessairement d'un

Tableau 34. Plans d'eau intérieurs et nombre de personnes se livrant à la pêche dans les régions de savane

<u>Pays</u>	<u>Plans d'eau intérieurs (en milliers d'hectares)</u>	<u>Nombre de pêcheurs</u>
Bénin	100	
Tchad	3.500	70.000
Gambie	150	
Ghana	850 <sup>(1)</sup>	20.000 <sup>(1)</sup>
Mali	3.600	40.000
Mauritanie	100	
Niger	400	4.000
Nigeria	790	
Sénégal	400	
Haute-Volta	120	3.000

(1) Lac Volta seulement

accroissement équivalent de la production de la pêche dans les lacs de retenue. Par ailleurs, il importe de tenir compte également des polluants qui s'introduisent inévitablement dans les cours d'eau lorsque l'irrigation est pratiquée sur grande échelle ou là où s'effectue un développement industriel et minier. En conséquence, il est d'une importance vitale que de minutieuses études soient conduites de l'impact sur l'environnement de projets d'aménagement des ressources en eau, tout en mettant particulièrement l'accent sur les incidences susceptibles de se manifester vraisemblablement sur les ressources halieutiques, avant de décider de la réalisation des projets en question. De plus, il faudra prévoir des allocations de fonds afin de créer des opportunités d'emploi pour les grandes agglomérations de pêcheurs qui risquent d'être affectées par les aménagements hydrauliques de large envergure, partout où on peut prévoir que ces derniers réduiront les prises de façon marquée. Il se peut également que le recasement s'avère nécessaire là où de vastes plans d'eau sont créés par les lacs de retenue, ce qui impliquera probablement tant le déplacement des pêcheurs dans la zone à submerger que celui des populations dont les moyens de subsistance disparaîtront dans les parties aval désormais appauvries par le nouveau régime des cours d'eau.

Les éventuelles répercussions sur les activités de la pêche, par suite de variations dans le régime des cours d'eau, variations résultant de la nature et de l'intervention de l'homme, font l'objet de l'exposé ci-après dans le cadre d'une série d'illustrations tirées des régions de savane. En raison de l'absence de statistiques dans de nombreux cas, les exemples donnés doivent être pris sous l'angle de la valeur qualitative.

- L'exécution du barrage de Kainji sur le fleuve Niger au Nigeria a eu pour résultat la perte de superficies considérables de la plaine d'inondation aussi loin en aval que la confluence avec la Bénoué, et la pêche du poisson a diminué entre 47 et 75 pour cent de sa valeur initiale (Welcomme, 1975).

On ignore si cette perte se trouve compensée ou non par la production de poisson dans le lac de Kainji.

- La plaine d'inondation de la Basse Volta a complètement disparu après la réalisation du barrage d'Akosombo. Avant cette construction, la pêche des palourdes (*Egeria radiata*) avait constitué une importante activité économique, occupant quelque 2.000 pêcheurs à plein temps. Cette pêche a complètement disparu sous l'effet des nouvelles conditions de débit constant; sa valeur avait été estimée en 1964 à plus de 250.000 dollars U.S. par an (Maxon, 1969). D'autres activités halieutiques ont été également réduites considérablement dans la plaine d'inondation. Cependant, on estime que dans le lac Volta récemment créé l'ensemble des activités liées à la pêche a grandement augmenté. C'est ainsi que selon les évaluations 20.000 personnes s'adonnent en ce moment à l'industrie de la pêche dans ce réservoir, le plus vaste fait par la main de l'homme, par comparaison aux 2.000 antérieurement. Après un boom initial de 60.000 tonnes, les prises ont diminué brutalement à 10.000 tonnes, pour cependant remonter à nouveau à 42.000 tonnes en 1971 (Obeng, 1975).

- La construction du port de Cotonou, au Bénin, a eu un effet imprévu sur l'importante industrie halieutique établie au lac Nokoué. L'établissement du brise-lames a provoqué l'interruption du transport littoral de sable de l'ouest vers l'est, ce qui a occasionné que l'exutoire du lac Nokoué vers l'océan est resté ouvert de façon permanente au lieu d'être fermé pendant la saison sèche. Il s'en est suivi un affouillement du chenal, avec pour conséquence l'introduction dans le lac de grandes quantités d'eau de mer. Cette pénétration saline en soi n'aurait apparemment pas modifié la situation de la pêche dans le lac, si elle n'avait pas favorisé en même temps l'entrée des perce-bois à partir de l'océan. En détruisant rapidement les poteaux en bois (akadjis) placés dans le lac afin d'obtenir la concentration de la population de poissons, ces insectes ont modifié la situation économique de la pêche à un point tel que cette industrie, jadis florissante,

a presque cessé d'exister (Thomson, 1971). Dans le but d'empêcher que le pont de Cotonou ne soit miné par affouillement, on a donc décidé d'établir un barrage au travers du chenal. Cet aménagement interdira effectivement l'intrusion saline, et on peut s'attendre à ce que les activités des perce-bois cessent. Par contre, le barrage empêchera la migration des écrevisses vers la mer pour la reproduction et cette importante activité (100 tonnes annuellement), peut-on prévoir, disparaîtra. De plus, ce barrage entravera les caractéristiques de migration des espèces de poisson.

On notera que la plaine d'inondation de l'Ouémé, en amont du lac de Nokoué est souvent citée comme un modèle d'équilibre harmonieux entre l'agriculture et la pêche, étant "l'une des plaines d'inondation la plus intensivement exploitée en Afrique au moyen des méthodes traditionnelles. Elle supporte avec succès la charge de troupeaux de bétail, ainsi que celle des cultures maraîchères et de rapport, conjointement avec un plan d'eau pour la pêche intensive pendant la saison sèche et un plan d'eau pour la pêche extensive aux époques de crues" (Welcomme, 1975).

- La sécheresse qui a prévalu dans le Sahel a provoqué la réduction de la superficie des plaines d'inondation, avec parallèlement une dramatique diminution des prises de poisson. C'est ainsi qu'à Mopti, sur le fleuve Niger (au Mali), la pêche a connu une diminution de plus de 50 pour cent entre 1968 et 1973. Par ailleurs, au Tchad, où on avait observé un spectaculaire accroissement des prises par suite de la concentration du poisson dans un lac de taille grandement réduite, on rapporte que le nombre de personnes engagées dans les activités halieutiques a diminué de 50 pour cent; une similaire situation est enregistrée au Sénégal (FAO, 1976).

Les incidences de la sécheresse sur les plaines d'inondation et les effets immédiats sur la population de poisson indiquent clairement ce qui risquerait de résulter de la régulation des débits des cours d'eau au moyen de barrages de retenue. On ne saurait trop insister pour que cette

importante ressource qu'est cette population soit minutieusement prise en compte à l'occasion des travaux visant à obtenir d'autres bénéfices des ressources en eau disponibles dans les régions de savane.

## 6.2 Navigation

Le mouvement des biens en Afrique Occidentale, particulièrement dans le cas des pays sans accès à la mer, s'effectue dans une large mesure vers le nord, de la côte aux principaux centres urbains. Aucune impulsion n'a été donnée à l'établissement d'échanges importants est-ouest. L'existence d'aménagements ferroviaires subventionnés et un réseau routier bénéficiant d'une amélioration graduelle, aménagements et réseau restant d'ailleurs largement sous-utilisés, ont généralement suffi à assurer le mouvement des biens des ports maritimes vers l'intérieur des terres. Dans de nombreux cas, les chemins de fer offrent des routes plus courtes entre ces ports et les villes de l'intérieur que les voies fluviales, et ils sont souvent moins coûteux.

