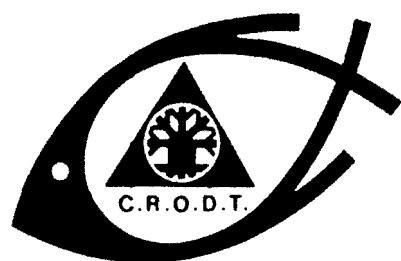


OC 000991

ISSN 0850-1602

FLEUVE SENEGAL
ENVIRONNEMENT AQUATIQUE ET PECHE
SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

P.S. DIOUF
T. Bousso



CENTRE DE RECHERCHES **OCÉANOGRAPHIQUES** DE DAKAR • TIAROYE

✱ INSTITUT SÉNÉGALAIS DE RECHERCHES AGRICOLES ✱

DOCUMENT
SCIENTIFIQUE

NUMÉRO 1 0 8

M A I 1 9 8 8

F L E U V E S E N E G A L

E N V I R O N N E M E N T A Q U A T I Q U E E T P Ê C H E

S Y N T H È S E B I B L I O G R A P H I Q U E

p a r

Papa Samba DIOUF* ■ Tidiane BOUSSO**

centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye

B.P. 2241

DAKAR

* Chercheur ISRA en poste au CRODT

** Cadre DOPM actuellement en poste au CRODT

R E M E R C I E M E N T S

Nous remercions très sincèrement tout ceux qui nous ont aidé de près ou de loin dans ce travail, particulièrement :

- Le Centre de Recherches pour le Développement International (CRDI) qui a financé ce travail

- André FONTANA, Directeur du CRODT qui nous a facilité le travail en mettant à notre disposition tous les moyens matériels et humains dont nous avons besoin. Il n'a cessé tout le long de ce travail de nous encourager ; nous lui en sommes très reconnaissants

- Howard POWLES qui a initié cette synthèse et qui nous a gracieusement fourni une abondante bibliographie. Nous lui exprimons toute notre gratitude

- Djiby SALL, Directeur du Centre de Documentation de l'OMVS-Saint-Louis ainsi que ces collaborateurs, Cheikh DIA, Alassane TOURE, Ibrahima CISSE pour leur disponibilité et leur compétence

- Moustapha THIAM, chef du Service Régional des Pêches Maritimes et sa femme Anta THIAM pour leur gentillesse

- Monsieur Le BLOAS de l'USAID qui nous a fourni une intéressante documentation

- Racine KANE, Babaly DEME et Samba DIA de l'OMVS-Dakar pour leur aide

- Mademoiselle Arame NDIAYE, documentaliste à la DOPM pour sa disponibilité

- Messieurs Jean-Yves GAC' et Jean-Luc SAOS de l'ORSTOM (Hann) pour nous avoir fourni des documents

- Monsieur LEMOALLE de l'ORSTOM Montpellier pour avoir corrigé une partie de la bibliographie

- Monsieur Pierre DIOUF de la SAED qui a bien voulu nous recevoir et (discuter avec nous

- Monsieur Papa NDIAYE IFAN qui nous a gracieusement prêté des documents

- Le personnel administratif du CRODT : Alioune NDIAYE, Lucien DACRUZ, Jacob DIATTA et Ousmane DIEYE qui nous ont facilité le travail

- Ouseynou NDIAYE documentaliste à l'ISE pour son aide
- Mariline BA (Université de Dakar) Philippe CECCHI (CRODT), Itaf GNING (CRODT), Jérôme LAZARD (CTFT Nogent-sur-Marne) et Jean-Luc SAOS (ORSTOM-Hann) pour avoir accepté de lire une partie de ce travail.
- Monsieur Mamadou FALL du Service Régional des Eaux, Forêts et Chasses de Saint-Louis qui a bien voulu nous prêter des documents
- Mesdames Marième MBODJ, Ramatoulaye MBAYE et Thiam SOW qui ont travaillé sans répit afin que ce travail soit prêt à temps.

R E S U M E

Le CRODT envisage de lancer un programme de Recherches pluridisciplinaires sur l'environnement aquatique et la pêche dans le fleuve Sénégal. Dans ce cadre, une synthèse bibliographique a été réalisée dans le but de faire le point des connaissances actuelles.

Le fleuve Sénégal long d'environ 1800 km, est formé par la rencontre du Bakoye et de la Falémé près de Bafoulabé au Mali. Le régime de ce fleuve est de type tropical humide et est essentiellement déterminé par le rythme pluviométrique saisonnier. Les deux plus importantes caractéristiques de l'hydrologie sont l'invasion marine et l'irrégularité des écoulements.

Le bassin du fleuve Sénégal abrite trois peuplements de poissons :

- le peuplement du Cours Inférieur surtout composé d'espèces euryhalines ;
- le peuplement du Cours Moyen dont l'ichtyofaune sur le plan Zoo-géographique est soudanienne ;
- le peuplement du cours Supérieur constitué d'espèces oligohalines.

En ce qui concerne :La reproduction, pour toutes les espèces d'eau douce étudiées par REIZER (1974), la phase de maturité coïncide avec les températures maximales, le début des eaux montantes et la saison des pluies (juillet à septembre). Pour les espèces euryhalines, qui se reproduisent dans le fleuve, la saison de reproduction est unique (janvier à juillet) avec un maximum en mai-juillet.

La croissance des poissons dans le fleuve semble dépendre de la température mais également de l'amplitude et de la durée des crues. Pendant la saison froide, on assiste à un ralentissement voire un arrêt de la croissance.

Des migrations catadromes et anadromes sont observées de même que des migrations latérales "fluantes" et "refluantes".

Au sujet de la production halieutique, des relevés statistiques fiables couvrant une longue période sont inexistantes. La production moyenne annuelle a été estimée par LAZARD (1984) à 30.000 t pour les années antérieures à la sécheresse et à 10.000 t depuis 1972. Pour les mêmes périodes, la Direction des Eaux, Forêts et Chasses donnent respectivement 31.900 t et 22.000 t de poisson. Pour les crevettes, de 1960 à 1977, les captures annuelles n'ont jamais dépassées 270 t.

DENNEVILLE et JAMET (1982) se référant aux estimations faites avant la sécheresse font état de l'existence de 10.000 pêcheurs sur le fleuve. A l'heure actuelle, ce chiffre est loin d'être atteint.

Plusieurs tentatives de pisciculture ont été faites sans grand succès dans le bassin.

Les conclusions des auteurs sur le bilan global **des** effets des aménagements hydroagricoles sur la pêche sont contradictoires. Toutefois, l'impact négatif sur la Vallée et le Bas Delta ainsi que les effets positifs sur le Haut Bassin font l'unanimité.

Des projets de recherches et de développement de la pêche continentale et/ou de la pisciculture sont entrepris dans les différents pays riverains du fleuve Sénégal.

A B S T R A C T

The CRODT plans to start up a program of pluridisciplinary researches on aquatic environment and fishing in the Senegal river. Within this context, a bibliographical synthesis had been made to file the present knowledges.

The Senegal river about 1800 km long is made up of the meeting of Bakoye and Faleme tributaries near to Bafoulabe in Mali. The regime of this river is of a wet tropical type and is essentially determined by the seasonal pluviometrical rhythm. The two most important characteristics of the hydrology are the marine invasion and the irregularity of discharges.

In the Senegal river basin live three populations of fishes.

- the population of the lower course is mostly composed of euryhaline species

- the population of the middle course whose ichthyofauna is in the zoo-geographical field, a soudanian one.

- the population of upper course is constituted of oligohaline species.

Concerning reproduction, for all fresh water species studied by REIZER (1974), The maturity stage coincides with maximum temperatures, the beginning of rising water and wet season (July to September). About euryhaline species, who reproduce in the river, the season of reproduction is single (january to july) with a maximum in May-July.

The growth of fishes in the river seems to depend on the temperature but also on the amplitude and the duration of the swelling. During the cold season, growth slows and even stops.

Catadromous and anadromous migrations are observed as well as lateral "flowing" and "flowing back" migrations.

About fishing production, reliable statistical records covering a long periode of time do not exist. The average annual production had been assessed by LAZARD (1984) at 30,000 t for the years before the drought and at 10,000 since 1972.

For the same periodes, the "Direction des Eaux, Forêts et Chasses" estimates production respectively to 31,900 t and 22,000 t of fish.

About shrimps, from 1960 to 1977, the annual catches had never gone beyond 270 t.

DENNEVILLE and JAMET (1982) refering to estimations done before the drought note the existence of 10,000 fishermen on the river.

Presently, this number is far from being reached. Several attempts of fish culture had been done in vain.

Conclusions of authors on the global evaluation of the effects of hydro-agricultural equipping on fishing are contradictory. Nevertheless, they all agree on the negative impact on the Valley and the Lower Delta, and the positive effects on the Upper Basin.

Research and developpement projects of inland fishing and/or fish culture are started in riverside countries of the Sénégal river.

S O M M A I R E

1. ENVIRONNEMENT AQUATIQUE

1.1. Hydrographie

1.2. Le relief

1.3. Bathymétrie

1.4. Le climat

1.4.1. Pluviométrie

1.4.2. Les vents

1.4.3. Les températures de l'air

1.4.4. L'évaporation

1.5. L'hydrologie

1.5.1. Régime, écoulements et débits

1.5.1.1. Le régime du fleuve Sénégal

1.5.1.2. Ecoulements - débits

1.5.1.3. Les lacs de Guiers et R'Kiz

1.5.2. La marée fluviale

1.5.3. L'invasion marine

1.5.4. La salinité

1.5.5. La température de l'eau

1.5.6. Le pH

1.5.7. Turbidité et débits solides

1.5.8. La charge dissoute

1.6. Le milieu biologique

1.6.1. La végétation

1.6.2. Le phytoplancton

1.6.3. La microfaune

1.6.4. La malacofaune

1.6.5. La grande faune

2. LES RESSOURCES ET LEURS SYSTEMES D'EXPLOITATION

2.1. Les poissons

2.1.1. Zonation ichtyologique

2.1.2. Reproduction et sex-ratio

2.1.3. Croissance

2.1.4. Migrations

2.1.5. La pêche

2.2. Les crustacés

2.2.1. La crevette Penaeus duorarum notialis

2.2.2. Macrobrachium volenhoveni

2.2.3. Ataya gabonensis

2.2.4. Callinectes sp. ou crabe "bleu" des lagunes, ou crabe "nageur", ou crabe "vert"

2.3. Pisciculture : résultats acquis et perspectives

2.3.1. Justifications

2.3.2. Pisciculture intensive

2.3.3. Rizipisciculture intensive

2.3.4. Pisciculture semi-intensive

2.3.5. Essais et résultats acquis en pisciculture

2.3.5.1. Projet de développement de pisciculture intensive en étang au fleuve

2.3.5.2. Projet de pisciriziculture

3. IMPACTS DES AMENAGEMENTS DU BASSIN DU FLEUVE SENEGAL SUR LA PECHE

3.1. Le barrage de Diama

3.1.1. Objectifs du barrage

3.1.2. Impacts de Diama sur le bief aval

3.1.3. Impacts de Diama sur la partie amont

3.1.4. L'estuaire artificiel

3.2. Le barrage de Manantali

3.2.1. Objectifs du barrage

3.2.2. Impacts du barrage de Manantali sur la partie aval

3.2.3. Impacts du barrage de Manantali sur la partie amont

3.3. Impacts des aménagements agricoles sur la pêche

3.4. Impacts des aménagements liés à la navigation

3.5. Quelques considérations sur l'ensemble des aménagements du bassin du fleuve Sénégal

4. IMPACT DE LA PECHE CONTINENTALE ET PLAN DE DEVELOPPEMENT DU MALI, DE LA MAURITANIE ET DU SENEGAL

4.1. Le Mali

4.2. La Mauritanie

4.2.1. Organisation administrative de la pêche

4.2.2. Recherche

4.3. Le Sénégal

4.3.1. Projet de recherche

4.3.1.1. Projet de recherche--développement

4.3.3. Projets de pisciculture semi-intensive

4.3.4. Projets de pisciculture extensive

BIBLIOGRAPHIE

I N T R O D U C T I O N

Le CRCDT envisage de lancer un programme pluridisciplinaire sur l'environnement aquatique et la pêche dans le Fleuve Sénégal.

Dans le souci de mettre en place un programme qui réponde aux besoins réels du développement d'une part, et d'autre part d'éviter de refaire des recherches déjà menées ou qui sont en cours, un séminaire a été organisé du 9 au 11 février 1988 ; séminaire regroupant l'ensemble des structures de recherches sénégalaises et étrangères intéressées par ces problèmes de même que les représentants des ministères techniques concernés.

Ce séminaire a pour objectif de faire le point des connaissances actuelles, d'identifier les problèmes potentiels, de définir les priorités de recherches et de tenter une coordination des actions dans ce domaine.

Dans ce cadre, un travail de synthèse bibliographique a été entrepris grâce au soutien financier du Centre de Recherches pour le Développement International (C.R.D.I.).

Ce travail n'a bien sûr pas la prétention d'être exhaustif et de cerner de très près tous les aspects de la question. Mais, il présente l'intérêt d'aborder les problèmes les plus importants et les plus cruciaux. De plus, il pourra servir de base pour les recherches futures.

Cette synthèse comporte quatre parties :

- l'environnement aquatique ;
- les ressources halieutiques et leurs systèmes d'exploitation ;
- les effets des aménagements du Bassin du Fleuve Sénégal sur la pêche ;
- l'impact de la pêche continentale et les plans de développement des trois pays riverains du fleuve Sénégal (Mali, Mauritanie, Sénégal).

1 . ENV 1 RONNE ME N T A Q U A T I Q U E

1.1. HYDROGRAPHIE (FIG.1)

Avec une longueur d'environ 1800 km (REIZER, 1974 ; SOW, 1984 ; KANE, 1985), le Sénégal est par l'importance de ses écoulements la septième artère fluviale de l'Afrique et la deuxième de la région Ouest-africaine.

Il est formé par la rencontre de deux rivières, le Bafing et le Bakoye, près de Bafoulabé au Mali. Le fleuve Sénégal draine la partie ouest du Mali, puis constitue sur le reste de son parcours, La frontière entre les territoires du Sénégal et de la Mauritanie.

Le Bafing, long de 760 km prend sa source dans le massif guinéen du Fouta-Djalon à une altitude de 800 m. Quant au Bakoye d'une longueur de 640 km, il prend naissance à proximité de la Limite méridionale du plateau Mandingue en Guinée à une altitude de 500 m (OMVS, 1979).

En aval de Bafoulabé, les principaux affluents du fleuve Sénégal sont :

- La Kolombiné qui arrose la région de Nioro ainsi que le massif des Affolés, et rejoint le Sénégal non loin de Kayes,
- le Karokoro qui descend de Kiffa (Mauritanie),
- Le Gorgol constitué de deux branches : le Gorgol blanc et le Gorgol noir. Il se jette dans le Sénégal à Kaédi,
- La Falémé, seul affluent de la rive gauche ayant une certaine importance après le confluent de Bafoulabé, mesure 650 km de long et prend sa source dans la partie nord du Fouta Djallon à une altitude de 800 m.