Bien que dans certains secteurs les routes constituent le moyen de transport préféré pendant certaines parties de l'année, ces routes peuvent cependant devenir impraticables dans la saison pluvieuse alors qu'en même temps une voie fluviale voisine se révèle navigable. Mais, à l'exception du Nigeria, la navigation toute l'année sur les voies d'eau intérieures est limitée à des situations spécifiques où des biens de faible valeur sont transportés par bateau vers des têtes de ligne, sans avoir recours à des améliorations fluviales particulières.

Dans les voies fluviales où existent des obstacles à la navigation, sous forme de rapides ou de profondeurs insuffisantes, l'investissement dans des ouvrages ou des travaux de dragage se révèle d'ordinaire non économique, à moins que cet investissement se justifie par la nécessité de transporter de

grandes quantités de minerais ou s'il s'agit de barrages à fins multiples (énergie hydro-électrique, irrigation) surtout lorsqu'ils sont munis d'écluses, ce qui peut leur permettre de faciliter la navigation fluviale dans des secteurs localisés.

On notera que les études et les informations détaillées à propos du secteur transport dans la savane sont largement désuètes ou, s'agissant spécialement d'un bassin régional, non existantes. Les renseignements fournis ici sur la navigation et le transport fluvial résultent de la compilation de la documentation et des données disponibles au C.I.E.H., et ces renseignements sont indiqués séparément pour chaque bassin. On recommande fortement que soient entreprises d'autres analyses exhaustives des modes du mouvement des biens et des interdépendances des incidences des investissements, nouveaux ou potentiels (notamment pour les barrages d'irrigation, la mise en valeur minière), afin de maximiser les bénéfices venant des investissements en question.

#### 6.2.1 Fleuve Sénégal

Le fleuve Sénégal, d'une longueur totale de 1.800 kilomètres, est navigable de l'océan à Kayes au Mali, sur donc une distance de 948 kilomètres. La ville de Kayes peut être atteinte du 20 août au 20 septembre par des navires avec un tirant d'eau de 4,5 mètres; du 1er août au 15 octobre par ceux avec un tirant d'eau de 3 mètres; et de la mi-juillet au début de novembre par ceux avec un tirant d'eau de 1,8 mètres. Le fleuve est ouvert toute l'année de l'océan à Podor (265 kilomètres) aux navires ayant un tirant d'eau de 3 mètres (Bezinkov, 1971).

L'actuelle limitation imposée à la navigation par les hauteurs d'eau est due au sable, au gravier et aux filons-couches rocheux. Lorsque le barrage Manantali (S9) se trouvera à même de régulariser le débit à  $300 \text{ m}^3/\text{s}$

à Makel, la situation sera davantage favorable, mais il faudra néanmoins entreprendre le dragage, la régularisation du cours d'eau et l'élimination des roches pour permettre la circulation toute l'année de navires et des convois possédant un tirant d'eau significatif. Ces travaux nécessiteront de l'entretien et le chenal exigera un système amélioré de signalisation. Le comité consultatif de l'Office de la Mise en Valeur du Sénégal (OMVS) a recommandé qu'une administration de la navigation fluviale soit créée à cette fin (Ediafric, 1976).

Au cours des années 60, le tonnage transporté sur le fleuve Sénégal est demeuré constant, 25 à 30.000 tonnes par an, alors que la capacité de la flotte était estimée à deux fois ce chiffre. Au cours des années de sécheresse, le trafic est tombé à 14.000 tonnes, car les routes sont restées praticables pendant de plus longues périodes de temps (Hubbard, 1973).

A part les restrictions de tirant d'eau dans le chenal, une autre difficulté majeure s'opposant au développement du fleuve Sénégal en tant que voie d'eau consiste dans le fait qu'en raison de la barre à l'embouchure du fleuve, les marchandises doivent être transportées par route et par rail entre Dakar et Saint-Louis.

Une étude de 1977 par Lacker and Partner (citée dans Ediafric, 1978) entreprise pour l'aménagement de la voie fluviale estime comme suit les futurs volumes du trafic, en présupposant un débit régulier de  $300 \text{ m}^3/\text{s}$  en aval du barrage de Manantali:

	<u>Années</u>		
	<u>1983</u>	<u>1990</u>	<u>2000</u>
Trafic fluvial (produits pétroliers et marchandises) (en milliers de tonnes)	319	661	1.562
Trafic total (terrestre et fluvial) (en milliers de tonnes)	1.444	2.025	3.599

L'exploitation de la mine de phosphate au Mali engendrera un trafic supplémentaire de 800.000 tonnes à partir de la région de Kaedi.

Par ailleurs, l'un des objectifs du barrage de Manantali consiste à fournir l'eau pour la mise sous irrigation de quelque 400.000 hectares de terre. L'augmentation dans la production devrait conduire au transport annuel d'environ 630.000 tonnes de produits agricoles et biens connexes, transport que la présence de la voie d'eau devrait faciliter.

L'énergie électrique obtenue à Manantali peut trouver un débouché dans l'industrie minière avec la production d'alumine et probablement d'aluminium à partir de la bauxite du Mali, également avec la préparation du minerai de fer en provenance des gisements de Falemé au Sénégal. Ces deux possibilités sont hypothétiques, puisque dépendant largement de la situation du marché mondial pour ces produits (Hubbard, 1973). La décision d'aller de l'avant avec la production d'alumine pourrait occasionner le mouvement annuel de 735.000 tonnes et celui de plusieurs millions de tonnes à la fin du siècle actuel (Ediafrie, 1978).

Si 400.000 hectares de terre sont appelés à être arrosés avec les eaux du fleuve Sénégal, il faudra que non seulement le barrage de Manantali soit exécuté mais qu'également, à un certaine phase, le barrage de Diama (S1) dans le delta soit réalisé. Ce dernier aménagement, destiné

à limiter l'intrusion saline de la mer vers l'amont aux stations de pompage pour l'irrigation, aura peu d'effet sur la navigation, en dehors du passage de celle-ci par une écluse et en dehors de l'intensification du mouvement des produits agricoles, tant au Sénégal qu'en Mauritanie.

Les estimations du moment du coût d'aménagement de la voie fluviale en fonction du trafic résultant de la régulation et de l'irrigation, avec les barrages de Manantali et de Diama en fonctionnement, s'élèvent à 100 millions de dollars U.S. y compris ceux de construction des ports fluviaux à Rosso, Richard-Toll, Dagana, Podor, Boghé, Kaedi, Matam, Bakel et Ambidédi, ainsi qu'à Kayes, et un port fluvio-maritime à Saint-Louis.

Ce coût se compare avec celui des deux barrages: 300 millions de dollars U.S. pour Manantali inclus la centrale hydro-électrique et la ligne de transport d'énergie, 100 millions de dollars U.S. pour Diama, et la mise en place d'un considérable réseau routier dans ces deux cas. Selon les prévisions, le développement de l'irrigation coûtera 8.000 dollars U.S. par hectare. Le coût de la superficie totale de 75.000 hectares dont l'aménagement est envisagé pour être achevé vers 1990 s'élèvera donc à 600 millions de dollars U.S. Environ 40 pour cent du capital nécessaire à ce projet de très large envergure ont été constitués jusqu'ici (Ediafric, 1978).

Il est évident que l'implantation du réseau de transport du bassin du fleuve Sénégal semblerait devoir dépendre d'un programme de développement complètement intégré. Cependant, les paramètres sont d'une telle complexité et tant de facteurs sont si difficiles à évaluer (comme par exemple la future demande pour les minerais) que si un quelconque progrès doit être fait il faudra prendre des décisions d'aller de l'avant avec certains éléments sans pour autant avoir la certitude que les autres suivront nécessairement. C'est ainsi qu'il a été arrêté d'avancer le barrage de Manantali, sans tenir compte de la possibilité ou non d'obtenir un marché pour l'énergie. La réalisation

de cet aménagement, à son tour, affectera la navigation sur la voie fluviale, vu que le débit régulier d'eau lui sera bénéfique, mais le gros du transport de minerai ou d'alumine risque de ne pas se matérialiser. Cependant, la nécessité absolue d'accroître la production alimentaire dans la région justifie que pareilles décisions aient été prises.

#### 6.2.2 Fleuve Gambie

Ce cours d'eau est navigable une partie de l'année sur 200 kilomètres en amont jusqu'à Kaur, par des bateaux de charge de 3.000 tonnes, et de Kaur à Fatoto par des remorqueurs avec barges allant jusqu'à 300 tonnes. Le fleuve et ses affluents représentent la principale voie de transport dans la Gambie. Dans la période 1975-1976 un total de 136.000 tonnes a été transporté sur le fleuve, ce qui équivaut à plus de 50 pour cent de l'ensemble du tonnage passant par le port maritime de Banjul (Ediatic, 1978).

Le PNUD, dans un rapport préliminaire à propos de la mise en valeur du bassin du fleuve Gambie, fait les suggestions suivantes dans le cadre des mesures à prendre afin d'améliorer le transport fluvial: réaliser le dragage d'un chenal de 6 mètres de Banjul à Kaur de manière que des navires de 3.000 tonnes puissent être utilisés tout au long de l'année, et effectuer le dragage d'un chenal de 3,5 mètres de Kaur à Fatoto pour des charges de 300 tonnes.

On suppose qu'à une phase ultérieure, dépendant des décisions prises à propos de l'exploitation du minerai de fer de Falemé et de la régulation du débit à Kékretti et ailleurs au Sénégal, un chenal de 9 mètres soit établi dans le fleuve Gambie pour permettre le transport du minerai de Kuntaur à Banjul sur des navires de 10.000 tonnes. On pense que cette variante pour le mouvement du minerai de Falemé directement à Port Sédar par chemin de fer entraînerait une réduction de 130 millions de dollars U.S.,

ou de 17 millions de dollars U.S. annuellement dans l'investissement total de capitaux. Le minerai serait alors transporté par rail à Kuntaur (Ediafric, 1978).

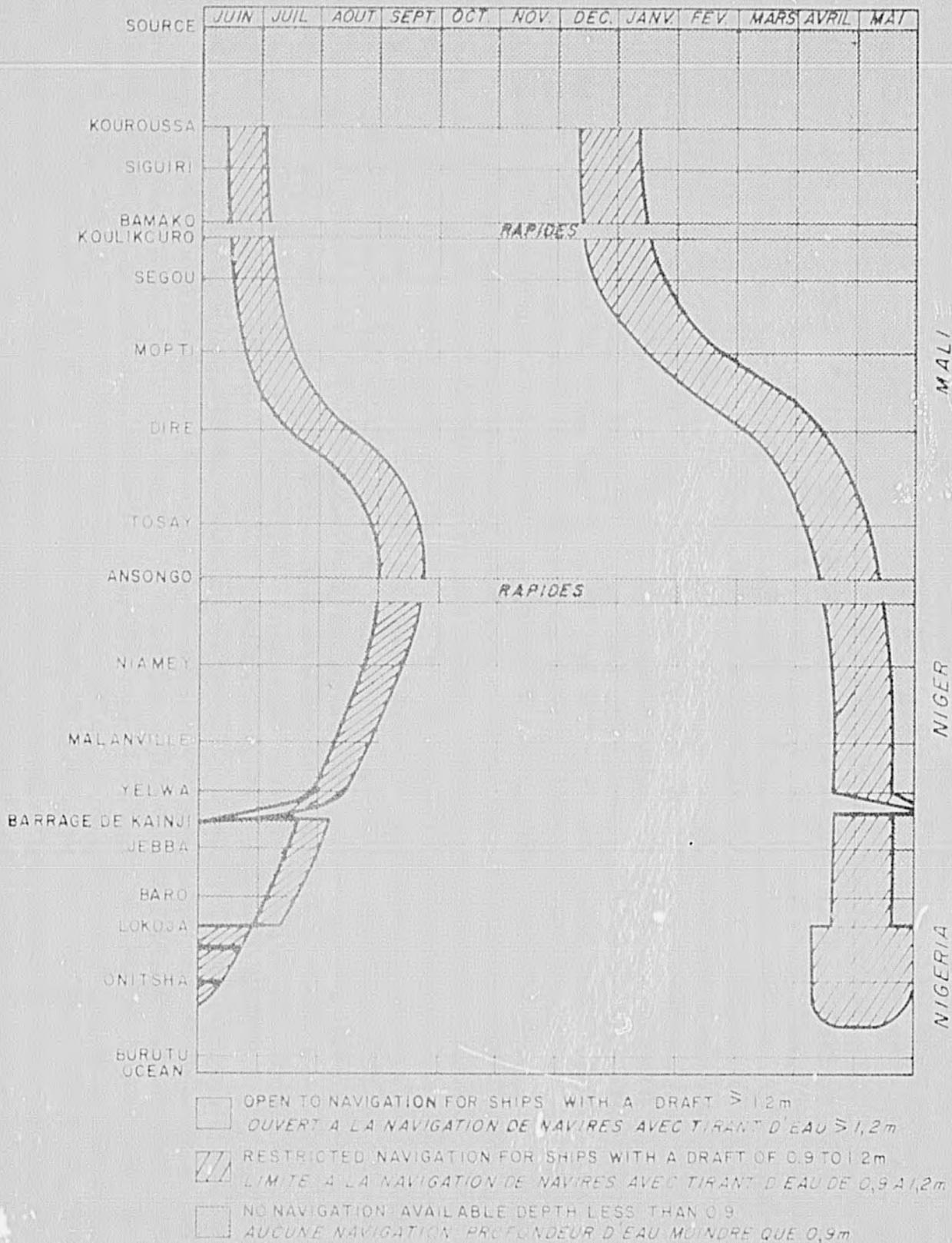
### 6.2.3 Fleuve Niger

Dépendant de la saison, la navigation est possible sur 75 pour cent ou 3.100 kilomètres de la longueur du fleuve. Ce dernier est divisé en quatre biefs navigables séparés par trois séries de rapides situées comme suit:

- de Bamako à Koulikouro au Mali
- à Ansongo en aval du delta intérieur au Mali
- de Yelwa à Jebba au Nigeria

Le barrage hydro-électrique de Kainji (N11) a été établi au milieu de la dernière série de rapides. La régulation des débits qui en est résulté a ouvert le fleuve à la navigation en aval, tandis que le lac lui-même est bien entendu navigable. L'actuelle navigabilité du Niger est illustrée dans la Figure 1, qui avait initialement apparu dans NEDECO (1959) et qui a été modifiée ici pour prendre en compte le barrage de Kainji.