Dans sa partie aval, le réseau hydrographique du fleuve Sénégal présente deux dépressions importantes :

- le lac de Guiers, sur la rive gauche relié au Sénégal par la rivière de la Tawey. Le lac de Guiers était certainement un ancien déversoir de la rivière du Ferlo (KANE, 1985) coulant jadis en surface, mais devenue souterraine (LEULIER, 1983),

- le lac R'kiz, sur la rive mauritanienne et qui est une simple dépression communiquant avec le Sénégal par de multiples chenaux alimentés progressivement suivant l'importance de la crue.

Il faut signaler les nombreux marigots qui s'enchevêtrent (Djoudj, le Gorom, etc...) et la cuvette du Ndiael, ancien lac à fond plat qui n'est plus fonctionnel depuis l'endiguement de la brèche de Nieti-yone et l'édification du barrage de Dakar-Bango.

Le bassin du fleuve Sénégal a une superficie totale d'environ 300.000 km². Plusieurs subdivisions de ce bassin ont été proposées (REIZER, 1971 ; REIZER et al., 1972 ; REIZER, 1974 ; SOW, 1984 ; SAED et JUTON (in OMVS, 1986) ; ANON., 1986a ; LE RESTE, 1987...), chacune étant influencée par les préoccupations de l'auteur. Celle qui nous paraît la mieux adaptée pour l'étude de la pêche et qui d'ailleurs semble faire la synthèse des autres a été faite par REIZER et al. (1972). Ils distinguent :

- le Haut-Bassin situé en amont de Félou sur le fleuve et de Fadougou sur la Falémé ;
- le Cours-Moyen ou vallée qui peut être subdivisé en :

- . Haute-Vallée, à l'amont de Dembacané,
- . Moyenne-Vallée, entre Dembacané et Diouldé-Diabé.
- . la Basse-Vallée, entre Diouldé-Diabé et Sandé.
- le Cours Inférieur ou Delta à l'aval immédiat de la vallée.

Le caractère deltaïque du cours inférieur a été contesté par DUBOIS (1955) qui affirme qu'il s'agit d'un pseudo-delta. TRICART (1961) défend de son côté la thèse de l'existence d'un véritable delta. Pour COLEMAN et WRIGHT (1975) et KANE (1985) le cours inférieur du Sénégal se termine par un véritable estuaire. Selon eux, le delta est fossile, les divers bras émis par le fleuve étant recapturés avant l'unique embouchure.

t.2. LE RELIEF (FIG. 2)

Le bassin du fleuve Sénégal a une altitude moyenne de 200 m (REIZER, 1971). Les reliefs les plus élevés se rencontrent dans sa partie méridionale qui est bordée par le massif du Fouta-Djalon.

D'une manière générale, les pentes des principales rivières sont élevées dans leur cours supérieur mais s'abaissent rapidement vers l'aval (ROCHETTE et TOUCHEBOEUF, 1964). Le Bafing a une pente moyenne de 1,131 ‰ de sa source à Daïkka-Saïdou et de 0,590 de Daïkka-Saïdou à Bafoulabé. Quant au Bakoye, il a une pente légèrement supérieure à celle du Bafing, forte au voisinage de sa source (2,60 ‰), elle diminue et s'établit à 0,550 ‰, à la confluence avec Le Bafing.

De Bafoulabé à Bakel, la pente moyenne du fleuve enregistre une nouvelle baisse (0,300 ‰). Il reçoit divers affluents (Kolombiné : 0,470 ‰ ; Karokoro : 0,370 ‰) et franchit des seuils (Talari, Ambidedi...), des rapides et des chutes (aux chutes de Gouina il passe de 62 à 47 m et à Félou de 39 à 23,5 m). La pente du profil s'affaiblit, se réduisant à 0,007 ‰ jusqu'à Bakel pendant la saison des basses-eaux (KANE, 1985). Le fleuve reçoit également de la rive sénégalaise un affluent, la Falémé qui a une pente de 0,021 ‰ de la confluence avec le Sénégal. à Fadougou ; de 0,060 ‰ de Fadougou aux environs du confluent du Koulon-Ko et de 8,570 ‰ en amont de cette limite. En outre, la Falémé traverse une suite de petits rapides dus à des seuils rocheux (CAMUS et al., 1968).

A partir de Bakel, le Sénégal a une pente très faible : au moment des moyennes-eaux, elle est de 0,030 ‰ de Bakel à Boghé, et de 0,010 ‰ de Podor à Richard-Tell. A partir de Boghé, le fond du lit descend sous le niveau de la mer. Par forte crue, la pente se relève entre Bakel et Matam (0,040 ‰).

Le Delta a un paysage particulièrement plat (CHERRET, 1960) et sa pente est à peine perceptible : elle passe de 0,060 ‰ à 0,010 ‰ et est à Saint-Louis au niveau de la mer (KANE, 1985;).

Le profil transversal présente diverses modifications qui ont une grande importance pour l'économie halieutique (REIZER et al., 1972).

De Kayes à Bakel, le Sénégal large d'environ 400 m, est profondément encaissé entre des berges abruptes hautes de 10 à 12 m. Le lit est généralement sableux et les berges de formation silico-argileuse. La vallée rarement inondée, s'élève parfois en deux gradins, l'un assez étroit à une quinzaine de mètres et

	Hauteur d'eau (m)		
Tronçon du fleuve	débit = 150 m ³ /s	débit = 300 m ³ /s	débit = 500 m ³ /s
St-Louis à Podor	2,15	2,50	3,5
Podor à Boghé	1,60	2,50	3,5
Boghé à Bakel	1,10	2	2,7
Bakel à Ambededi	0,80	1,5	1,9
Ambedidi à Kayes	0,25	0,5	1,1

s'appuyant aux soulèvements Latéritiques qui apparaissent à quelques kilomètres des berges. la Falémè, à l'aval de Fadougou et jusqu'à son confluent présente le même faciès général (REIZER et al., 1972).

A l'aval de Bakel, la vallée s'étend sur 10 à 25 km entre des dunes et des recouvrements sableux. Le lit mineur est encadré par des bourrelets au-delà desquels se trouvent des cuvettes. Le bourrelet s'appelle "fondé", sa pente douce côté fleuve dans la rive convexe est le "falo", les cuvettes forment le "oualo" et les dunes de bordure non inondées constituent le "dieri" (CHERRET, 1960). Au centre de ces "oualos", on peut trouver des mares, désignées sous le terme de "vindou" dans la toponymie toucouleur.

Bien que très plat, le delta présente les mêmes éléments topographiques (levées, Cuvettes, dunes) mais dans un amalgame plus complexe (CHERRET, 1960).

1.3. BATHYMETRIE

La bathymétrie du fleuve Sénégal est bien connue grâce aux travaux de BEZIUKOV (1970, 1971 a et b), MEGLISTSKY (1970), DEKKER (1963), SURVEYER, NENNINGER & CHENEVERT (1972), PAGES et al. (1987).

La hauteur d'eau dans le chenal navigable varie en fonction des débits comme le montre le tableau suivant emprunté à BEZIUKOV (1971 b)

Hauteur d'eau (m)			
Tronçon du fleuve	débit = 150 m ³ /s	débit = 300 m ³ /s	débit =
St-Louis à Podor	2,15	2,50	3
Podor à Boghé	1,60	2,50	3,5
Boghé à Bakel	1,10	2	2,7
Bakel à Ambededi	0,80	1,5	1,9
Ambedidi à Kayes	0,25	0,5	1,1

Tabl. I.- Hauteur d'eau dans le chenal navigable en fonction du débit

Des différences de hauteurs considérables ont été enregistrées entre la saison des hautes-eaux et celle des basses-eaux (12 m à Bakel, 5 m à Dagana) (KANE, 1985).

La partie navigable du fleuve peut être divisée en deux tronçons :

- le premier, s'étendant de l'embouchure à Boghé (PK 379) et long de 402 km, est navigable toute l'année. Le seul endroit qui pose de véritables problèmes dans ce tronçon est l'embouchure. En effet, les profondeurs y sont faibles et se modifient continuelle-

ment. L'embouchure du côté de la mer est traversée par une barre de sable. Cette barre se déplace fréquemment, ce qui rend difficile la navigation. Toutefois, le fleuve grâce à son courant et au volume d'eau charrié y fait deux ouvertures appelées passes : une -grande et une petite ;

- le deuxième tronçon de Boghé à Kayes (PK 925), long de 546 km est navigable de 180 à 140 jours par an. La durée de la période de navigabilité est calculée pour les bateaux ayant un tirant d'eau de 3. m. C'est dans ce tronçon que se trouve la quasi totalité des seuils de la partie navigable du fleuve (BEZIUKOV, 1971 a) (fig. 3).

L.4. LE CLIMAT

Le climat du bassin du fleuve Sénégal a été largement décrit et commenté dans un grand nombre de rapports et de publications (REIZER, 1971 et 1974 ; REIZER et al., 1972 ; FAO, 1976 ; WANE, 1977 ; MBODJ, 1978 ; GERSAR/SONADER, 1980 ; OMVS, 1980a ; SOW, 1984 ; KANE, 1985...).

1.4.1. Pluviométrie :

L'examen de la répartition des isohyètes (fig. 4) met en exergue des variations considérables de la pluviométrie sur l'ensemble du bassin. Elle passe de 2000 mm dans sa partie sud à environ 300 mm sur sa limite septentrionale.

Les précipitations mensuelles atteignent partout un maximum, qui est unique dans l'année entre juillet et septembre. La durée de la saison des pluies présente une variation spatiale (REIZER, 1971) :

- 3 mois dans le nord : Saint-Louis à Podor : juillet à septembre,

- 5 mois dans le centre : Nioro à Kidira : mai à octobre,

- 8 mois dans le sud : Dalaba : avril à novembre.

Une des caractéristiques les plus marquantes de la pluviométrie du bassin du Fleuve Sénégal est l'irrégularité interannuelle, d'autant plus prononcée que l'on va vers le nord. A titre d'exemple, Les extrêmes pluviométriques enregistrés à Saint-Louis, pendant la période allant de 1912 à 1987 vont d'une moyenne annuelle de 674,9 mm (en 1912) à 102 mm (1977).

Plusieurs auteurs dont OLIVRY (1982), SOW (1984) et KANE (1985) font état d'une succession de périodes sèches et humides. La période actuelle se caractérise par un déficit pluviométrique sévère et persistant.

La pluviométrie selon KANE (1985) détermine le type de climat dans le bassin ; on distingue :

- le domaine tropical de transition limité par l'isohyète 500 mm, intéresse surtout le Haut-Bassin,

- le domaine tropical pur entre les isohyètes 1500 mm et 750 mm, couvre la vallée alluviale,

- Le domaine sahélien en dessous de 750 mm. Ce domaine s'étend sur le reste du bassin à l'exception de la zone littorale,

- le climat subcanarien est limité à la frange côtière. Ce climat se caractérise par une prolongation de la saison fraîche

jusqu'en mai-juin. Saint-Louis appartient ainsi à un microclimat tout à fait particulier, situé dans le domaine sahélien (KANE, 1985). Ce microclimat est caractérisé par l'alizé maritime stable.

1.4.2. Les vents :

Le bassin du fleuve Sénégal se trouve dans le zone d'influence du FIT (Front Inter-Tropical ou zone de convergence Inter-Tropicale) qui correspond à l'axe de confluence des flux issus des deux hémisphères météorologiques (OMVS, 1981).

Pendant la saison sèche, le régime est exclusivement celui des alizés (l'alizé continentalisé et l'harmattan qui peuvent atteindre des vitesses comprises entre 7 et 15 m/s) dans le Haut-Bassin et la vallée alluviale.

Dans le Delta, où s'exercent les influences océaniques, le régime est différent, l'alizé maritime soufflant du nord et du nord-ouest. A St-louis, les flux issus du nord s'installent dès le mois d'octobre ; en revanche ceux du nord-ouest sont permanents pendant toute la saison sèche ; les vitesses sont modérées.

Entre la fin de la saison sèche et le début de la saison pluvieuse, s'intercale une saison de transition. Les vents du nord-est et du nord-ouest s'installent dans le Delta alors que dans le Haut-bassin se manifestent déjà des vents d'ouest et du nord-ouest.

Durant la saison des pluies, le vent de mousson souffle sur l'ensemble du bassin du Sénégal. Les vents d'ouest et du sud-ouest circulent avec une vitesse faible et constante.

Une période de transition durant laquelle la mousson s'affaiblit et se retire progressivement s'intercale entre la fin de la saison des pluies et le début de la saison sèche.

Des vents locaux apportent des nuances climatiques :

- dans le domaine continental, l'air surchauffé peut s'élever en tourbillon emportant sable et poussière. Des vents de sable sont fréquents pendant la saison sèche (harmattan et brise de terre).

- Dans le Delta et les marges littorales, se manifeste la brise de mer : vent diurne, léger et doux ; fréquent en début d'après-midi, il contribue à rafraîchir le climat (KANE, 1985).

1.4.3. Les températures de l'air

Les températures du bassin du fleuve Sénégal sont caractérisées par leurs moyennes annuelles élevées. La température de l'air augmente de la côte vers l'intérieur avec la diminution progressive de l'effet rafraîchissant des alizés maritimes et la prédominance en saison sèche à l'intérieur du Bassin des vents continentaux. Elle croît également du sud au nord du fait de la réduction des altitudes et du couvert végétal plus discontinu vers le nord (SOW, 1984). (tab. II)

De l'examen du tableau II emprunté à REIZER (1974), il apparaît que :

- la température mensuelle maximale s'observe généralement dans le mois qui précède le début de la saison des pluies soit en mars-avril dans le sud et en mai-juin dans le nord ;

- les températures minimales se rencontrent en janvier-

février et augmentent du sud au nord.

Stations	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Année
St-Louis	22	22	22	22	22	26	26	26	26	26	25	23	25
Rosso	22	24	27	29	30	31	30	29	29	29	26	23	27
Podor	23	24	28	30	37	32	31	30	30	31	27	24	28
Matam	23	27	29	32	34	34	31	29	29	30	28	25	29
Nioro	22	25	29	33	34	33	30	28	29	30	26	23	29
Bafoulabé	26	28	31	34	34	30	26	26	27	27	27	26	29
Kita	25	29	30	33	33	28	26	25	26	27	27	26	28
Kéniéba	25	28	31	32	30	29	27	26	27	27	26	25	28

Tableau II.- Climat du bassin du Sénégal : températures moyennes mensuelles en °C.

Légendes : les chiffres en °C représentent des moyennes mensuelles issues de la formule :

$$\frac{\text{minimum moyen mensuel} + \text{maximum moyen mensuel}}{2}$$

2

Source : REIZER (1974)

■ Saint-Louis bénéficie d'un climat particulier. Le maximum de la température moyenne mensuelle se produit en aout-septembre.

Dans le Bas-Delta, la proximité de l'océan réduit considérablement les variations de l'amplitude thermique diurne. Par contre, dans le reste du bassin, les effets de la continentalité se font sentir ; d'où une augmentation de l'amplitude thermique diurne.