La construction de barrages à fins multiples à Kandadji (N25) et à Ansongo au Mali, ainsi que la mise en place d'écluses simples et d'écluses à sas, élimineraient le problème des rapides d'Ansongo et permettraient le transport fluvial aussi loin en amont que Koulikouro au Mali (lui-même relié par fer à Dakar). Cependant, même en postulant que ces barrages arriveraient à assurer totalement la régulation des débits, la partie en amont de la confluence avec la Bénoué resterait fermée, pendant environ trois mois de chaque année, à des tirants d'eau de plus de 1,4 mètres, vu que le débit moyen à long terme ne suffit pas pour garantir une profondeur d'eau minimale dans les tronçons critiques de transition entre deux courbes du fleuve (Sofrelec, 1978).



NAVIGABILITY OF THE NIGER (NEDECO, 1959)  
 NAVIGABILITE DU FLEUVE NIGER (NEDECO, 1959)

FIG-1

Dans un avenir à plus long terme, au fur et à mesure que les eaux sont détournées du fleuve pour l'irrigation, au Mali et au Niger, il deviendra nécessaire de sacrifier la navigabilité au profit de la production alimentaire. Par ailleurs, le pont Gaya-Malanville au Niger constitue un obstacle supplémentaire au transport fluvial, mais pour l'instant le trafic sur les biefs du fleuve sur le territoire nigérien reste de toute façon limité à de grands bateaux locaux à moteur.

Au Nigeria, le fleuve est navigable toute l'année par de grands bateaux fluviaux jusqu'à Onitsha et pendant à peu près dix mois jusqu'à Yelwa. Des voies d'eau permanentes relient le Niger, la Bénoué et les lagunes côtières aussi loin que Cotonou au Bénin. En raison de la compétition entre la voie routière et la voie ferrée, seulement une partie du potentiel du transport fluvial intérieur est mise en oeuvre.

Au Mali, le transport sur courte distance est essentiellement concentré entre Koulikouro (tête de ligne Dakar-Niger) et Segou où la production agricole est assemblée. Ce bief a une longueur de 160 kilomètres. Le transport sur longue distance s'effectue entre Koulikouro et Gao, soit sur plus de 1.308 kilomètres. Au cours de la saison de navigation de 1964-65 un total de 71.500 tonnes a été manutentionné, correspondant à 23,8 millions de tonnes kilométriques. Ces chiffres montrent, par rapport à 1958-59, une considérable diminution des transports sur longue distance, vu que pour un tonnage total similaire le nombre de tonnes kilométriques est passé de 31,5 à 23,8. On a estimé que le matériel à ce moment-là n'a été utilisé qu'à 19 pour cent de sa capacité (Gautier, 1967).

Le transport fluvial au Niger est presque inexistant. Avant la construction du pont de Gaya en 1958, une barge de 50 tonnes assurait le service entre Malanville et Niamey. Ce service est tombé en désuétude lorsque le pont en question a permis le passage du trafic routier venant de Parakou.

Des pirogues, dont certaines avec moteurs hors bord (seulement 4,5 pour cent en 1967), transportent une charge annuelle estimée à 6.000 tonnes, surtout vers Niamey, mais également localement entre Say, Kollo, Libore et Niamey. Une certaine quantité de poisson fumé est importée du Mali le long du fleuve. Le transport du poisson se fait aussi du Mali au Nigeria, tandis que le bois de construction, importé du Nigeria, est amené par voie d'eau à Niamey (Gautier, 1967).

Ce n'est qu'au Nigeria où le transport fluvial est organisé, efficace et hautement lucratif. De juin à octobre les navires circulent surtout sur la Bénoué. De novembre à avril ils assurent le mouvement des produits de l'hinterland aux ports deltaïques de Burutu et de Warri. Les convois sont à même de transporter jusqu'à 4.500 tonnes sur une distance de 210 mètres.

Plusieurs compagnies du secteur privé se partagent le trafic fluvial; leur capacité totale en 1956 se chiffrait à 31.000 tonnes. Pour ladite année, les trois principales flottes ont transporté 250.000 tonnes sur le Bas Niger et la Bénoué. De ce total, seulement 90.000 tonnes ont été transportées en amont. Pour un mouvement total annuel de 275.000 tonnes de marchandises, on a estimé que le trafic avait atteint 210 tonnes métriques par kilomètre en 1962. La compétition s'exerce activement et le matériel convient bien à ses fins. Avant l'exécution du barrage de Kainji, les coûts du transport avaient été évalués à 2,5 francs CFA par tonne métrique et, selon les projections, baisseraient de 15 pour cent après la régulation du fleuve par le barrage (Gautier, 1967).

#### 6.2.4 Rivière Bénoué

La rivière Bénoué est navigable de sa confluence avec le fleuve Niger jusqu'à si loin que Garua au Cameroun, soit une distance d'environ 1.500 kilomètres à partir du port de Burutu sur l'océan. Les profondeurs

d'eau suffisent pour des tirants de 2 mètres jusqu'à ce point, pendant une période de moins de trois mois chaque année, d'août à octobre.

Au Nigeria, les principaux ports fluviaux sur la Bénoué regroupent, en allant vers l'amont, Makurdi, Ibi, Numan et Yola. Ces ports sont accessibles pendant des périodes s'étendant de juin à novembre pour Makurdi et de juillet à octobre pour Yola. Les conditions fluviales au-dessus de Lau sont difficiles, et on observe rarement sur la Bénoué des navires avec tirant d'eau de plus de 2 mètres (Nelson, 1974).

La saison de navigation sur la Bénoué est différente de celle sur le Niger, les navires étant mutés d'une voie à l'autre. Lorsque la navigation n'est possible que dans le delta, une partie de la flotte est retraitée pour révision. Bien que la saison de navigation soit plus courte sur la Bénoué que sur le Niger, le trafic, mesuré en tonnes kilométriques, est pourtant d'un même ordre de grandeur (Nedeco, 1959).

Quoique le port de Garua ne soit accessible que pendant moins de trois mois, le trafic à ce port a néanmoins dépassé 50.000 tonnes annuellement à la fin des années cinquante, soit donc l'équivalent de près de 80 millions de tonnes kilométriques. Il s'est produit un excédent d'environ 30 pour cent du mouvement vers l'aval par rapport à celui vers l'amont. Depuis lors, les mouvements vers l'aval ont augmenté pour atteindre quelque 90.000 tonnes à Makurdi (70 millions de tonnes kilométriques), avec un excédent de 40 pour cent du trafic aval par comparaison à celui vers l'amont.

#### 6.2.5 Bassin du lac Tchad

Les voies fluviales jouent un rôle actif au Tchad, surtout du fait que les routes s'avèrent généralement impraticables durant les saisons pluvieuses ou d'inondation. Le Chari est navigable du 15 août au

15 décembre entre Sahr et N'Djamena, avec un volume d'à peu près 10.000 tonnes transporté annuellement. Par ailleurs, le Chari entre N'Djamena et le lac Tchad assure le transport de 20.000 tonnes supplémentaires. De petites quantités de marchandises sont également transportées le long du Logone, de Moundou à N'Djamena (Ediafrie, 1976).

On pense que l'aménagement de polders de grande envergure en vue de l'agriculture en irrigué sur les rives du lac Tchad, probablement non seulement au Tchad lui-même mais aussi au Cameroun, au Niger et au Nigeria, pourrait à l'avenir intensifier considérablement le trafic fluvial et sur le lac. L'éventuelle exécution de barrage de régulation dans la partie amont du Logone favoriserait sans nul doute le transport fluvial, en augmentant la longueur du temps pendant laquelle les profondeurs d'eau suffisent aux tirants des navires.

#### 6.2.6 Bassin de la Volta

La création d'un lac de 320 kilomètres de long en amont du barrage d'Akosombo (V2) a permis d'augmenter le volume d'eau allant au Ghana. Cependant, comme le lac ne s'étend le long d'aucune route de transport il n'existait donc pas de trafic déjà disponible sur lequel un service fluvial pourrait s'approvisionner (HMSO, 1956). Quant au barrage lui-même, il n'a pas perturbé le trafic fluvial existant vu que le fleuve n'était pas navigable en raison des rapides d'Akosombo et d'autres rapides dans ce bief.

Le rapport Kaiser de 1964 sur le transport (rapport cité dans Moxom, 1969) a estimé, sur la base du pourcentage du trafic réel du ferry et du pont, que le volume hypothétique du transport de marchandises sur le lac atteindrait 340.000 tonnes en 1963. Selon les prévisions de la même source, 870.000 tonnes de marchandises et 240.000 passagers passeraient vers 1970 par le

port sud du lac, la plus grande partie de ce trafic allant du sud au nord, avec des mouvements nord-sud et des transports intermédiaires moins importants.

Une flotte lacustre composée de trois remorqueurs de 1.000 chevaux et de neuf barges, de trois navires de charge de 360 tonnes et de 3 bateaux pour 275 passagers a été recommandée. Une division marine embryonnaire de l'Administration du fleuve Volta, une flotte efficace mais économique comprenant des embarcations lacustres de taille modeste, a été créée peu de temps après que le lac ait commencé à s'élever en 1964. Cette flotte a rapidement compté plus de vingt navires, allant de patrouilleur rapide de 420 chevaux aux lents remorqueurs utilisés pour le transport de marchandises lourdes sur des bacs de 60 tonnes (Moxon, 1969).

Il avait été question, tout au début des phases du planning du projet voltaïque, d'effectuer le transport de la bauxite du Ghana, par rail ou par téléphérique, au bord du lac, puis de l'acheminer par bateau à l'installation d'alumine et à la fonderie situées près du barrage. En pratique, on a constaté qu'il serait préférable de positionner la fonderie au port maritime de Tema, d'importer l'alumine des U.S.A. et d'ailleurs, et de transporter l'énergie électrique à partir d'Akosombo.

Entre-temps, des études géologiques plus poussées ont indiqué que la plus riche et la plus économique source de bauxite du Ghana se trouvait à Kibi. En raison de la situation géographique de cette dernière, le transfert à Tema n'impliquerait aucun transport par le lac.

Contrairement aux projections faites au moment du démarrage du projet du fleuve Volta, le lac Volta n'est pas devenu la principale voie de pénétration de l'océan aux pays sans côtes marines comme le Mali et la Haute-Volta, davantage au nord. Ces pays, pour le transport de la plus

grande partie de leurs importations, continuent de compter sur les communications ferroviaires avec Dakar et Abidjan. Par ailleurs, l'autoroute Ouagadougou-Lomé, une fois les travaux de revêtement achevés, risque d'attirer un certain mouvement de marchandises vers ce port, créant ainsi une compétition avec toute éventuelle extension du trafic sur le lac Volta.

## RESUME

On a essayé dans le présent document d'évaluer les futures besoins en eau ainsi que l'utilisation de cette dernière à l'avenir dans les régions de savane. Les besoins en question ont fait l'objet d'un examen séparé quant à ceux de la population humaine, du bétail, de l'industrie, et de l'irrigation. Comme il fallait s'y attendre, la demande pour l'agriculture sous irrigation s'est avérée partout plus élevée que toutes les autres mises ensemble, puisque variant de 50 à 97 pour cent de l'ensemble des besoins. Ces différences résultent des facteurs climatiques et de la proportion du territoire de chaque pays au sein de la savane, - les besoins pour l'irrigation dans la région à haute précipitation vers le sud étant moindres que ceux des secteurs sahéliens et semi-arides du nord.

Les aspects énergie hydro-électrique, pêche et navigation font l'objet d'un exposé dans les deux derniers chapitres. Cependant, aucune évaluation des besoins en eau n'a été entreprise desdits aspects vu qu'en général, l'eau est utilisée sans que son potentiel ne soit réduit. En effet, l'eau ayant passé par une turbine ou ayant servi de moyen de transport aura connu peu de changement tant dans le temps que dans l'espace. Il est vrai qu'à ce sujet il existe des exceptions qui doivent être prises en compte dans un planning détaillé, notamment celles énumérées ci-après:

- a) Il se peut que la mise en valeur hydro-électrique exige souvent la régulation des volumes d'eau au moyen de réservoirs, ce qui implique des pertes considérables par évaporation. Les besoins liés à l'énergie risquent de ne pas nécessairement coïncider dans le temps avec ceux de l'irrigation en aval; d'où des restitutions d'eau à partir des réservoirs à un moment où elles ne sont pas nécessaires à l'irrigation. Ce problème pourrait, dans certains cas, être résolu par la mise en place d'un emmagasinement de compensation.

b) La pêche sera sensiblement réduite partout où se produit une diminution des plaines d'inondation par suite de la régulation des débits. Etant donné que dans les régions de savane le poisson constitue une source de protéine aussi importante que la viande il importe de veiller soigneusement à ce que les pertes soient compensées par la production dans les réservoirs. Là où il est jugé nécessaire de maintenir un débit dans les cours d'eau pour la pêche, il se pourrait que l'on enregistre une perte dans les volumes d'eau si ces derniers ne sont pas indispensables pour d'autres fins.

c) Il se pourrait qu'il faille effectuer des restitutions d'eau à partir des réservoirs dans le but d'assurer, à l'aval des fleuves et rivières, des profondeurs d'eau suffisantes pour la navigation intérieure. Dans la pratique, cette situation conduira à des pertes d'eau à moins que les prises d'irrigation situées plus loin en aval se trouvent à même d'absorber cette eau sans créer un conflit avec les besoins pour la navigation.

Comme l'indiquent les Tableaux 35 et 36, la demande pour l'irrigation entre dans une grande proportion dans l'ensemble des besoins en eau de chaque pays. Comme les besoins totaux en ouvrages de dérivation dépendent au moins autant des rendements de l'irrigation que du climat, il importe donc de noter que les besoins en question ont été pris en fonction de rendements globaux de 0,5 pour cent. Dans la pratique, ces rendements globaux se situeront à des niveaux aussi bas que 30 pour cent pour le riz pour s'élever à aussi haut que 85 pour cent pour des systèmes de conduites à basse pression (cf. Chapitre 3).