Stations	T° maximale		T° minimale		Amplitude diurne	
	absolue	minimale	absolue	maximale	absolue	minimale
St-Louis	32 (9)	26 (5)	16 (1-2)	27 (7-8)	13 (2)	16 (6-7-8)
Podor	41,07 (6)	31,38 (1)	15,06 (1)	25,16 (6)	18,20 (5)	11,71 (8)
Matam	42,79 (5)	34,22 (12)	18,87 (1)	27,47 (6)	20,17 (1)	9,79 (8)

Tabl. III.- Caractéristiques des différents régimes thermiques en °C (Les chiffres, entre parenthèses indiquent les mois)

Source : OMVS in : KANE (1985).

1.4.4. L'Evaporation

L'évaporation est minimale d'une manière générale pendant la saison des pluies en raison :

- l'importante couverture nuageuse
- la faible insolation
- et l'humidité de l'air

Par contre l'évaporation est maximale durant la saison sèche et froide quand l'insolation est importante, les pluies pratiquement inexistantes, l'air froid et sec (janvier le mois le plus froid de l'année a une des plus fortes évaporations : 7,3 mm/jour à Saint-Louis) tandis que le maximum thermique correspond à une évaporation minimale (3,4 mm/jour) à Saint-Louis (KANE, 1985).

La quantité d'eau évaporée par année est importante. A l'évaporomètre Piche, les relevés moyens sur une période de plusieurs décennies ont été de 2950 mm à Saint-Louis où le degré hydrométrique de l'air est appréciable, de 3220 mm à Matam et de 3550 à Kosso (PLATON, 1981).

Le Delta connaît la plus faible évaporation de tout le bassin à cause des températures plus fraîches qui règnent sur le littoral.

1.5. L'HYDROLOGIE

Depuis 1950, plusieurs travaux ont été réalisés sur L'hydrologie du fleuve Sénégal par des services intéressés par l'aménagement du bassin ; c'est le cas en particulier de :

- MEFS (Mission d'Etude du fleuve Sénégal)
- UHEA (Union Hydroélectrique Africaine)
- MAS (Mission d'Aménagement du fleuve Sénégal)
- ORSTOM (Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer devenu Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération)
- OMVS (Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal) anciennement OERS (Organisation des Etats Riverains du fleuve Sénégal) surtout avec l'élaboration et l'exploitation d'un modèle mathématique de la vallée par SOGREAH en 1972.

Parmi les ouvrages publiés traitant de l'hydrologie on peut citer sans être exhaustif : SEGUY, 1955 ; MANDIN, 1957 ; ROCHETTE, 1964 ; ROCHETTE et TOUCHEBOEUF, 1964 ; CAMUS et al., 1968 ; JUTON, 1971 ; REIZER, 1971 ; REIZER, 1974 ; ROCHETTE, 1974 ; HAMIDOU et SEYE, 1976 ; GUIGIJEN et LERIQUE, 1977 ; OMVS, 1980a ; OLIVRY, 1982 et 1983 ; COGELS, 1984 ; SOW, 1984 ; GAC et KANE, 1986 a et 5 ; OAC et al., 1986 ; COGELS et GAC, 1982 et 1983 ; GAC et FAURE, 1987-T GAC, 1987.

1.5.1. Régime, écoulements et débits

1.5.1.1. Le Régime du fleuve Sénégal

Le régime du fleuve Sénégal a été classé dans le type tropical humide par FRECAUT (1982), KANE (1985) et GAC et KANE (1986a). Il est essentiellement déterminé par le rythme pluviométrique saisonnier et suit avec un faible décalage la répartition des

pluies dans le Haut-Bassin (KANE, 1985). Le régime hydrologique du fleuve Sénégal se caractérise par une seule saison annuelle de hautes-eaux et de débits élevés qui survient surtout entre juin-juillet et octobre-novembre. Les étiages sont très prononcés ; c'est ainsi qu'en cette période, le débit moyen mensuel à Bakel tombe fréquemment en dessous de 5 m³/s (REIZER, 1974) surtout ces seize dernières années, alors qu'en période des hautes-eaux, il peut dépasser 5000 m³/s (1956-57, 1961-62, 1964-65, 1965-66, 1967-68 par exemple).

Selon ROCHETTE et TOUCHEBOEUF (1964) des sources du Sénégal à l'embouchure, on distingue trois sous-régimes : tropical humide de "transition", tropical "pur" et sahélien.

Le régime tropical humide de "transition" couvre une superficie d'environ 28.000 km². Il concerne les Hauts-Bassins du Bafing, de la Falémé et du Bakoye. Ce sous régime est caractérisé par des variations brutales d'écoulement. Les réserves en eau du sol et du sous-sol sont réduites (KANE, 1985), en raison de la lithologie (SOW, 1984).

Le régime tropical humide "pur" se différencie du précédent par une saison des hautes-eaux moins longue (trois à quatre mois seulement) et une durée plus importante de la saison des basses-eaux pendant laquelle persiste un faible écoulement. Le régime tropical "pur" couvre 45 % du bassin. Il concerne les cours inférieurs du Bafing, de la Falémé, du Bakoye et la totalité du Bassin de la Baoulé (GAC et KANE, 1985).

Le régime sahélien concerne toute la zone du bassin versant où la pluviométrie est inférieure à 750 mm (40 % du Bassin). Il englobe l'intégralité du bassin de la Kolombiné, du Karokoro, du Gorgol et la "Vallée du Serpent" pour le Baoulé. L'influence de la zone sahélienne est très faible dans l'alimentation du fleuve Sénégal (ROCHETTE et TOUCHEBOEUF, 1964).

Une autre caractéristique essentielle du régime du fleuve Sénégal est l'ampleur de l'irrégularité interannuelle (JUTON, 1972). L'examen du module moyen de 70 années est révélateur : on constate que :

- 30 modules sont supérieurs à la moyenne
- 5 modules sont égaux à la moyenne
- 34 modules sont inférieurs à la moyenne

L'amplitude est de 1/4,8 (REIZER, 1974).

1.5.1.2. Écoulements - débits

L'étude des écoulements du Sénégal a été surtout faite aux stations de Bakel et de Dagana (ROCHETTE, 1974 ; GAC et KANE, 1986a). Lorsqu'à Dagana, le niveau descend en dessous de 1,20 m, le remplissage est presque entièrement masqué par les oscillations de la marée et les débits des basses-eaux ne peuvent être évalués qu'en estimant le temps de propagation de l'écoulement depuis les stations situées plus à l'amont (ROCHETTE, 1974 ; KANE, 1985 et GAC et KANE, 1986a). ROCHETTE (1974) a établi la formule de propagation des écoulements dans la vallée en l'absence des débordements vers les plaines avoisinantes (ici entre Bakel et Dagana).

$$Q_{D_1} = -0,2 Q_{B_1} + 0,28 Q_{B_0} + 0,92 Q_{D_0}$$

Q_{B_0} et Q_{D_0} représentent respectivement les débits à Bakel et à Dagana le jour J (ce jour J, variable chaque année correspond au jour où le débit à Dagana devient inférieur à 600 m³/s) ; Q_{B_1} et Q_{D_1} les débits dans les mêmes sections à l'instant J + 1 avec :

$$Q_{B_1} = Q_{B_0} - \Delta Q \quad (\text{en période de tarissement} \\ Q_{B_1} < Q_{B_0})$$

$$Q_{D_1} = -0,2 (Q_{B_0} - \Delta Q) + 0,28 Q_{B_0} + 0,92 Q_{D_0} \\ = 0,08 Q_{B_0} + 0,2 \Delta Q + 0,92 Q_{D_0}$$

Le terme $0,2 \Delta Q$ étant négligeable devant Q_{B_0} (il ne représente lors du tarissement que 0 % à 5,8 % de Q_{B_0}) :

$$Q_{D_1} = 0,08 Q_{B_0} + 0,92 Q_{D_0} \quad (\text{formule simplifiée})$$

Pour le bief aval, les écoulements ne peuvent qu'être estimés ; à cause des difficultés liées à leur évaluation en période de tarissement ; mais également à l'impossibilité de les préciser lorsque la nouvelle onde de crue atteint déjà Bakel à l'amont alors que la précédente manifeste toujours ces effets à Dagana (KANE, 1985).

Le module moyen annuel calculé sur la base de quatre vingt une années (1903-1904 à 1983-1984) donne à Bakel 715 m³/s soit un écoulement moyen de 22,06 . 10⁹m³/an ; et à Dagana 641 m³/s correspondant à un écoulement moyen de 20,2 . 10⁹m³/an (GAC et KANE, 1986a).

L'irrégularité des écoulements constitue une des principales caractéristiques du fleuve Sénégal (ROCHETTE, 1974 ; KANE, 1985 ; GAC et KANE, 1985a).

1.5.1.3. Les lacs de Guiers et R'Kiz

Le cycle hydrologique du lac de Guiers comporte deux phases principales (COGELS et GAC, 1982, 1983 et 1986a ; COGELS, 1984) :

- une phase d'alimentation par les eaux du fleuve en crue par l'intermédiaire de la Tawey qui relie le lac au fleuve. Cette phase couvre en moyenne trois mois du 15 juillet au 15 octobre.
- une phase d'isolement qui commence à l'amorce de la décrue fluviale. Les barrages de la Tawey situés à proximité de la confluence avec le fleuve sont alors fermés évitant ainsi l'écoulement du lac dans le cours d'eau. Cette phase se prolonge jusqu'à la crue fluviale suivante soit 9 mois environ.

L'alimentation du lac en eau est essentiellement assurée par la crue du fleuve (81 %), les apports météorologiques (11 %) et les eaux de drainage des zones exploitées par la CSS(1) (8 %) (COGELS et GAC, (1986a et b). LEULIER (1983) fait état d'une autre source d'alimentation en eau du lac de Guiers : il s'agit du Ferlo souterrain.

(1) CSS:Compagnie Sucrière Sénégalaise

Les pertes en eau sont dues en majeure partie à l'intense évaporation (79 %) et aux pompages de la CSS et de l'usine de traitement de la SONEES(1) implantée à Ngnith (COGELS et GAC, 1982, 1983 et 1986a ; COGELS, 1984).

Les aménagements hydro-agricoles (Barrages) auront un effet positif dans le remplissage des lacs de Guiers et de R'kiz. Pour ce dernier, la recharge en eau de surface depuis le fleuve, n'a lieu naturellement qu'à la fréquence d'une année sur dix. Les caractéristiques de ses eaux sont supposées être approximativement les mêmes que celles du lac de Guiers étant donné que sa charge est assurée par le ruissellement des eaux de pluies et que le sol et la topographie de ces deux lacs sont très comparables (OMVS, 1980b).

1.5.2. La marée fluviale

La marée à Saint-Louis du côté de la mer est du type semi-diurne. La forme est proche de celle d'une sinusoïde (fig. 5).

A la hauteur du pont Faidherbe, la forme de la marée fluviale a déjà légèrement changée, flot et jusant ont la même durée mais on observe une légère dissymétrie de la courbe.

A l'amont, la dissymétrie n'est guère plus marquée mais on constate une augmentation sensible du perdant par rapport au montant. De l'aval vers l'amont, on note un amortissement de la marée qui d'ailleurs est trois à quatre fois plus importante entre Saint-Louis et Diaour qu'en amont (ROCHETTE, 1964).

L'amplitude qui est de 1,20 m IGN à l'embouchure (1,50 m aux vives eaux) diminue pour atteindre 0,90 à Saint-Louis, 0,50 m à Dagana et 0,30 m à Podor (REIZER, 1974).

L'onde de marée peut se propager dans le fleuve jusqu'aux environs de Diouldé-Diabé située à 450 km (BEZIUKOV, 1971, KANE, 1985).

La vitesse de propagation de l'onde de marée est maximale à marée haute et minimale à marée basse ; cette variation du temps de propagation s'explique par le fait que l'onde de marée en se déformant lors de sa progression vers l'amont entraîne un accroissement sensible de la durée du jusant par rapport à celle du flot (ROCHETTE, 1974 ; KANE, 1985). Le tableau suivant a été emprunté à ROCHETTE (1974). (tab.IV)

(1) SONEES : Société Nationale d'Exploitation des Eaux du Sénégal.

stations	Distance de l'embouchure km	Temps de propagation marée haute	marée basse	Vitesse partielle de propagation à marée haute (m/s)
Gandiole	2,5	20 mn	26 mn	2,08
Saint-Louis	18	1h 35 mn	1h 45 mn	3,44
Maka	51	3h 05 mn	3h 20 mn	6,11
Débi	81	4h 45 mn	4h 56 mn	5,00
Diaour	115	6h 15 mn	6h 40 mn	6,30
Richard-Toil	158	8h 00 mn	8h 20 mn	6,132

Tabl. IV.- Temps de propagation de la marée dans le
Delta du fleuve Sénégal
Source : Rochette (1974)

1.5.3. L'invasion marine

L'importance de l'influence de l'invasion marine sur les aménagements hydro-agricoles du Bassin du fleuve Sénégal a suscité de nombreuses études (HENRY, 1918 ; TROCHAIN, 1940, DUBOIS, 1955...). Les travaux qui font autorité dans ce domaine sont ceux de ROCHETTE (1964, 1974), KANE (1985) et GAC et al., 1985, 1986a, b et c).

Les principales causes de l'invasion marine ont été précisées par ROCHETTE (1964) et GAC et al. (1986a) :

- la morphologie du lit mineur : jusqu'à plus de 400 km de l'embouchure, le lit mineur du fleuve Sénégal se situe en contre-bas de l'océan. Les eaux océaniques peuvent alors, lors de l'étiage envahir une portion importante du Bas-Fleuve ;
- le régime du fleuve : la période des basses eaux du Sénégal dure six à huit mois. Le tarissement est précoce et les étiages sont très sévères avec des écoulements insignifiants pendant une bonne partie de l'année ;
- la puissance de la houle à l'embouchure : le littoral au large de l'embouchure serait soumis à l'une des plus fortes agitations du monde selon COLEMAN et WRIGHT (1975) ;
- la pente du talus continental : très forte à proximité de l'embouchure, elle peut engendrer des phénomènes de mini-raz de marée et une intrusion plus importante d'eau salée dans la vallée surtout en période d'étiage (GAC et al., 1986a).

Il faut enfin signaler les effets du déplacement de l'embouchure sur la remontée de la langue salée, mais aussi ceux des pompages d'eaux qui sans avoir une importance capitale, ne doivent pas être négligés.

Les mécanismes de l'invasion marine ont été remarquablement décrits par GAC et al. (1983 et 1986). Nous reprenons ici l'essentiel de cette description.

L'invasion marine se décompose en quatre phases dont les durées sont variables et liées aux caractéristiques saisonnières de chaque crue, elles-mêmes dépendantes de l'abondance et de la répartition des précipitations sur le bassin versant :

Phase 1.- Elle coïncide avec la période des hautes eaux. L'eau est douce sur la totalité du cours du fleuve.