Il s'ensuit que les volumes d'eau d'irrigation portés dans le Tableau 35 excèdent l'utilisation nette faite de l'eau par l'agriculture, - laissant ainsi une marge appréciable pour l'aménagement supplémentaire

Tableau 35. Besoins en eau des régions de savane en l'an 2000  
(en millions de mètres cubes)

Pays	Population	Cheptel	Irrigation	Industrie	Total
Bénin	244	40	688	42	1.014
Cameroun	168	118	1.930	28	2.234
Empire Centra- fricain	215	19	280	47	561
Tchad	216	106	1.728	36	2.086
Gambie	28	5	528	4	565
Ghana	333	46	5.232	64	5.675
Guinée	357	54	?	71	482
Guinée-Bissau	40	9	?	7	56
Côte-d'Ivoire	196	25	480	40	741
Mali	345	125	7.560	48	8.078
Mauritanie	51	67	3.920	4	4.042
Niger	237	85	3.920	22	4.264
Nigeria	4.170	473	9.240	705	14.588
Sénégal	535	58	6.776	120	7.489
Sierra Leone	65	9	?	9	83
Togo	190	11	280	30	511
Haute-Volta	355	60	2.002	41	2.458
Total	7.745	1.310	44.554	1.318	54.927

Tableau 36. Besoins annuels en eau d'irrigation exprimés en pourcentage des besoins totaux en eau, en l'an 2000

Pays	Besoins totaux en eau d'irrigation (en millions de m <sup>3</sup> )	Besoins en eau d'irrigation (en millions de m <sup>3</sup> )	Besoins en eau d'irrigation (en pourcentage)
Bénin	1.014	688	68
Cameroun	2.234	1.920	86
Empire Centrafricain	561	280	50
Tchad	2.086	1.728	83
Gambie	565	528	93
Ghana	5.675	5.232	92
Guinée	482	?	?
Guinée-Bissau	56	?	?
Côte-d'Ivoire	741	480	65
Mali	8.078	7.560	94
Mauritanie	4.042	3.920	97
Niger	4.264	3.920	92
Nigeria	14.588	9.240	63
Sénégal	7.489	6.776	90
Sierra Leone	83	?	?
Togo	511	280	55
Haute-Volta	2.458	2.002	81

des ressources hydrauliques -, tout en postulant par ailleurs que la plus grande partie de l'écoulement restitué par le drainage des eaux appliquées en surplus des besoins en eau des végétaux puisse être réutilisée.

Cet aspect revêt une importance considérable là où on peut s'attendre à ce que la future demande d'eau s'approche de l'approvisionnement. S'agissant de la Haute-Volta par exemple, le vraisemblable doublement de la population, partant des besoins en eau, exigerait un volume total d'eau équivalent à l'ensemble du volume du débit moyen des trois fleuves mis ensemble. Selon les estimations, la future combinaison des besoins en eau au Sénégal et en Mauritanie sera égale au futur débit régularisé du fleuve Sénégal.

L'eau de surface dans les principaux fleuves et rivières ne constitue pas cependant l'unique source d'eau, car le réseau de stations de jaugeage ne prend en compte qu'une partie des ressources générales en eau de surface. Par ailleurs, des eaux souterraines, ressources plus stables et davantage aptes à la régulation, existent dans de vastes secteurs de la savane. De plus, il y a urgente nécessité de faire une meilleure utilisation de la précipitation in situ, en améliorant les techniques d'aménagement des terres et en exploitant des cultures vivrières avec l'eau qui produit actuellement une végétation non utilisée.

Pris dans l'ensemble, les besoins en eau de la partie du territoire de chaque pays située dans les régions de savane peuvent sans aucun doute être satisfaits jusqu'à l'an 2000 et au-delà. Mais, la contrainte deviendra intolérable dans certains secteurs de ces régions si la population, et donc les besoins d'irrigation, continue d'augmenter. Cette assertion vaut également pour les besoins domestiques et industriels dans les villes situées loin des principaux cours d'eau ou des lieux avec abondance d'eau souterraine. Des centres urbains comme Ouagadougou et, dans une moindre mesure,

Dakar constituent des exemples où des problèmes peuvent être prévus dans le proche ou plus lointain avenir. Dans le but d'éviter les coûts sans cesse croissants du pompage d'eau sur de très grandes distances, le planning et les directives devraient viser essentiellement à concentrer la population dans des zones possédant suffisamment de ressources.

Finalement, il convient de mentionner qu'il se peut que notre actuelle estimation de la précipitation et du débit des cours d'eau soit quelque peu optimiste. On a tout lieu de croire que la période normale adoptée par l'Organisation Météorologique Mondiale pour définir la précipitation (1930-1961) représente en fait une série assez humide, bien plus humide que la valeur moyenne de l'ensemble du siècle. Il semblerait également raisonnable de présumer que la récente série d'années sèches n'est pas d'une nature particulièrement exceptionnelle et qu'au moins une telle série, ou davantage, se manifesterait vraisemblablement avant la fin du siècle. C'est pourquoi il se pourrait que l'évaluation davantage réaliste du débit des cours d'eau soit basée sur des valeurs dix pour cent plus faibles que celles enregistrées pendant la période normale allant de 1931 à 1960 (Winstanley, 1974).

## REFERENCES

Le Volume 1 de la série de volumes du présent rapport contient une nomenclature de 34 pages à propos des références de base sur les ressources en eau et des terres des régions de savane de l'Afrique Occidentale. Les références ci-dessous, présentées dans l'ordre alphabétique, ne concernent que celles auxquelles il est fait spécifiquement mention dans le présent Volume 7.

- Afrique et Moyen-Orient 1976-1977 (1976) (Supplément annuel à Jeune Afrique) Paris.
- Altschul, Robert D. (1976) Urbanization in West Africa. In Proceedings of the West Africa Conference, April 11 - 15, 1976, Tucson, Arizona.
- Annan, C.K. (1973) National water grid: long-term multi-purpose water demand of the northern and upper region of Ghana. Ghana Water and Sewerage Corporation.
- Association pour le Développement de la Riziculture en Afrique de l'Ouest (1974) Rice in West Africa. Monrovia, WARDA.
- Bakan, Kouakou (1979) Expérience Ivoirienne en matière d'aménagement hydro-agricole. Extrait de Séminaire International d'Experts Consacré à la Politique de l'Eau pour l'Agriculture et l'Elevage en Zones Arides et Semi-Arides, CIEH/CEFIGRE, Niamey, Niger, 12 - 17 février 1979.
- Banque Mondiale (1974) Le développement du Tchad : possibilités et limites. Washington, D. C.
- Banque Mondiale (1977) Directives pour les études préliminaires sur la refonte de la tarification dans le secteur eau potable. Sénégal.
- Banque Mondiale (1975) Rural electrification. Washington, D. C.
- Banque Mondiale (1974) Sénégal : tradition, diversification et développement économique. Washington, D.C.
- Banque Mondiale (1976) Village water supply; a world bank paper. Washington, D.C.
- "Le barrage de Lagdo sur la Bénoué " (1978) Agri-Afrique, no. 61, 31 mars, p. 1281.
- BDPA (1968) Etude pour la vallée de l'Oti-plaine de Mandouri. Paris.
- BDPA (1965) Plaines de la fosse aux lions et de Paiokou. Etude comparative. Paris.
- BDPA/IRAT (1976) Renforcement des capacités rizicoles des pays membres