Phase 2.- L'interface eau douce/eau salée entame son déplacement saisonnier vers l'amont. L'intrusion débute par une oscillation sinusoïdale et cyclique du plan d'eau due à l'onde de marée et la progression du front salé ne dépend plus que de la forme du tarissement du fleuve. Selon les estimations de ROCHETTE (1964) cette phase débute lorsque le débit du fleuve descend en dessous de 600 m³/s et reste supérieur à 50 M³/s. Bâties sur des données acquises en période humide, ces estimations s'écartent de la réalité en période aride (fig. 6).

Selon GAC et al. (1986b), d'après les observations journalières de la salinité, à Saint-Louis, "l'intrusion saline débute avant le franchissement du seuil de 600 m³/s lors de la phase de tarissement en période aride. Le gain de temps reste cependant très faible (au maximum une semaine) et le "debit-clef" pour le début de la remontée saline serait de l'ordre de 750 m³/s".

Phase 3.- Elle se poursuit tant que le débit reste inférieur à 50 m³/s (et 20 m³/s en période aride). Sa durée est donc liée à celle des étiages, c'est dire que tout va dépendre de l'arrivée de la crue suivante (ICOLLE et al., 1982).

Phase 4.- Cette dernière phase s'amorce avec le nouveau cycle hydrologique et la nouvelle saison des pluies. Elle correspond au retrait de la salure dans toute la vallée.

La distance couverte par l'intrusion saline varie selon que l'on est en période humide ou sèche (fig. 7) SAOS et al., 1984 ; GAC et al., 1986b) :

- en période humide, le front salé se situe vers le P.K 170 soit à quelques kilomètres en amont de Richard-Tell.
- en période aride, l'invasion marine pénètre en profondeur jusqu'au PK 217, bien en amont de la ville de Dagana. Des taux de salinité de 35 ‰ sont observables jusqu'au PK 28.

1.5.4. La salinité (fig. 8)

D'une manière générale, l'eau douce s'installe dans toute la vallée du Sénégal entre août et novembre (GAC et al., 1986a). Mais dès la mi-octobre, la charge ionique des eaux augmente régulièrement au rythme de l'intrusion marine. A Saint-Louis, la salinité au cours du cycle 1981-1982 a dépassé 10 ‰ début décembre, 20 ‰ vers le 10 janvier, 30 ‰ à la mi-mars et atteint celle de l'eau de mer, 35 ‰, à partir du 15 mai. La salinité maximale a été

enregistrée le 7 juillet avec une charge en solution de 39g/l. En 1982-1983, les dates de franchissement de ces valeurs de salinités sont sensiblement les mêmes. A la fin du mois de mai 1983, les salinités ont nettement dépassé 35 ‰ (KANE, 1985). SAOS et al. (1984) ont mis en évidence, en juin et juillet 1983 des salinités supérieures à 35 ‰ jusqu'à 80 km de l'embouchure ; ces auteurs font état du fonctionnement "inverse" de l'estuaire du Sénégal, des charges en solution de 40 gr/litre ayant été mesurées à plus de 50 km de l'embouchure.

A profondeur constante, la salinité ne présente aucune variation perceptible en relation avec sa répartition transversale (ROCHETTE, 1974 ; REIZER, 1971 et 1974).

La salinité le long d'une verticale augmente avec la profondeur et cette augmentation est rarement régulière. L'allure des courbes isohalines est différente suivant l'importance de la pénétration saline :

- lorsque la pénétration saline est inférieure à 100 km, soit jusqu'à l'aval de Diawar, les courbes isohalines présentent une pente très faible (de l'ordre de 25 cm/km) ou très inclinée. Le premier cas est indicateur d'eaux peu mélangées, le second, d'eaux bien mélangées ;

- par contre, si la pénétration saline est supérieure à 100 km, ces divergences s'atténuent. Le "coin salé" progresse par avancées successives, suivies de retraits apparents (ROCHETTE, 1964, REIZER, 1971 et 1974 ; KANE, 1985).

Cette différence s'explique selon ROCHETTE (1964) par une diminution progressive de la poussée des eaux douces sur les eaux saumâtres au fur et à mesure que la salure envahit le lit du fleuve. Au début de l'intrusion saline, l'eau douce s'écoule sur l'eau marine sous-jacente (mélange réduit, isohalines horizontales), alors que vers la fin de la saison sèche, les eaux sont fortement mélangées et les isohalines, sont verticales.

En ce qui concerne la salinité du lac de Guiers ; durant sa phase d'isolement (c'est-à-dire la fermeture des barrages), les eaux se concentrent. Leur minéralisation progressive est favorisée dans la zone nord par la charge chimique élevée des rejets. Dans la zone nord, la salinité globale passe de 100 mg/l vers la mi-octobre à près de 500 mg/l en fin juillet. Au sud, le facteur de concentration est du même ordre de grandeur, la charge dissoute initiale de 1000 mg/l s'élevant en fin d'assèchement du lac à près de 4000 mg/l (COGEL et GAC, 1983a et 1983b).

1.5.5. La température de l'eau (fig. 9)

Le cycle thermique annuel construit par REIZER (1974) à partir des moyennes mensuelles se décompose en :

- un maximum thermique voisin de 20°C, atteint chaque année en janvier,
- un maximum thermique voisin de 30°C, entre juin et septembre.

Ce cycle présente la même allure aussi bien dans le fleuve que dans le lac de Guiers. Cependant, les températures lacustres sont plus élevées (REIZER et al., REIZER, 1974 ; KANE, 1985). La moyenne annuelle serait de 23°C selon REIZER (1974).

En ce qui concerne le Haut-Delta et la Vallée, les tempéra-

tures ne présentent aucune stratification verticale et les moyennes mensuelles ont variées entre 1967 et 1972 de 17,4°C à 31,3°C. La température moyenne annuelle est de 26°C.

Pour le Lac de Guiers, des phénomènes de stratifications thermiques ont été remarqués mais ils n'excèdent jamais vingt quatre heures.

Sur le plan spatial, les eaux du lac sont partout thermiquement comparables (REIZER, 1974).

1.5.6. Le pH

Les pH les plus fréquemment rencontrés dans le fleuve et le lac de Guiers sont très proches de la neutralité (REIZER, 1974 ; GAC et KANE, 1986) (fig. 10).

Durant la saison des pluies, les eaux continentales sont faiblement acides (pH de 6,5 à 7,3). En décrue et en étiage, le pH varie très peu (autour de 7,8-7,9), témoignant ainsi de la pénétration de l'eau de mer dans la vallée (KANE, 1985).

1.5.7. Turbidité et débits solides

Avant les travaux de KANE (1985) et GAC et KANE (1986), il y avait peu de données sur la turbidité et les débits solides du fleuve Sénégal. Les quelques mesures connues ne concernaient que quelques stations et étaient le plus souvent limitées dans le temps (SEGUY, 1955 ; MANDIN, 1957 ; MICHEL, 1973).

Selon KANE (1985) et GAC, KANE (1986) étudiant les cycles hydrologiques 81-82 et 82-83, les variations saisonnières de la turbidité des eaux du Sénégal sont très nettes et il est facile d'établir un schéma général d'évolution.

Pendant la saison des hautes-eaux, la turbidité est extrêmement élevée à cause de l'importante charge en limons. Les plus fortes concentrations observées au cours des deux cycles successifs ont été de 686,4 mg/l (15-08-81) et de 415,8 mg/l (20-08-82). Ces valeurs beaucoup plus élevées que celles estimées antérieurement, sont sans doute liées au fait qu'en période de sécheresse, l'écoulement du fleuve qui est canalisé dans le lit mineur pendant le passage de la première onde de crue, provoque un sapement latéral plus important des rives. Les charges solides restent supérieures à 200 mg/l jusqu'à l'amorce de la crue. A partir de novembre, le développement de la végétation diminue le transport des matériaux en suspension ; la dégradation des sols est plus faible et les eaux n'assurent plus que l'évacuation de fines particules déjà libérées. Pendant la période des basses-eaux, les concentrations de matières en suspension se stabilisent autour d'une valeur moyenne de 10 mg/l (KANE, 1985).

Il n'y a aucune variation du débit solide avec la profondeur. Le matériel en suspension peut donc être considéré comme constitué en grande majorité par des particules de très faible diamètre (SEGUY et MAUDIN 1957).

Mois	1981 - 1982			1982 - 1983		
	C (mg/l)	V (10^6 m^3)	Masse (en tonne)	C (mg/l)	V (10^6 m^3)	Masse (en tonne)
Août	476.7	3028.95	1 443 995	186.2	1705.97	317 613
Septembre	237.5	4058.21	963 638	210.3	2875.39	604 644
Octobre	135.7	2598.48	352 731	128.1	1725.25	220 959
Novembre	89.2	1047.25	93 433	47.6	805.91	38 348
Décembre	19.7	383.72	7 561	(10.3)	305.34	(3 130)
Janvier	14.0	162.93	2 282	(7.4)	127.76	(945)
Février	17.0	67.50	1 146	(9.2)	51.53	(474)
Mars	15.0	26.15	391	(7.9)	20.62	(162)
Avril	5.7	7.47	42	(3.3)	5.50	(18)
Mai	5.9	2.45	15	(3.0)	2.01	(6)
Juin	11.1	1.26	11	(13.0)	0.31	(4)
Cycle hydrologique	251.7	11384.37	2 865 245	155.5	7625.59	1 185 903

Tableau V.- Bilan des flux particuliers à l'embouchure du Sénégal

Le tableau V emprunté à GAC et KANE (1986), indique l'importance mensuelle et annuelle des flux de matières en suspension à l'embouchure. Les deux cycles hydrologiques étudiés par ces deux auteurs donnent des résultats tout à fait différents avec des apports respectifs à l'océan de 2.850.000 tonnes en 1981-1982 et de seulement 1.185.000 tonnes en 1982-1983. Ces chiffres sont à rapprocher de ceux obtenus à la station amont de Bakel au cours des mêmes périodes : 2.340.000 tonnes (81-82). L'afflux de matières en suspension a été deux fois plus important en 81-82 qu'en 82-83. En 1981-1982, la quantité de matériaux enregistrée à l'aval est plus importante que celle fournie par l'amont (globalement, le transit dans la Vallée se solde par un gain de l'ordre de 500.000 tonnes) ; en revanche, au cours du second cycle, les quantités déversées dans l'océan ne représentent que 83 % des matériaux livrés par les hauts-bassins.

L'analyse granulométrique des matières en suspension (KANE, 1935; GAC et KANE, 1986) montre que la fraction argileuse prédomine en toute saison : elle représente de 65 à 93 % de la charge solide. La fraction restante se partage entre les limons très fins (de 4 à 24 %), les limons fins (de 0,5 à 8 %), les limons moyens (de 0,5 à 5 %), les limons grossiers (de 0 à 3 %) et les sables (de 0 à 1 %). La distribution granulométrique moyenne des flux particuliers solides à l'embouchure du Sénégal est la suivante : 76 % d'argiles ($< 2 \mu\text{m}$) ; 14,2 % de limons très fins (de 2 à 5 μm) ; 5 % de limons fins (de 5 à 10 μm) ; 2,6 % de limons moyens (de 5 à 10 μm) ; 2,6 % de limons moyens (de 10 à 20 μm) ; 1,9 % de limons grossiers (de 20 à 60 μm). Les courbes granulométriques cumulées indiquent que la fraction $> 63 \mu\text{m}$ est négligeable.

L'étude de la composition minéralogique des matières en suspension (GAC et KANE, 1986) révèle la prédominance de quartz, de Kaolinite et d'argiles. Ces trois espèces minérales sont accompagnées d'illite, de feldspath et de goethite. La présence d'hématite en petite quantité est probable.

Les analyses chimiques des matières en suspension (KANE, 1985 ; GAC et KANE, 1986) indiquent la présence de silice (50, 2 %), d'alumine (24 %), de fer (9,7 %) ; un groupe moins important réunit le potassium (1,7 %), le magnésium (1,2 %) et le titane (0,9 %).

Deux éléments apparaissent en quantité négligeable : le calcium (0,3 %), le sodium (0,2 %). Parmi les éléments traces dont les teneurs sont aussi relativement stables au cours des saisons, on note par ordre d'abondance : le manganèse, le baryum, le chrome, le zirconium, le vanadium et le nickel. Tous les autres constituants (Zn, Cu, Mo, Co) ont des teneurs inférieures à 100 ppm.

Il faut enfin signaler que le taux de matières organiques dans les particules en suspension est faible (de 1,2 à 2,4 %). Au cours des cycles hydrologiques 1981-1982, 1982-1983, l'"expulsion" de matières organiques à l'embouchure est estimée à 45.000 tonnes et 23.000 tonnes, ce qui représente 1,56 % et 1,98 % des quantités de matières en suspension (KANE, 1985).

1.5.S. La charge dissoute

Les travaux sur la charge dissoute sont peu nombreux. Parmi les plus importants on peut citer : KANE, 1985 ; GAC et KANE, 1986b, COGELS et GAC 1986.

Les renseignements dont nous disposons concernent surtout le bief aval du fleuve et sont incomplets au point de vue hydrobiologique.

Dès le mois d'avril, les teneurs en bicarbonates (HCO_3) dans le bief situé en aval de Saint-Louis atteignent celle de l'eau de mer. En période de crue, d'août à octobre, les eaux du fleuve qui arrivent dans le Bas-Delta ont des teneurs en bicarbonate comprises entre 15 et 25 mg/l. Les carbonates (CO_3^{--}) ne sont présents qu'en quantité très négligeable (GAC et KANE, 1986).

Pour les sulfates, les concentrations sont nulles dans les eaux de crues (REIZER, 1974).

Les teneurs des chlorures dépassent celles de l'eau de mer au maximum de l'intrusion marine dans la vallée du fleuve, le maximum a été de 21 g/l. Les concentrations de sulfates se stabilisent autour de 10 à 15 mg/l, à la hauteur de Saint-Louis des l'installation de la crue.

En ce qui concerne les cations majeurs, le comportement des alcalins (Na, K) et des alcalino-terreux (Ca et Mg) mime celui des anions. Les concentrations croissent dès que les eaux de l'océan se mélangent aux eaux fluviales. Pour les alcalins, les teneurs sont supérieures à celles de l'eau de mer quand la pénétration saline est à son paroxysme. En revanche, ceci n'est qu'exceptionnel pour le calcium et le magnésium pendant le cycle 1982/1983, les teneurs en alcalino-terreux demeurent plus basses que celles de l'eau de mer.

Au moment de la crue, la concentration de tous les cations décroît. brutalement. Les teneurs sont peu variables durant cette courte période de deux à trois mois : 10 mg/l (Na), 4 mg/l (Ca), de 2 à 3 g/l pour le K et le Mg (GAC et KANE, 1986).

A l'inverse de tous les éléments dissous, la teneur en silice augmente dès que la crue annuelle atteint l'embouchure (KANE, 1985).

En 1981/82, les flux dissous d'origine continentale, qui ont transité à l'embouchure du fleuve Sénégal, font 500.000 tonnes. Ces apports assurés par des écoulements de 11,784.109m³ correspondent à une charge dissoute moyenne annuelle de 42,3 mg/l. Le taux d'érosion chimique annuel pour l'ensemble du bassin serait de 1,85 t/km²/an, valeur très faible (GAC et KANE, 1986).

1.6. LE MILIEU BIOLOGIQUE

1.6.1. La végétation

La végétation de la Vallée et du Delta présente plusieurs ensembles étroitement liés aux conditions géomorphologiques et édaphiques (MICHEL et al., 1969) :

- la forêt à Acacia nilotica qui occupe les zones régulièrement inondées ;
- la saulaie ripicole qui colonise les berges du lit mineur ;
- la forêt mixte marginale des zones exondées ;
- la steppe à halophytes, typique de la zone deltaïque ;
- la mangrove, caractéristique de la région estuarienne.

A ces groupements végétaux, il faut ajouter ceux des grandes dépressions autres que les Acacia nilotica (ANDRU, 1966) et les galeries forestières, du domaine guinéen (TROCHAIN, 1940).

La Forêt à Acacia nilotica :

Les forêts d'Acacia nilotica (ou gonakié) occupent encore partiellement les grandes cuvettes argileuses du lit majeur et les sillons allongés entre les bourrelets des levées récentes. Il s'agit d'un peuplement ligneux monophytique couvrant approximativement 50.000 hectares de part et d'autre du fleuve soit environ 0,17 % de la superficie du Bassin fluvial (OMVS, 1980a).

Les aménagements agricoles de ces dernières années ont considérablement affecté les forêts de gonakiés.

Un préjudice très important risque d'être porté aux forêts de gonakié par la régularisation du débit du fleuve avec la mise en service du barrage de Manantali, qui asséchera quelque 7630 ha de forêts d'Acacia nilotica soit 15 % du total (ENGELARD et al., 1987).

La saulaie ripicole

Elle s'étend sur les berges du lit mineur et est caractérisée par une espèce de saule : Salix coluteoides. Ce saule forme des buissons très fournis d'une hauteur de 1,5 à 5 mètres (CHEVALIER, 1938 ; TROCHAIN, 1940). Il perd ses feuilles peu avant la crue. Après avoir subi une submersion totale durant un certain laps de

temps (un à trois mois) correspondant à une phase de vie latente, il se met à feuiller et à fleurir (MICHEL et al., 1986).

La forêt mixte marginale

Cette forêt colonise la zone marginale du lit majeur, non régulièrement atteinte par l'inondation. Elle est constituée par un boisement complexe faisant la transition entre la forêt à Acacia nilotica et la savane arbustive claire du "dieri".

La forêt mixte marginale présente plusieurs strates de végétation :

- une strate arborée qui s'élève à environ 8-10 mètres,
- une strate arbustive plus basse d'environ 4 mètres,
- une strate herbacée à laquelle participent des plantes de hauteurs variées (2-3 mètres) (MICHEL, 1966).

La steppe à halophytes

C'est un type de végétation largement ouvert, les éléments pérennes qui la composent étant séparés par des intervalles plus ou moins importants et absolument nus en saison sèche.

ce type de végétation est particulièrement bien développée dans la zone du Delta, de Richard-Toll à Saint-Louis, caractérisée par de grandes étendues de sols salins, soit sablo-limoneux, soit argileux. La steppe à halophytes, c'est-à-dire à plantes vivant sur les sols salés comprend en réalité plusieurs groupes écologiques repartis suivant le degré de salinité du substratum (MICHEL, 1966).

La mangrove

La mangrove, jadis bien développée, n'offre plus que l'aspect dégradé d'une végétation relictuelle. La mangrove du fleuve Sénégal constitue la limite septentrionale de l'aire de répartition de cette formation végétale.

ANDRU (1966) signale l'existence de deux espèces dans la mangrove du fleuve Sénégal : Rizophora racemosa et Avicennia africana. En plus de ces deux espèces, MICHEL et al. (1966) font état de la présence de Liguncularia racemosa et Conocarpus erectus.

Groupements végétaux des grandes dépressions

Ce groupement existe partout en aval de Dembanané : dans le Delta en dehors du Bas-Estuaire, dans la plaine inondée de la Vallée, et dans le lac de Guiers (REIZER, 1974).

Il s'agit des prairies aquatiques inondées par de l'eau douce durant une période dépassant nettement la saison des pluies (REIZER, 1974).

Les groupements les plus importants sur le plan halieutique sont les herbiers à Nymphaeaceae, à Pistia stratiotes et le "Bourgou" (REIZER, 1974).

Les herbiers à Nymphaeaceae sont ubiquistes ; pourvu que la profondeur soit suffisante. Ils sont constitués de Nymphaea lotus, N. micrantha et N. rufescens, mais aussi Eichhornia

diversifolia.

Pistia stratiotes, la "laitue d'eau" se cantonne en amont des barrages de retenue où l'inondation est permanente.

Le "Bourgou" : le type du Bourgou est l'*Echinochloa stagnina*. Le "Bourgou" est formé également de *Vossia cuspidata*, *Oryza* sp. et *Echinochloa* sp. (ADAM, 1964). Le "bourgou" est certainement l'association-végétale la plus intéressante sur le plan halieutique aussi bien par la biomasse alimentaire que par les lieux de reproduction qu'il offre aux poissons (REIZER, 1974).

La steppe inondable à *Vitiveria nigritana* ne peut se développer que sur des sols faiblement inondés où la teneur en sel est inférieure à 2 ‰. Elle se rencontre en bordure des grandes dépressions, sur les anses concaves des rivières et sur le lit des marigots temporaires.

Il faut signaler que ces différentes associations, ont subi les influences des aménagements hydro-agricoles. En effet les dépressions convenables ont été endiguées et l'eau n'étant admise que suivant les besoins du riz, les associations végétales qui s'y trouvaient ont été remplacées par un groupement monospécifique artificiel : la rizière (REIZER, 1971).

1.6.2. Le Phytoplancton

A notre connaissance, aucune étude approfondie n'a été faite sur le cours principal du fleuve Sénégal pour le phytoplancton. Par contre, le phytoplancton du lac de Guiers est relativement bien connu grâce au travail de DIA et REYNAUD (1982) et DIA (1983).

Selon l'OMVS (1980b), pendant la saison sèche, le plancton devrait être abondant dans les marigots, le lac de Guiers, l'Aftout-es-Sahel et les eaux du Parc de Djoudj. En ce qui concerne le lac de Guiers, cette supposition de l'OMVS (1980b) s'est avérée fautive (DIA, 1983).

Toujours d'après l'OMVS (1980b), en saison des pluies, la biomasse phytoplanctonique diminuerait dans le fleuve à cause du fort débit et de l'augmentation de la turbidité.

En ce qui concerne le lac de Guiers, le peuplement phytoplanctonique serait constitué de quarante neuf espèces regroupées en quatre embranchements : les Chromophytes sont représentées par vingt trois espèces, les Chlorophytes par quatorze espèces, les Cyanophytes par huit espèces et les Euglénophytes par quatre espèces.

la densité du phytoplancton (exprimée en poids frais) présent dans le lac de Guiers varie entre 0,09 et 0,2 mg/l en mars-avril 1979 et entre 0,16 et 1,8 en mai-juin. Pendant la crue, la biomasse a atteint 4,2 mg/l dans les dix premiers centimètres d'eau et 1,4 mg/l à 1 m de profondeur. Si l'on considère que le volume d'eau est alors de 600.105m³ et que le phytoplancton est uniformément repartie en pleine eau, la biomasse d'algues planctoniques est de l'ordre de 840 tonnes (DIA, 1983), valeur comparable à celle du lac Tchad en stade normal (ILTIS, 1977).

1.6.3. La microfaune

La microfaune du fleuve Sénégal a été étudiée par MONTEILLET et al., 1982 ; AUSSEIL-BADIE, 1983 et AUSSEIL-BADIE et MONTEILLET, 1985.

La microfaune du fleuve Sénégal est caractérisée par l'alternance de deux biocénoses liée au régime hydrologique saisonnier (AUSSEIL-BADIE et MONTEILLET, 1985). C'est ainsi que pour les Foraminifères, en saison sèche, la biocénose est composée d'espèces calcaires : Ammonia beccarii, Ammonia lepidia, Elphidium poeyanum et d'espèces arénacées : Ammotium salsum, Haplophagmoides wilberti, Trochamina inflata, Miliammina fusca, sans prédominance. Par contre, en période humide, seules les formes arénacées, dominées par Ammotium salsum sont représentées (AUSSEIL-BADIE, 1983). L'intrusion marine permet le développement des formes calcaires à affinités marines telles que Ammonia beccarii, Elphidium poeyanum, Nonionella atlantica. Toutefois la morphologie des espèces citées se différencie de celle des formes marines par une réduction de la taille et une ornementation atténuée, indice d'un milieu moins favorable à leur épanouissement (AUSSEIL-BADIE et MONTEILLET, 1985). Pour le Zooplancton aucune étude n'a été faite à notre connaissance en dehors des travaux de SCHEFFERS et al. (1972) sur l'Ichtyoplankton et plus particulièrement sur les larves d'ethmalose.

1.6.4. La malacofaune

Dans le fleuve Sénégal sujet à l'intrusion marine, existent trois groupes d'espèces : des espèces "épimarinées" (estuariennes), des espèces saumâtres et des espèces dulçaquicoles (AUSSEIL-BADIE et MONTEILLET, 1985 ; MONTEILLET et ROSSO, 1977) :

- les espèces "épimarinées" fréquentes dans les estuaires, sont essentiellement localisées dans le Bas-Delta, c'est-à-dire en aval de l'île aux crocodiles. Ces formes sont très euryhalines. C'est le cas en particulier de Tympanotonus fuscatus, de Teredo sp. ainsi que de Tellina nymphalis et de Tagelus angulatus. Chthamalus sp. se rattacherait à ces formes estuariennes, bien que présentant une euryhalinité encore plus étendue ;

- les espèces saumâtres se cantonnent dans le Haut-Delta mais aussi en amont près de la limite des eaux douces permanentes. Il s'agit surtout d'Iphigenia messageri et Gorlula trigona. Ces espèces vivent huit mois en eau douce et le reste de l'année dans une eau dont la salure est presque toujours inférieure à 10 ‰.

- les formes dulçaquicoles peuplent en permanence la vallée et temporairement la partie supérieure du Delta. Les genres les plus fréquents sont habituels des eaux douces africaines, tels parmi les Bivalves, Aspathopsis, Caelatura, Ethieria, Mutela, ou, parmi les Gastropodes, Bulinus, Lymnea... Ils constituent également le peuplement des axes d'irrigation et des cuvettes inondées en eaux douces (MONTEILLET et ROSSO, 1977).

1.6.5. La grande faune

L'état actuel de la faune du bassin du fleuve Sénégal a été étudié par la direction des parcs nationaux, par des chercheurs

ornithologues de l'ORSTOM et par GARNNET, FLEMING, etc... (OMVS, 1980a, b, et d).

La situation actuelle des grands mammifères et des reptiles dans tout le bassin est inquiétante. Seules quelques centaines de phacochères, quelques singes, gazelles, petits félins, chacals, civettes, genettes... survivent (OMVS, 1986b).

Le fleuve Sénégal, les marigots, le lac de Guiers et le parc de Djoudj abritent le crocodile du Nil (Crocodylus niloticus) et le lamantin du Sénégal (Trichechus senegalensis) qui sont des espèces menacées de disparition à cause de la chasse non réglementée et la destruction de leur habitat (OMVS, 1980b).

En outre, les régions marécageuses du bassin du fleuve Sénégal constituent un important habitat où viennent hiverner les oiseaux migrateurs en provenance d'une vaste région allant de l'Europe à la Sibérie (OMVS, 1980b).

Lors de prospections sur le terrain (OMVS, 1980c et b) soixante dix huit espèces d'oiseaux aquatiques dont certaines indigènes et d'autres hivernant dans la région ont été dénombrées. Parmi ces oiseaux figuraient 6 espèces de l'ordre des Pélicaniformes (les anhingas, les cormorans et les pélicans), 21 de l'ordre des cinoniiformes (les hérons, les cigognes et les tantaies), 10 espèces aquatiques, 24 espèces vivant sur les rivages (les pluviers, les becasseaux) et 8 de goélands et de mouettes (OMVS, 1980a), MOREL (in REIZER, 1971) a dénombré dans le bassin 37 espèces d'oiseaux Ichtyophages. La quantité de poisson consommée par les oiseaux prédateurs peut être considérable. Elle a été estimée à 60.000 tonnes par an (REIZER, 1974)"

2. LES RESSOURCES ET LEURS SYSTEMES D'EXPLOITATION

2.1. LES POISSONS

2.1.1.. Zonation ichtyologique

Des travaux récents sur l'ichtyfaune du bassin du Sénégal sont rares ou presque inexistants alors que tous les autres bassins de l'Ouest africain ont déjà fait l'objet d'études assez complètes. REIZER (1974) se référant aux deux seules sources de renseignements existants : les ouvrages de STEINDACHNER (1870) et de DAGET (1962), a essayé de définir le statut taxonomique des espèces colonisant le bassin et tout particulièrement les cours moyens et inférieurs. Par la même occasion il a essayé de vérifier l'existence d'un cours moyen qui se définirait par :

- son homogénéité faunistique
- sa limite amont située à la hauteur du Félou et de Gourbassi
- sa limite aval située quelque part dans le Delta.

De plus, il a tenté de vérifier la loi d'arrhénius et la règle des pentes dans le bassin du fleuve Sénégal.

a) Peuplement du cours inférieur (tab. VI)

Le Eas-Sénégal, à un moment donné de l'année hydrologique voit son ichthyfaune changer radicalement de nature. A quelque exception près toutes les espèces d'eau douce du cours moyen ont été à un moment ou à un autre observées dans le Delta.

Les exceptions sont : Pollimyrus isidori (Valenciennes, 1846), Berilius senegalensis (STEINDACHNER, 1870), Niloticus occidentalis (BLACHE et MITON 1960), Physalia pellucida (BOULENGER, 1901), Synodontis sorex (GUNTHER, 1864), Filamentosus (BOULENGER, 1901), Omies (GUNTHER, 1864) et Budgettio (BOULENGER, 1911). Jusqu'en 1974 ces espèces n'ont été trouvées que dans la vallée.

A côté des espèces oligohalines, un assez grand nombre d'espèces euryhalines a été remarqué. Parmi elles, quatre espèces ont été étudiées par REIZER (1974) mais comme il ne s'intéressait qu'aux poissons d'eau douce, la faunistique des espèces estuariennes a été nettement moins approfondie.

Certaines espèces euryhalines s'aventurent franchement en eau douce. En étiage 1973, la salure est remontée jusqu'en amont de la défluence aval du Ngalanka (Fanaye). Podor et Cascas situés dans la basse vallée sont donc largement dans la zone d'eau douce. Néanmoins, il a été capturé selon REIZER (1973b) :

- à Podor : Elops lacerta (VALENCIENNE, 1846), Polydactylus quadrifilis (CUVIER, 1829), Cynoglossus senegalensis (KAUP, 1858), Mugil sp.

- à Cascas : Cynoglossus senegalensis (KAUP, 1859).

Ce phénomène observé est en accord avec les résultats de DAGET (1954) qui a écrit à ce sujet que sur les côtes d'Afrique occidentale, les poissons caractéristiques de la zone estuarienne dépassent, dans les fleuves et les rivières côtières les points extrêmes où la salinité fait sentir son influence et pénètrent même dans les eaux douces. (tab. VI).