- de l'ADRAO. Recherche d'accompagnement-multiplication de semences, formation. Rapport général. Monrovia, ADRAO.
- Beziukov, K.I. (1971) Atlas Nautique du fleuve Sénégal. Tome I - Embouchure-Port de Boghé. Paris, Editions Institut Géographique National.
  - BRGM (1976) Carte de planification des ressources en eau souterraine de l'Afrique Soudano-Sahélienne. Ressources des aquifères. Orléans. (Collection CIEH-Hydrogéologie)
  - Caldwell, J.C. et C. Okonjo (1968) La population de l'Afrique tropicale, New York, The Population Council.
  - Chabert, J. et al (1961) Amélioration de la navigabilité du Niger entre Koulikoro et Ségou. Chatou, Laboratoire National d'Hydraulique.
  - Club des Amis du Sahel. Irrigated crops; hydro-agricultural programming 1975 - 2000 (in) Republic of Niger. Provisional report.
  - Club du Sahei (1978) Recueil de statistiques pour les pays du Sahel. Rapport préliminaire/Socio-economic data book for the Sahel countries. Preliminary report.
  - Commission du Fleuve Niger (1976) Les principaux travaux et projets existants et en perspective pour le développement des ressources en eau dans le Bassin du Fleuve Niger. Niamey, Niger.
  - "Community water supply and wastewater disposal" (1976) WHO Chronicle, vol 30, no. 8, August, p. 329-334.
  - Conférence des Nations Unies sur l'Eau. Mar Del Plata, Argentine, Mars, 1977. (1977) Problèmes de mise en valeur des ressources en eau du Sahel. Ouagadougou, CILSS.
  - Conférence des Nations Unies sur l'Eau, Mar Del Plata (Argentine) mars 1977. (1977) Rapport national (Sénégal). Dakar
  - Côte-d'Ivoire, Ministère du Plan (1976) La Côte-d'Ivoire en chiffres. Dakar, Société Africaine d'Édition.
  - Cotillon, J. (1978) "L'hydroélectricité dans le monde", La Houille Blanche, no. 1/2.
  - Davies, H.R.J. (1973) Tropical Africa. An atlas for rural development. Cardiff, University of Wales Press.
  - Demeville, M. Théophile (1978) "La politique générale de développement de l'élevage," Afrique Agriculture, no. 29, jan., p. 47-51.
  - Des Bouvrie, C. (1975) Planning small-scale water resources development in Africa south of the Sahara. (Towards a water development strategy in rural areas.) Extrait du Séminaire FAO/DANIDA sur le Développement de Petits Aménagements Hydro-Agricoles en Afrique de l'Ouest, Ouaga; 29 sept. -6 Oct. 1975.
  - "Le développement d'Abidjan à l'horizon 1990 (fin)." (1978) Bulletin de l'Afrique Noire, No. 968, 26 juillet, p. 18879 - 18887.

- "Dossier : L'énergie dans les Etats ACP" (1978) Le Courrier, no. 51, sept. - oct., p. 66 -112.
- Dunsmore, J.R. et al (1976) The agricultural development of the Gambia : an agricultural, environmental and socio-economic analysis. Surbiton, Surrey, England, Land Resources Division, Ministry of Overseas Development.
- Ediafric - La Documentation Africaine. (1975) L'Afrique Noire de A à Z. 2ème éd. Paris.
- Ediafric. La Documentation Africaine (1975) L'Agriculture Africaine 2è éd. Paris.
- Ediafric. La Documentation Africaine (1977) L'Economie Camerounaise. 2è. éd. Paris.
- Ediafric. La Documentation Africaine (1976) L'Economie des pays du Sahel. L'Eau et l'irrigation. Paris.
- Ediafric. La Documentation Africaine (1975) L'Economie Sénégalaise 3è éd. Paris.
- Ediafric. La Documentation Africaine (1978) Le dossier Sahel. Tome 2 - L'irrigation et l'autosuffisance alimentaire à l'horizon 2000. Haute-Volta-Mali-Mauritanie -Niger -Sénégal -Tchad. Paris.
- "Electricité et pays en développement" (1978) Industries et Travaux d'Outremer, no. 300, nov.
- Electroconsult (1976) Etude de préfactibilité de l'aménagement du fleuve Mono. Rapport de mise en jour (RAF/ 74/086). Milan.
- FAO (1976) Etude prospective pour le développement agricole des pays de la zone Sahélienne (1975 -1990). Rome.
- FAO (1978) FAO production yearbook -1977 Vol. 31. Rome.
- FAO (1969) Fisheries survey in the western and mid-western region (Nigeria). Final report. Rome.
- Parra-Frond, F. (1976) Réunion des décideurs sur les problèmes de l'approvisionnement en eau et de l'assainissement en zones rurales, Ouagadougou du 6-11 décembre 1976. Empire Centrafricain.
- "Feeds and Feeding", Frank B. Morrism, Morrism Publishing Company, Ithaca, New York, 21st Edition, 1949.
- Fernandez-Bustos, Felix (1975) Perspective de l'irrigation en Haute-Volta. PNUD.
- France. Ministère de la Coopération et SCET International (1976) Outline of water resources development in the West African Sahel.
- Francou, Jacques (1978) " Le choix des techniques et des ouvrages. La production d'énergie électrique ; l'hydroélectricité en Afrique." Industries et travaux d'outre-mer, vol. 26, no. 300, nov. 1978. pp. 814-817.

- Frangoulian, V. (1975) Perspective du développement de l'énergie électrique en Haute-Volta. PNUD.
- Gautier, Oliver (1967) Etude sur l'aménagement du fleuve Niger. Paris, Secrétariat d'Etat aux Affaires Etrangères.
- Ghana. Irrigation Department (1977). List of irrigation projects. Accra.
- Halidou, Amadou (1979). Note sur la politique de l'eau pour l'agriculture et l'élevage au Niger. Extrait de Séminaire International d'Experts Consacré à la Politique de l'Eau pour l'Agriculture et l'Elevage en Zones Arides et Semi-Arides, CIEH/CEFIGRE, Niamey, Niger, 12-17 février 1979.
- Harrison-Church, R.J. (1974). West Africa; a study of the environment and of man's use of it. London, Longman.
- Haute-Volta. Direction de l'Hydraulique et de l'Aménagement de l'Espace Rural. (1976). Monographie Nationale de la Haute-Volta.
- Henry, Jean-Claude (1975). Etude de l'Aménagement intégré du bassin de la Volta noire. Mission PNUD-UNOTC. Ouagadougou.
- Henry, Jean-Claude (1978). Mission d'étude en vue de la création d'un service national de l'hydrologie (Niger). UNESCO.
- Her Majesty's Stationery Office (1956). The Volta River Project. London.
- Hubbard, Fred H. (1973). Rapport de la mission de synthèse et d'évaluation du PNUD. Bassin du Fleuve Sénégal. 12 février au 30 avril 1973. Dakar.
- Kaplan, Irving et al (1976). Area handbook for Sierra Leone. Washington, D.C., U.S. Government Printing Office.
- Lahmeyer-International/ORGATEC/SEMA. (1978) L'énergie dans la stratégie de développement du Sahel. Situation-perspectives-recommandations.
- Lamarre Valois International Limitée (1970) Aménagement du Fleuve Niger en amont de Niamey. Montréal, Canada.
- Lotti (Carlo) & C. (1970) Feasibility study for the diversion of the Logone River floods. Cameroon -Chad. Rome.
- MIT. Center for Policy Alternatives (1974). A framework for evaluating long-term strategies for the development of the Sahel-Sudan region. Annex 3-Industrial and urban development. Cambridge.
- Mbepi, Henri (1976). Situation actuelle de l'approvisionnement en eau rurale au Cameroun.
- Moulaye, Abdallah (1979). L'eau: possibilités et limites en matière de développement rural. Extrait de Séminaire International d'Experts Consacré à la Politique de l'Eau pour l'Agriculture et l'Elevage en zones arides et Semi-Arides, CIEH/CEFIGRE, Niamey, Niger 12-17 février 1979.