La séquence utilisée est inspirée de DAGET et ILTIS (1965), et de BLACHE, CADENAT et STAUCH (1970).

b) Peuplement du cours moyen (tab. VII)

Sur le plan zoo-géographique la faune ichtyologique du cours moyen est soudanienne. Elle est proche dans sa composition de celles de cours d'eaux soudano-sahéliens similaires : Gambie, Niger, Tchad. En particulier, les grandes espèces d'intérêt économique sont communes à ces bassins. REIZER (1974) fait remarquer que sur les 73 espèces bien déterminées (1974), si l'on excepte les espèces à "affinité euryhaline" :

- 65 sont communes au Niger et au Sénégal (DAGET, 1954)
- 49 sont communes à la Gambie et au Sénégal (DAGET, 1961).

Ce cours moyen présente selon REIZER (1974) une homogénéité faunistique

D'après REIZER (1974), la limite amont du cours moyen se situe certainement entre Felou/Gourbassi et le Fouta Djallon au vu des différences de faune, mais elle ne peut être déterminée avec précision vu la méconnaissance complète actuelle de la faune ichtyologique des biefs situés immédiatement en amont du Félou et de Gourbassi.

La limite aval selon REIZER (1974) correspondrait à la limite d'influence de la mer (c'est-à-dire l'estuaire). Cette influence se matérialise à travers trois facteurs :

- deux abiotiques : salure des eaux et marée,
- un biotique : la distribution spatiale des poissons.

Prenant en considération ces trois facteurs dans le cas particulier du Sénégal, il obtient en :

- utilisant le facteur salure à une séparation des zones : marine et estuarienne (division de première grandeur suivant DAGET (1954))
- estuarienne mixohaline et estuarienne d'eau douce. : (division de deuxième grandeur)
- utilisant le facteur marée, une division entre zone estuarienne et continentale (division de première grandeur)
- utilisant le facteur répartition des espèces suivant leurs affinités écologiques (réaction au sel), REIZER (1974) a constaté la présence de poissons euryhalins jusqu'à Diouldé Diabé, ce qui correspond à la zone soumise à la marée mais dont la partie haute est soustraite à l'influence de la salure.

L'importance quantitative de ces espèces d'eau saumâtre demeure faible et n'excède pas 1 %.

REIZER (1974) a également établi que le renversement de dominance entre les espèces euryhalines et dulcicoles se situaient vers 10 ‰ de salinité. Ce phénomène ne peut être négligé selon lui. Elle implique une distinction de deuxième grandeur au sein de la zone mixohaline de DAGET (1954).

En conséquence, parce que l'influence de la mer se fait sentir finalement plus profondément dans les terres par la marée et les poissons euryhalins que par la salure. REIZER (1974) est donc d'avis avec DAGET (1954) d'appliquer le terme "estuarien" à toute cette zone. Mais en même temps il propose de distinguer 3 sub-divisions de même importance : zone estuarienne basse, moyenne et haute étant entendu que marée et présence des espèces euryhalines s'estompent graduellement de l'aval vers l'amont et que la salure n'exerce pas ses effets au-delà de la zone estuarienne moyenne.

e) Peuplement du cours supérieur (tabl. VIII)

Des travaux concernant l'ichtyologie de l'amont du Félou sont presque inexistantes. Selon REIZER (1974) STEINDACHNER (1870) n'a pas dépassé Bakel, DAGET (1962) a travaillé dans le haut Fouta Djallon. REIZER (1974) n'a pu y accéder pour des raisons administratives. A défaut d'autres renseignements il a procédé à une analyse des résultats obtenus par DAGET (1962).

Les études de DAGET (1962) ont porté sur deux secteurs distincts. Le premier comprend, le Bafing proprement dit et ses petits affluents directs depuis Tolo jusqu'au pont de la route de Dabola à Timbo. Le second comprend la Téné et ses affluents.

Les travaux de DAGET (1962) repris par REIZER (1974) permettent de noter que six espèces sont communes à cette faune des très hauts affluents et du cours moyen : Barbus allabes (BLEEKER, 1963), Barilius senegalensis (STEINDACHNER, 1870), Aplocheilichthys normani (ABL, 1928), Hémichromis bimaculatus (GILL, 1862), Tilapia zilli (GERAIS, 1848) et Galilaea pleuromela (DUMERIL, 1859). La faune du Fouta Djallon est à affinité largement guinéenne.

Il n'y a en fait aucune commune mesure selon REIZER (1974) entre cette faune et celle du cours moyen. On doit dès lors se rendre à l'évidence que la structure du peuplement ichthyologique se modifie quelque part entre le Félou et le Haut Bafing. L'étude reste à entreprendre.

Cette étude doit être une priorité car c'est dans cette zone de la partie malienne du Haut Sénégal et des hauts affluents que vont être construits les grands barrages de régulation du régime du Sénégal. Or, comme cela a été mis en évidence en Côte d'Ivoire, la connaissance précise de l'ichthyofaune colonisant l'amont immédiat des sites de barrage est un préalable déterminant toute la politique de mise en valeur halieutique de ces retenues (REIZER, 1974).

REIZER (1974) fait remarquer que d'après la Lois d'Arrhénius, le bassin versant du Sénégal devrait héberger 121 espèces et sous-espèces de poisson d'eau douce. Jusqu'en 1974, 74 espèces et sous-espèces ont été déterminées dans le cours moyen, 29 dans le Haut Fouta Djallon, 6 d'entre elles étant communes aux deux zones inventoriées. La Région située entre le Félou ou Gourbassin et le Haut Fouta Djallon n'a fait l'objet d'aucun inventaire approfondi.

2.1.2. Reproduction et sex-ratio

a) La reproduction

L'étude de la reproduction a été tentée par KEIZER (1974) de manière synthétique et non comme une série de monographie spécifique détaillée sur le comportement sexuel des poissons du Sénégal moyen et inférieur.

Le protocole utilisé se résume ainsi : l'échantillonnage est fait sur un nombre suffisamment élevé de spécimens de chaque espèce distribués dans toutes les classes de tailles-poids. Quatre paramètres ont été étudiés :

- 1) le cycle annuel (période de reproduction)
- 2) les lieux privilégiés de reproduction
- 3) la taille de maturité sexuelle
- 4) le sexe-ratio.

Aussi, bien pour les espèces oligohalines que pour les espèces euryhalines, la saison de ponte est unique et limitée dans le temps.

Résultats :

- pour toutes les espèces d'eau douce examinées la phase de maturité coïncide avec les températures maximales, le début des eaux montantes et la saison des pluies (juillet à septembre).

Les lieux de reproduction ont été cernés avec une précision jugée satisfaisante par REIZER (1974). Il ressort de l'étude que :
dans le fleuve : toutes les espèces sont susceptibles de s'y reproduire ; la plupart se reproduisent dans les défluent du 1^{er} majeur lors de leur inondation ; la biomasse principale de géniteurs se situe dans les environs de Podor-Cascas.

dans le Guiers : Aleste dentex sèthente (CUVIER et VALENCIENNE, 1849) et A. Baremoze (GOANNIS, 1835) ne murissent pas leurs gonades dans le lac pour Hydrocyon brevis (GUNTHER, 1864), 50 % des adultes seulement y murissent leurs gonades. Citharinus citharus (GEOFFROY SAINT-HILAIRE, 1809), Dischodus brevipinnis (GUNTHER, 1864) et D. rostratus (GUNTHER, 1864), Labeo senegalensis (VALENCIENNES, 1842) et L. coubie (RUPPEL, 1832), Lates niloticus (LINNE, 1762) peuvent sous certaines circonstances d'exploitation ne plus être présent qu'à l'état d'immatures.

dans les mares, d'un point de vue pratique REIZER suggère qu'on retienne que les poissons survivants au terme de la décrue dans les mares sont aptes à se reproduire dès l'arrivée de la nouvelle crue.

Il s'en suit selon REIZER (1974) que l'approvisionnement en alevins de la Basse Vallée, du Haut et du Bas Delta, ainsi que du lac de Guiers est grandement voire totalement dépendant des frayères de la région de Boghé, appelée par extension et commodité "Marais du Balérou" d'où l'importance de cette zone pour l'économie halieutique.

Il se vérifie en définitive que pour les poissons d'eau douce :

- l'écosystème du point de vue de la reproduction est du type à approvisionnement discontinu ;
- la reproduction a lieu au début des migrations latérales

fluantes ;

- les transferts de poisson du fleuve au lac de Guiers sont obligatoires ;

- l'accessibilité des géniteurs mûrs à la pêche est maximale sur les défluent du lit majeur de la région de Boghé lors des crues faibles.

Dans les cuvettes de la vallée , REIZER et al.(1972) ont mené des Etudes fines pour vérifier si les conditions particulières régnant dans les mares semi-permanentes ne risquaient pas d'affecter les capacités de reproduction de certaines espèces.

il n'en est absolument rien. Tous les spécimens adultes ont muri normalement leurs gonades avec la même régularité que leur congénères fluviaux. Les études antérieures mettaient d'ailleurs en évidence un cycle annuel intéressant toutes les espèces, cycle résumé dans le schéma suivant :

- . décrue saison froide (nov. à avril) : repos sexuels, répression des gonades

- . décrue saison chaude (mai-juin-juillet) maturation des gonades

- . crue maximum thermique et pluviométrique (juillet-octobre) reproduction.

Pour les espèces euryhalines, il a été remarqué que :

- . certaines espèces ne se reproduisent pas dans le fleuve mais plutôt en mer

- . d'autres se reproduisent pendant la phase fluviale de leur cycle annuel de vie. Pour ces espèces la saison de reproduction est unique et limitée dans l'année, de janvier à juillet avec un maximum en mai-juin. Cette saison de reproduction est donc en décalage complet avec la saison des espèces d'eau douce. Le facteur écologique essentiel déterminant la reproduction des espèces euryhalines fluviales est la salinité globale. L'étude de REIZER (1974) démontre que ces espèces se reproduisaient principalement entre 5 et 15 %. C'est-à-dire entre Tiguet et Rosso.

b) le sex-ratio

Le sex-ratio est calculé sur l'ensemble des spécimens examinés par REIZER (1974). Il est de 50/50 pour toutes les espèces sauf pour Polydactylus quadrifilis(CUVIER, 1829).

c) Quelques remarques particulières

Selon REIZER (1974), la ponte peut être :

- "unique" lorsque la totalité des ovules murissent et sont émis simultanément, cette forme de ponte est la plus fréquemment observée,

- "fractionnée" lorsque les ovules ne murissent pas en totalité en même temps et qu'ils sont émis en plusieurs fois. Quatre espèces présentent ce type de ponte : Heterotis niloticus (ERHENBERG, 1829), Gymnarchus niloticus (CUVIER, 1829), Polypterus hichir lapadei (STEINDACHNER, 1869) et P. senegalus senegalus (CUVIER, 1829).

* Famille de Clupeides

L'étude de la biologie et de la reproduction de Ethmalosa fimbriata (BOWDICH) a été approfondie par SCHEFFERS ~~et al.~~ (1972). Il ressort des observations sur :

- le cycle évolutif des gonades
 - les variations mensuelles du R.G.S.
 - les variations mensuelles du nombre de larves capturées par trait
- que :

1) le sex-ratio est voisin de 1:1. Il n'y a aucune différence significative entre le nombre de mâles et de femelles dans la population d'ethmalose de l'estuaire du Sénégal ;

2) la taille minimale de reproduction semble être de 17 cm pour les femelles et de 15 cm pour les mâles ;

3) les ethmaloses effectuent des migrations anadromes dans le fleuve Sénégal au cours de l'intrusion des eaux marines qui caractérisent chaque étiage ;

4) la saison de ponte commence en mars dans le fleuve et se poursuit jusqu'en août ;

5) la ponte a lieu dans les eaux de salinité comprises entre 3,5 et 35 ‰. Le maximum de larves se trouve dans les eaux de 5 à 10 ‰. Il n'est pas impossible, soulignent ces auteurs, que la ponte continue en mer ou dans les pseudo-lagunes après les mois d'août, puisqu'en juillet et en août le pourcentage des femelles au stade IV est encore élevé et que des poissons au stade VII n'ont jamais été trouvés dans les observations.

L'étude de Pellonula afzeluizi (JOHNELS, 1854), des mêmes auteurs révèle que la ponte a lieu de mars à juillet dans les eaux de salinité comprise entre 10,0 ‰ et 0 ‰.

ALBAPET (1984) étudiant la reproduction d'Ethmalosa fimbriata en Casamance remarque que la reproduction de cette espèce peut survenir jusqu'à des salinités légèrement supérieures à 65 ‰.

* Famille des Cichlidae

D'après SCHEFFERS et al. (1972) Tilapia guineensis (BLEIKEI, 1862) et surtout Sarotherodon melanotheron pondent un peu partout dans la région en aval du débi.

* Famille des Characidae

* Genre Hepsetus

REIZER et al. (1972) ont aussi apporté une contribution pour l'étude des genres Hepsetus (SWAINSON 1838). Ce genre est monospécifique.

Hepsetus odoe (BLOCH, 1794) : la reproduction de cette espèce s'effectue dans le moyen Sénégal au cours d'une seule période annuelle correspondant aux hautes eaux et aux hautes températures selon les auteurs, il est possible de trouver des femelles porteuses d'ovocytes tout au long de l'année sauf durant la période froide (décembre-janvier) où la régression des gonades est nette. La reproduction ne paraît poser aucun problème particulier quelque soit le biotope d'où le spécimen est originaire (mares, cuvettes deltaïques, lac de Guiers ou fleuve sensu stric-

to).

- Genre Hydrocyon

L'étude a révélé la présence de deux espèces H. brevis et H. forskallii.

Hydrocyon brevis : dès le début de la montée des eaux en juin se reproduit puis les jeunes suivent l'inondation et se nourrissent au dépend des alevins qui abondent dans la plaine inondée.

Hydrocyon forskallii : les résultats de REIZER (1971 et 1974) font apparaître que dans le bassin du Sénégal Hydrocyon ne se reproduit qu'au cours d'une seule saison annuelle limitée à la période pluvieuse (laquelle coïncide avec les hautes eaux et les maxima thermiques). L'importance de cette période de reproduction semble sous la dépendance de la durée de la saison des pluies.

- Genre Aleste (MULLER et TROSCHER, 1844)

10 espèces d'Aleste ont été décrites en Afrique occidentale : A. dentex, A. baremoze, A. macrolepidotus, A. rutilus, A. nurse, A. imbéri, A. lenciscus, A. chaperi, A. longipinnis et A. brevis. Les travaux mettent en évidence 5 espèces distinctes au Sénégal : A. dentex, A. boremoze, A. macrolepidotus, A. nurse, A. lenciscus.

Pour les 4 espèces d'Aleste de grande taille, la reproduction a lieu au cours de la crue. Elle n'a pas été contrôlée pour Aleste lenciscus. Si elle ne semble guère poser de problème majeur pour A. macrolepidotus et A. nurse, par contre, la fécondité chez A. dentex et A. baremoze est nettement fonction de l'hydrologie annuelle et du biotope d'origine. Dans le cas du lac de Guiers, le pourcentage de femelles adultes trouvées avec des produits sexuels mûrs est bas (moins de 5 %). Compte tenu des migrations bien marquées qu'effectuent les espèces de ce genre, la zone de frai principale voire exclusive pour A. dentex et A. baremoze se situe en amont du seuil de Mafou. Les modalités de la ponte sont inconnues. Il semble probable selon REIZER (1974) que la frai ait bien lieu en pleine eau dans le lit majeur.

* Famille des Bagridae

- Genre Chrysichthys

Chrysichthys nigrodigitatus (LACEPEDE, 1803) : la reproduction se ferait en hautes eaux dans les rochers. Cette reproduction s'effectuerait aussi toute l'année. Certains auteurs (CTFT, 1975 ; WHITEHEAD, 1969) signalent que la reproduction n'a lieu qu'en saison des pluies dans les rivières.

LOUBENS (1964) indique que la valeur moyenne de 9 600 ovules est observée en ce qui concerne la fécondité. Ces chiffres sont du même ordre que ROEST (comm. pers.) qui donne une fécondité de 4 100 et 5 500 ovules pour des femelles d'une longueur standard respective de 19,0 et 24,5 cm.

Quant à la taille de maturité sexuelle, LOUBENS (1964) dans Logoué signale que la maturité sexuelle ne s'observe qu'à une taille supérieure à 26 cm soit vers l'âge de 2 ans. ROEST (comm. pers.) donne un chiffre moins élevé de 16,2 cm dans le lac Kossou.

* Famille des Centropomidae

Lates niloticus (LINNÉE, 1766) capitaine de Rivière : en ce

qui concerne les tailles de maturité sexuelle, les 'chiffres avancés par les différents auteurs sont les suivants : HOPSON (1972) admet pour les mâles la taille de 45 à 60 cm de longueur totale et que jusqu'à 50 cm, 50 % seulement ont des gonâdes développées. Les femelles par contre atteignent 60 à 65 cm pour être en maturité.

Ailleurs dans le lac Kossou ROEST (Comm. pers.) a observé une taille de première maturité à 19 cm de longueur standard.

En ce qui concerne le sex-ratio, LOUBENS (1974) révèle que jusqu'à 60 cm de longueur standard il y a deux fois plus de mâles que de femelles mais que pour des tailles supérieures, cette proportion s'inverse et seules les femelles dépassent un mètre. Cette affirmation ne corrobore pas les résultats de REIZER (1974) qui donne un sex-ratio égal à 1:1 exception faite de Polydactylus quadrifilis.

Concernant la fécondité, ROEST (comm. pers.) donne le chiffre de 850 000 ovules pour une femelle de 52 cm de longueur standard pesant 3,942 kg.

HOPSON (1972) et BLACHE (1964) soutiennent avec d'autres auteurs (LOUBENS, 1974 ; ROEST, comm. pers.) que la reproduction de Lates niloticus est fortement étalée sur l'année mais n'a pas lieu pendant les périodes les plus froides (décembre à février). REIZER (1974) est en accord avec ces auteurs sur la période de ponte mais Lates niloticus ne figure pas dans ses résultats parmi les espèces à ponte étalée.

Dans le Bassin du lac Tchad, la reproduction de Lates niloticus a lieu dans le lit mineur dès le mois de juin c'est-à-dire au début de la saison des pluies, les alevins gagnent ensuite la zone d'inondation. Ces mêmes observations sont aussi relevées sur le Fleuve Sénégal par REIZER (1974). Le CTFT (1972) constate que dans le Bandama la reproduction de L. niloticus s'effectue principalement en période d'étiage. --

* Famille des Clariidae

Clarias lazera (VALENCIENNES, 1850) : d'après le CTFT (1972), la période de reproduction correspond aux périodes d'inondation du Bandama ce qui est en accord avec les observations faites au Fleuve Sénégal. MICHA (1973) en Oubangui capture des individus natures pendant toute l'année mais constate que le rapport G/S est nettement plus élevé pendant la saison des pluies.

DE KIMPE et MICHA (1974) rapportent que Clarias effectue des migrations de montaison dès les premières pluies pour se reproduire dans les mares d'inondation où ils déposent leurs oeufs sous les végétaux. Cette migration se produit soudainement et est de courte durée (GREENWORD, 1955).

La taille de première maturité observée dans l'Oubangui par MICHA (1973) est de 280 cm de longueur totale correspondant à un poids de 200 g et à un âge approximatif d'un an.

Quant à la fécondité, MICHA (1973) rapporte qu'elle varie de 2804 à 337 160 ovules pour les femelles de 28 à 73 cm de longueur totale. On constate de fortes variations de fécondité pour des femelles de taille semblable.

Le sex-ratio est apparemment égal à 1:1. Il semblerait que ce

Clarias en Oubangui effectue plusieurs pontes partielles au cours d'une saison de reproduction (MICHA, 1973) à la température moyenne de 26°C l'éclosion ayant lieu dans les 24 heures.

* Famille des Osteoglossidae

— Genre Heterotis

Heterotis (Clupisudis) niloticus (CUVIER, 1829) : PASQUELIN (1982) signale que l'espèce a fait l'objet de nombreuses études car ce poisson présente un intérêt piscicole certain en raison de son régime alimentaire, de sa croissance rapide et de sa reproduction naturelle en étang. Le peuplement des retenues des nouveaux barrages en Hétérotis est particulièrement souhaitable. Cette affirmation va en droite ligne avec les recommandations faites par BARD et KIMPE (1973).

REIZER (1974) étudiant la reproduction en station piscicole à Bouaké en Côte d'Ivoire, révèle la reproduction d'individus âgés de 20 mois.

MICHA (1973) signale que la taille de première maturité dans l'Oubangui est de 400 mm de longueur totale soit un poids de 600 g.

MOREAU (1974) dans le lac artificiel du KAN et d'AYAME en Côte d'Ivoire note que 35 % des individus sont à maturité pour un poids de 0,8 à 1,0 kg. DAGET (1957) précise que cette puberté n'est atteinte que dans le courant de la deuxième année. La fécondité selon MICHA (1973) en Oubangui varie entre 3 572 et 15 246 ovules pour des femelles de 560 à 820 mm de longueur totale.

Dans l'ensemble, la fécondité de cette espèce est faible. Il y a une seule gonade située du côté gauche dans la cavité abdominale.

Le sex-ratio est apparemment égal à 1:1, ceci est en accord avec les résultats obtenus par REIZER au Fleuve Sénégal.

Concernant la saison de reproduction, MICHA (1973) dans l'Oubangui constate que la reproduction optimale correspond à la période des hautes eaux. Ces observations coïncident aussi avec celles de REIZER (1971 et 1974). Les deux auteurs sont toujours en accord dans la description du rapport G/S relevé de juillet à octobre, mais également en pleine saison sèche au mois de février. REIZER (1974) signale en effet que la ponte d'Heterotis niloticus est fractionnée dans le Fleuve Sénégal. Ce fait a aussi été confirmé par d'autres auteurs : MOTWANI (1970) au Niger, BLACHE (1964) dans le lac Tchad.

MOREAU (1974) met la reproduction en relation avec l'inondation des zones propices dans le barrage de Kan en Côte d'Ivoire. Il en est de même du barrage de Kossou.

2.1.1 Croissance

Une double approche est faite par REIZER (1974). La croissance globalisante et analytique a été abordée à deux niveaux :

— d'abord par examen qualitatif des pièces osseuses prélevées chez toutes les espèces dans les deux grands milieux, Fleuve et lac de Guiers, dans le but de vérifier rapidement l'hypothèse d'un arrêt de croissance annuel chez toutes les espèces ainsi que la période approximative d'apparition de cet arrêt éventuel ;

- deuxièmement, une étude fine quantifiée d'une espèce Citharinus citharus (GEOFFROY SAINT-HILAIRE, 1809). Les vertèbres et otolithes ont été laissés de côté pour des raisons de difficulté et de lenteur de prélèvement.

Résultats :

* Chez Citharinus citharus (GEOFFROY SAINT-HILAIRE, 1809) : il apparaît que :

- les deux sexes ont une croissance comparable ;
- l'accroissement annuel est directement influencé par le type de crue de l'année;
- l'accroissement annuel des poissons de moins d'un an est sur le lac de Guiers de 22 à 37 % plus élevé que sur le fleuve ;
- le cycle annuel de la croissance présente les caractéristiques suivantes :

un arrêt se situant en début décembre principalement déterminé par la baisse de la température et le "rabattement" du niveau des eaux ; une reprise se situant en début mai principalement déterminé par une augmentation de la température ;

l'intensité de la croissance est conditionnée par l'importance de la crue. L'amplitude et la durée interannuelle du régime des eaux surtout en milieu fluvial sensu stricto, influe sur la croissance des espèces dulcicoles qui enregistrent des variations de croissance considérable ; en particulier, la croissance peut être faible lors des années déficitaires sur le plan hydrique (1968, 1972, 1973) ;

- enfin, il a été à nouveau remarqué l'absence complète de la classe d'âge née en 1968 ; la survie des alevins a été nulle lors des années 1972, 1973 pour toutes les espèces ; 1970, 1971 pour certaines espèces "fragiles" telle Citharinus sp.. Les hypothèses avancées par REIZER (1974) sont :

carrence de nourriture disponible pour les alevins, suite à une minéralisation insuffisante des seuls apports régionaux : les déchets organiques et particulièrement les fèces de bétail,,

variations journalières des hauteurs limnimétriques importantes lors des années défavorables avec pour conséquence une mise à sec des oeufs, des larves et des jeunes alevins.

* Pour les autres espèces : l'observation visuelle des pièces osseuses récoltées semble montrer selon REIZER (1974), que le phénomène de la croissance est assez comparable chez tous les poissons d'eau douce du Sénégal Moyen. La supériorité de la croissance en milieu lacustre n'excède pas ici 10 à 15 % en moyenne.

L'absence de la classe d'âge 1968 est vérifiée pour toutes les espèces d'eau douce.

REIZER et al. (1972) se sont aussi intéressés à l'étude de la croissance mais dans des biotopes autre que le fleuve et le lac de Guiers : les cuvettes de la vallée.

En ce qui concerne l'étude de la croissance en longueur, le protocole de recherche et la méthode utilisés nous interdisent toute comparaison des résultats avec ceux des espèces principales en fonction des différents milieux.

Les chercheurs ont observé que le cycle thermique des eaux était d'une part semblable dans toutes les mares et d'autre part

comparable à celui de Richard-Toll. Ils supposent donc que la croissance, au moins tant que le déficit en eau ne devient pas trop important, se rapproche de celle des poissons demeures dans le lit mineur et que la caractéristique essentielle du cycle annuel est un arrêt prononcé pendant la saison froide déterminant d'ailleurs l'apparition d'une cerne sur les pièces osseuses. Ils supposent donc que dans les mares permanentes, la croissance en longueur est au moins égale à celle du lit mineur. Elle peut même être supérieure car les poissons économisent de l'énergie à ne pas lutter contre le courant. De plus ils disposent d'une nourriture excédente plus importante vue la constante proximité des rives et les faibles profondeurs d'une eau en perpétuelle homogénéisation.

Concernant l'étude de la croissance en poids, elle a été appréciée par l'examen du coefficient de condition :

$$K = 10 \cdot \frac{P}{L^3}$$

P = poids de chaque individu
L = longueur standard

Résultats :

Ils ont remarqué que l'indice élevé en début de décrue s'abaisse entre janvier et mars et augmente de nouveau à partir de mai. La relation avec la courbe des températures paraît évidente. Elle résumait et confirme donc ce qui a été dit antérieurement à savoir que dans les mares la croissance marque un arrêt en saison froide. Il est probable selon les auteurs que certaines espèces au moins ne s'alimentent plus pendant cette période. Ce phénomène a été nettement remarqué avec les carnassiers par REIZER (1974) qui fait remarquer que la pêche au lancer ou à la palangre sont inefficaces de fin décembre à début avril.

Etudes particulières de quelques groupes

Des études monographiques sur certaines espèces présentes au Sénégal et communes à d'autres bassins de fleuves africains ont été faites. Le Fleuve Sénégal selon REIZER (1974) présente certaines similitudes avec le Niger sur le plan des facteurs abiotiques et de la faunistique. Il en est de même de la faune d'eau douce du Sénégal, du Niger et de la Gambie qui présente bien de points communs en particulier pour les grandes espèces d'intérêt économique.

* Familles des Claridae

- Clarias lazera (VALENCIENNE, 1850) : MICHA (1973) examine la relation taille-poids et constate que le coefficient de régression spécifique est significativement différent pour les jeunes ($b = 2,75$), les mâles ($b = 3,01$) et les femelles ($b = 3,20$) ; seuls donc les mâles présentent une croissance isométrique, les deux autres groupes ayant une croissance allométrique.

Dans un étang de barrage, MICHA (1973) estime que C. lazera atteint à l'âge d'un an, une longueur totale de 28 cm et 1,150 g,

à 4 ans une longueur totale de 66 cm et 2,200 g, d'où une assez bonne croissance.

- Clarias senegalensis : ROEST (comm. pers.) dans une analyse (le la relation poids-longueur au lac Kossou trouve un coefficient spécifique de regression d'une valeur de 2,77.

* Famille des Osteoglossidae

- Heterotis (clupisudis) niloticus (CUVIER, 1829) : les résultats de MICHA (1973) examinant la relation taille-poids sur la population d'Heterotis introduit en Oubangui et ceux de MOTWANI (1970) s'intéressant au même paramètre au Niger, montrent que pour les deux sexes le coefficient de regression spécifique calculé pour la population de l'Oubangui est supérieur à celui de la population du Niger. Ce qui signifie que les Heterotis de l'Oubangui sont à taille égale plus lourd que ceux du Niger. Les résultats de MICHA attestent aussi d'une différence de croissance en fonction du sexe. A taille égale, le poids des femelles est toujours plus élevé que celui des mâles. Ceci corrobore les résultats de DAGET (1957) évoquant une différence de croissance entre mâles et femelles chez Heterotis niloticus au Niger.

* Famille des Centropomidae

- Lates niloticus : LOUBENS (1974) donne un coefficient de regression spécifique de la relation taille-poids de L. niloticus légèrement supérieure à 3. MOTWANI (1970) signale par-contre sur le Niger un coefficient de regression $b = 2,86$. La croissance des individus jeunes est rapide et reste bonne chez les adultes. L'étude de LOUBENS (1974) montre aussi que la croissance des mâles et des femelles est identique. Un arrêt de croissance est signalé pendant l'hiver et peut se prolonger jusqu'au moment des crues chez les individus fluviaux (LOUBENS, 1974).

* Famille des Bagridae

- Chrisichthys nigrodigitatus (LACEPEDE, 1803) : les seules études de croissance trouvées sont celles de LOUBENS (1964) dans l'Ogooué. cet auteur pense que la croissance est assez bonne, l'espèce atteint à l'âge d'un an 17 cm pour un poids de 100 g, à l'âge de 2 ans, 29 cm pour un poids de 400 g. A 3 ans il atteint 38 cm pour 1 000 g et à 6 ans 50 cm pour 2 400 g.