- Moxon, James (1969) Volta; man's greatest lake. New York : Frederick A. Praeger.
- NEDECO(1959) River studies and recommendations on improvement of Niger and Benue. Amsterdam, North-Holland Publishing Company.
- Nelson, Harold D. et al (1972) Area handbook for Nigeria. Washington, D.C., U.S. Government Printing Office.
- Nelson, Harold D. et al (1974) Area handbook for the United Republic of Cameroon. Washington, D.C., U.S. Government Printing Office.
- Nelson, Harold D. et al (1974) Area handbook for Senegal, Washington, D.C., U.S. Government Printing Office.
- Ngassam, Justin (1979) Notes de synthèse sur les projets d'aménagements hydroagricoles en cours d'exécution au Cameroun. Extrait de Séminaire International d'Experts Consacré à la Politique de l'Eau pour l'Agriculture et l'Élevage en Zones Arides et Semi-Arides, CIEH/CEFIGRE, Niamey, Niger, 12-17 Février 1979.
- Nguendeung, Doumde (1976) Situation actuelle de l'approvisionnement en eau et de l'assainissement en milieu rural au Tchad.
- Nigeria, Ministry of Agriculture and Natural Resources. Joint Planning Committee (1974) Agricultural development in Nigeria, 1973-1985. Lagos.
- "Notes d'Information et statistiques" (1978) Banque Centrale des Etats de l'Afrique de l'Ouest, no. 257-267, jan-déc.
- Obeng, Letitia E. (1975) Agriculture and water problems; the case of the Volta Lake. In Seminar on the Development and the Environment in Africa. University of Nairobi, Kenya, April 15 -24, 1974. p. 78-91.
- OMS (1973) Rapport de statistiques sanitaires mondiales. World health statistics report, vol. 26, no. 11, Geneva.
- Organisation of Africa Unity. Scientific, Technical and Research Commission (1968). International Atlas of West Africa. Plance 41. (Addis Abeba ?).
- Réunion Inter-Régionale des Responsables Gouvernementaux sur l'Approvisionnement en Eau et l'Assainissement en Milieu Rural. Ougadougou, 6-10 décembre 1976. (1976) Approvisionnement en eau et assainissement en milieu rural togolais.
- Réunion Inter-Régionale des Responsables Gouvernementaux sur l'Approvisionnement en Eau et l'Assainissement en Milieu Rural. Ougadougou, 6-10 décembre 1976. (1976) Rapport de la Haute-Volta. Ougadougou.
- Réunion Inter-Régionale des Responsables Gouvernementaux sur l'Approvisionnement en Eau et l'Assainissement en Milieu Rural. Ougadougou, 6-10 décembre 1976 (1976) Situation actuelle de l'approvisionnement et de l'assainissement en milieu rural au Niger.

- Réunion Inter-Régionale des Responsables Gouvernementaux sur l'Approvisionnement en Eau et l'Assainissement en Milieu Rural. Ouagadougou, 6-10 décembre 1976. (1976) Situation actuelle de l'approvisionnement en eau et de l'assainissement en République Populaire du Bénin. Rapport national.
- Réunion Préparatoire de la Conférence des Nations Unies sur l'Eau. Addis Abeba, 20-25 Septembre 1976 (1976) Le problème de l'eau en République Populaire du Bénin. Monographie nationale. Cotonou.
- Rydzewski, J.R. (1968) Irrigation development in Africa south of the Sahara: potentials and possibilities 1965-1985. Rome, FAO.
- Séminaire Régional FAO/DANIDA sur le Développement de Petits Aménagements Hydro-Agricoles en Afrique de l'Ouest, Ouagadougou, Haute-Volta, 29 sept. -6 octobre 1975 (1976) Mise en valeur hydro-agricole... Rapport. Vol. II - Rapports techniques. Rome, FAO.
- Senegal-Consult (1970) Feasibility survey for the regulation of the Senegal River. Design of a system of water management planning in the Upper Senegal River Catchment. Geneva.
- SEDES (1974) Les perspectives de développement à long terme, tome I - Cameroun (1968-1986) Tome 2 -Mali (1968-1986). Paris.
- SEDES (1975) Recueil statistique de la production animale. Paris, Ministère de la Coopération.
- SOPRELEC (1965) Aménagement du bassin du Mono. Rapport final. Paris.
- SOPRELEC (1978) Etude de factibilité du barrage de Kandadji (Niger). Deuxième phase. Paris.
- SOGREAH (1978) Modèle mathématique du fleuve Niger. Rapport de mission. Grenoble.
- "Stockwater", E.A. LeViness, Livestock Specialist, Arizona Agri-File: Livestock 470, Agricultural Extension Service, February 1972.
- Tahel Water Planning, Ltd. and Engineering Science, Inc. (1965) Masterplan for water supply and sewerage. Engineering report for Accra-Tema Metropolitan Area. vol. I -Summary report. Accra.
- Tchad. Bureau de l'Eau (1977) Monographie nationale de la République du Tchad.
- Thomson, R.B. (1971) Rapport d'enquête préliminaire sur la pêche au lac Nokoué. Seattle, Washington, National Marine Fisheries Service, Biological Laboratory.
- Tims, Wouter (1974) Nigeria: options for long-term development. Baltimore, The John Hopkins University Press.
- Traoré, Sitapha et Malick Séné (1976) Expérience malienne dans le domaine de l'approvisionnement en eau et de l'assainissement en milieu rural. Ouagadougou.

- United Nations. (1976) The demand for water: procedures and methodologies for projecting water demands in the context of regional and national planning. New York.
- Van der Leeden, F. (1975) Water resources of the World. Selected Statistics. Port Washington, New York, Water Information Center, Inc.
- Welcomme, R. L. (1975) The fisheries ecology of African floodplains. In Report of the Consultation on Fisheries Problems in the Sahelian Zone, Bamako, Mali, 13-20 November 1974. Rome, FAO. CIFA Occasional paper, no. 4, p. 40 - 81. fig., graph., tabl. bibl.
- Winstonley, Derek (1974) Rainfall and river discharges in the sub-sahara zone (10° -20° N) of Africa. In Consultation on Fisheries Problems in the Sahelian Zone, Bamako, Mali, 13-20 November 1974. (CIFA occasional paper no. 4) Rome, FAO.
- "The world water conference: a suggested action programme on irrigation management." (1977) Overseas Development Institute Review, no. 1, p. 106-110.
- Zabré, Hado, Paul (1979) Les aménagements de bas fonds en Haute-Volta. Extrait de Séminaire International de l'Eau pour l'Agriculture et l'Elevage en Zones Arides et Semi-Arides. CIEH/CEFIGRE, Niamey, Niger, 12-17 février 1979.

## LISTE DES ABREVIATIONS

ACP	African - Caribbean- Pacific States
ADRAO	Association pour le Développement de la Riziculture en Afrique de l'Ouest
BDPA	Bureau pour le Développement de la Production Agricole
BRGM	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
CEFIGRE	Centre de Formation Internationale à la Gestion des Ressources en Eau
CIEH	Comité Interafricain d'Etudes Hydrauliques
CIFA	Committee for Inland Fisheries in Africa
CILSS	Comité Permanent Interétats de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel
DANIDA	Danish Overseas Development Agency
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
IRAT	Institut de Recherches Agronomiques Tropicales et des Cultures Variées
MIT	Massachusetts Institute of Technology
NEDECO	Netherlands Engineering Consultants
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
PNUD	Programme des Nations Unies pour le Développement
SCET	Société Centrale pour l'Équipement du Territoire
SEDES	Société d'Etudes pour le Développement Economique et Sociale
SOGREAH	Société Grenobloise d'Etudes et d'Application Hydraulique
UNESCO	United Nations Economic, Social, and Cultural Organization
UNOTC	United Nations Office, Technical Cooperation
WARDA	West African Rice Development Association
WHO	World Health Organization