2.1.1 Migrations

Devant la complexité des déplacements de la faune ichthyologique dans le Sénégal moyen et inférieur, REIZEE (1974) tente de globaliser le phénomène, en le décomposant en séquences simples ainsi structurées :

a) Déplacement fluviaux

En fin de période de crue, c'est-à-dire suivant les années vers novembre-décembre, les poissons d'eau douce sont présents dans la totalité du cours.

- déplacements en basses eaux : lit mineur du Delta (en relation avec la salure) : au cours de la période des basses eaux, ces populations ichtyologiques dulcicoles effectuent des migrations longitudinales anadromes, partiellement en relation avec la salure des eaux ; une biomasse importante se déplace en effet quelques 100 km en amont de la "langue salée". Ces migrations anadromes sont doublement différentielles : selon REIZER (1974) elles affectent plus spécialement :

- . certaines espèces : Mormoryidae, Characinidae, Schilbeidae ;

- . les individus de grande taille de certaines espèces : Citharinus, Distichodus, Labeo, Lates

- déplacements en basses eaux : lit mineur de la Basse Vallée (en aval des seuils) : lors de l'intrusion saline dans le Sénégal inférieur les espèces euryhalines effectuent des déplacements anadromes dans une zone déterminée par sa teneur en sel : sa limite chimique inférieure est de l'ordre de 10 ‰, mais certains individus isolés ont été observés jusqu'à la limite d'influence de la marée en l'occurrence Diouldé Diabé. Leur retour en mer a lieu durant la phase hydrique du retrait de la salure.

- déplacements en basses eaux : lit mineur de la Moyenne et Haute Vallée (en relation avec les seuils) : vis à vis des déplacements de la faune piscicole, les seuils de la vallée :

- . agissent comme frein quelque soit leur tirant d'eau,

- . arrêtent une grande partie des poissons quand leur tirant d'eau est inférieur à 40 cm,

- . sont infranchissables à toutes espèces quand ils sont sub-aflourants. A cet égard le seuil de Diouldé-Diabé qui à partir de l'aval est le premier à être sub-aflourant matérialise concrètement la limite géographique entre Basse et Moyenne Vallée.

- déplacements en hautes eaux : lit mineur / lit majeur : à l'arrivée de la crue, une minorité de la biomasse redévale avec les eaux douces jusqu'à l'embouchure mais la majorité effectue une migration latérale dite ici "fluante", du lit mineur vers le lit majeur via les grands défluent permanents (surtout) et temporaires.

A l'inversion du courant, les poissons effectuent une migration latérale de retour dite ici "refluante" qui les amène au lit mineur fluvial.

La colonisation de la plaine inondée reste donc effective durant toute la phase ascendante et une partie de la phase descendante de la crue. A noter que lorsque cette inondation n'a pas lieu, les poissons passent la période des hautes eaux dans les défluent eux-mêmes (1968 - 1972).

Revenues dans le lit mineur, ces populations sont durant la première partie de la phase décroissante des hautes eaux, "charriées" vers l'aval jusqu'à l'embouchure. Puis bouclant leur cycle annuel, elles réentament leurs mouvements migratoires anadromes de décrue.

b) Déplacements lacustres

Les migrations intra-lacustres sont plus simples selon REIZER, (1974) leur sens dominant va du centre de Guiers vers les rives lorsque celles-ci sont en cours d'inondation, en sens inverse lors de l'exondation.

c) Déplacements entre fleuve et lac de Guiers via Tawey

Ce problème complexe selon REIZER (1974) se caractérise surtout par sa variabilité inter annuelle :

- des transferts existent chaque année lors de la saison d'ouverture du pont-barrage (juillet) et de fermeture (octobre),
- dans le sens Guiers/Sénégal, ils n'ont lieu, sauf dans le cas particulier des Lates, que jusqu'à la mi septembre (exception faite de l'année 1972 durant laquelle, ils se prolongèrent tant que les vannes demeurèrent levées) ; ils intéressent surtout les Mormyridae, Gnathonemus, Birenomyrus et Hyperopisus par ordre d'importance, mais parfois aussi Dischodus et Labeo,

- dans le sens Sénégal/Guiers, ils ont lieu tout au long de la saison d'ouverture mais de façon récessive jusqu'au 15 septembre (ces mouvements sont alors à rapprocher des migrations latérales fluantes haut-deltalques) puis de façon plus marquée, exception faite des Lates et des Gymnarchus de très grande taille.

Les très grands Lates ont été observés dans la Tawey, migrant du 15.09 au 15.10 du Guiers vers le Sénégal. Les Gymnarchus qui, en 1972, semblaient prendre la place des Lates ne paraissent pas avoir dépassé Ndombo et seraient donc demeurés dans la Tawey.

KEIZER et al. (1972), au cours des saisons antérieures notamment de 1968 à 72 ont pu observer le comportement des poissons dans quelques mares juste avant et au moment de la montée des eaux. Ils s'accordent à souligner qu'il y a migration latérale du lit mineur vers les zones inondées au cours de la période des eaux montantes avec retour au moins partiel des poissons au cours de la période des eaux descendantes. Dans certains cas précis, l'efficacité de la pêche lors des migrations, est une entrave à ces déplacements.

2.1.1. La pêche

a) Les captures et leur variations spatio-temporelles

Il y a eu des difficultés pour cerner de près les chiffres liés à la production. Difficultés dues à l'imprécision des relevés statistiques fournis par les différents services d'une part et, d'autre part au retard que ces services d'encadrement ont eu avant de s'intéresser à la pêche fluviale. La production du Delta par exemple a été négligée à certaines époques et selon REIZER (1974) on ne possède aucun renseignement concernant la période allant de 1957 à 1959. Les premiers inventaires de marché effectués par les Services des Pêches Maritimes datent de 1964.

La production réelle a pu être estimée à partir de trois sources de renseignements :

- au niveau de la consommation : par CANTRELLE et LAURENT en 1958/59 au niveau de la Basse et Moyenne Vallée
- au niveau de la commercialisation par le Service des Pêches Maritimes dans le Bas-Delta de 1964 à 1973, par le Service des Eaux et Forêts dans le Haut Delta-Guiers de 1960 à 1971, et dans la Basse et Moyenne Vallée de 1960 à 1972
- au niveau de la production sensu stricto par la Division

des Recherches Piscicoles. Selon REIZER, le manque de précision des chiffres avancés par les services traditionnels administratifs avait poussé les autorités sénégalaises à demander en 1971 de définir un protocole de travail permettant de résoudre au mieux le problème c'est ce qui justifie l'estimation de la Division des Recherches Piscicoles.

L'analyse de REIZER (1974) a permis de conclure que la production halieutique du Sénégal Moyen et Inférieur se caractérise essentiellement par l'amplitude interannuelle de ses variations. Elle va de 18 000 tonnes dont 14 000 de poissons d'eau douce à 36 000 tonnes dont 33 500 poissons d'eau douce (moyenne 24 000 tonnes).

La production d'eau douce dépend des crues antérieures et les variations sont en relation avec le régime des eaux. Les zones les plus affectées sont les Hautes et Moyennes Vallées où le rapport entre le minimum annuel et le maximum est de 1 à 3.

Il semble selon REIZER (1974) malgré les difficultés inhérentes à l'entreprise du fait de l'ampleur de ces variations interannuelles que la production ait augmenté légèrement au moins dans certaines zones depuis 1968 (Guiers 500 tonnes en 1958/59 fait 1 000 tonnes en 1972/73). Parallèlement, des renseignements partiels de statistique concernant la pêche fluviale dans le delta (cercle du Bas-Sénégal) étaient fournis par MONTHEIL (1959) du mois de septembre 1957 au mois d'août 1958. Le chiffre de 4 094, 353 tonnes de poissons frais et transformé est relevé. Ce chiffre est en accord avec ceux de REIZER (1974).

MONTHEIL (1959) analysant le graphique représentant la courbe mensuelle des productions de Richard-Toll et de Dagana, fait remarquer que chaque marche a un maximum très net mais que ces deux maxims ne coïncidaient pas.

Cette anomalie selon lui n'est qu'apparente. Car en fait, les deux courbes sont en progression à la même époque (février-avril) mais avec des amplitudes différentes. Ce maximum de production semble devoir s'expliquer selon lui par la baisse des eaux lors de l'étiage en juin. De plus on remarque pour Richard-Toll une montée très importante de production de juillet à octobre. Cette pointe semble être due à l'ouverture du pont barrage laissant pénétrer dans la Taway les hautes eaux du Sénégal. Un courant très violent se produit qui provoque un appel des poissons. Durant cette période seule la Taway était pêchée et sur une partie seulement de sa longueur pour ne pas effrayer le poisson du lac et l'empêcher de s'engouffrer dans la rivière.

NOM DE L'ESPECE	TOTAL EN FRAIS ET EN SEC		CLASSEMENT
Citharinus	755	171	1
Lates	523	973	2
Clarias	462	273	3
Hydrocyon	262	948	4
Alestes dentex	99	950	5
Mormyridae	78	410	6
synodontis	29	137	7
Heterotis	29	074	8
Gymnarchus	18	976	9
Tilapia	18	720	10
Heterobranchus	9	658	11
Bagrus	7	399	12
Clarotes	4	388	13
Folypterus		330	14
Chrysichthys		115	15
Alestes nurse		100	16
Caranx		94	17
Distichodus		41	18
TOTAL	2 300	757	

Tableau IX. -Espèces cap-turées : classement des différentes espèce par ordre d'importance, sur la base de statistiques recueillies au marché de Dagana en kg
Source : MONTHEIL (1959)

LAZARD (1984) donne des chiffres d'estimations qui nous semblent plus près de la réalité. Il signale que depuis la fermeture 3e 1a Division de Recherche Piscicole du CTFT (basée à Richard Toll) en 1973, plus aucun suivi systématique de l'hydrobiologie ni de la production halieutique du fleuve n'est assuré. Il estime que les dernières estimations sérieuses de la production halieutique du fleuve Sénégal ont été réalisées durant la période 1967-1972 et intégraient des données antérieures : 30 000 tonnes en moyenne avec des extrêmes évaluées à 22 000 tonnes (16 000 tonnes pour la République du Sénégal) en année sèche et 38 000 tonnes (28 000 pour la république du Sénégal) en année de forte crue.

Depuis l'installation de la sécheresse la production halieutique pourrait se situer, selon diverses sources citées par LAZARD (1984) au niveau de 10 000 tonnes (sur les deux rives ? peut être moins selon d'autres sources ?) : aucune observation chiffrée ne permettant d'avancer des estimations fiables.

Une chose est certaine selon LAZARD (1984) ; l'activité de pêche sur le fleuve a considérablement régressé depuis 10 ans. Les causes de cette diminution sont :

- la migration permanente des pêcheurs professionnels du fleuve en Casamance (cette migration existait déjà dans le passé mais de façon saisonnière) (DIAW, 1985),

- la pêche qui constituait il y a 15 ans la moitié des revenus des paysans riverains du Delta est aujourd'hui devenue marginale au profit des activités agricoles (enquêtes réalisées par l'équipe système "fleuve"),

- augmentation du tonnage de poisson de mer commercialisé dans la vallée du fleuve (jusqu'à Bakel).

La Direction des Eaux et Forêts et Chasse (ANONYME, 1986b) avance le chiffre de 30 000 tonnes comme production annuelle estimée du fleuve en année normale avant la sécheresse (dont 22 000 tonnes pour le Sénégal et 7 900 tonnes pour la Mauritanie). L'analyse spatiale donne pour :

- le Bas Delta 4 000 t
- le Haut Delta 7 500 t
- la Vallée (Moyenne et Haute) 16 000 t
- Guiers et Tawey 2 500 t.

La production estimée en 1985 donc après la sécheresse selon la même source est de 12 000 tonnes pour le Sénégal et 3 200 tonnes pour la Mauritanie soit un total de 15 200 tonnes réparties suivant les biotopes signalés :

- Bas Sénégal 2 000 t
- Haut Delta 3 200 t
- Vallée (Moyenne et haute) 8 000 t
- Guiers et Tawey 2 000 t.

Ces chiffres ne sont que des estimations, étant donné qu'aucune statistique de production n'est relevée depuis plusieurs années.

Les estimations faites par l'OMVS (1980b) donnent des valeurs s'écartant trop des premières :

- lac de Guiers 2 250 t
- Aftout-es-sahel 5 t
- en aval du barrage de Diama 4 000 t
- en amont du barrage de Diama 7 500 t
- dans la plaine d'inondation 33 000 t.

b) Consommation et commercialisation des apports

* Consommation de poisson

On estime que la consommation percapita idéale est de 35 kg/an (FAO). Cela représentait une demande en 1978 de 18 300 tonnes pour une population de 540 000 habitants dans la vallée du fleuve.

En année normale, la production globale du fleuve pourrait satisfaire la demande selon plusieurs auteurs (DENNEVILLE et JAMET, 1982 ; REIZER, 1974...). La situation est différente selon les zones (sous-approvisionnement dans la Vallée, sur-approvisionnement dans le Delta). Mais en ces années de pêche de survie, le fleuve ne fournit plus que 10 000 tonnes de poisson selon les estimations jugées réalistes. Viennent heureusement s'y ajouter du poisson de mer frais ou transformé (5 000 tonnes selon DENNEVILLE et JAMET, 1982, 12 770 tonnes selon la DOPM citée par l'OMVS (1980b)). Les chiffres de consommation réelle livrés en 1978 par DENNEVILLE et JAMET (1987) sont de 24 kg/tête/an (14,8 kg de fleuve + 9,2 kg de la mer soit 38 % de la consommation). Le déficit en 1978 était de 11 000 tonnes selon ces auteurs et.

passera à 17 000 tonnes à l'horizon 2000. Quand tous les aménagements du fleuve seront réalisés celui-ci ne pourra fournir au maximum que 12 800 tonnes.

En 1986 selon les estimations de la Direction des Eaux et Forêts, dans la région de Saint-Louis, dont environ 76 % des captures sont des poissons d'eau douce, la consommation de poissons d'eau douce s'élève à 14,9 kg/habitant/an pour une population de 670 003 habitants environ. Cela implique un déficit de 10,1 kg/habitant/an. Ce déficit est partiellement compensé par les apports de poissons de mer (approximativement 4 400 tonnes consommées dans la région).

L'OMVS (1980.a) situe la consommation annuelle moyenne de poissons par personne dans le bassin du fleuve Sénégal en 1981 à 58 kg/an et à l'an 2000 à 67 kg/an pour une population de 1,7 million d'habitants en 1981 et 2,9 millions à l'an 2000 ; ces chiffres semblent excessifs.

BENEFICE et al., 1985 et 1986 font état d'une consommation quotidienne de 47,4 g de poisson (de mer et de fleuve) par personne. Ceci correspond par rapport à 1958 à un déficit de 125,2 g de poisson par jour et par personne.

* Commercialisation du poisson

DENNEVILLE et JAMET (1982) admettent avec REIZER (1974) et la Direction des Eaux, Forêts et Chasses (ANONYME, 1986b) que le poisson est commercialisé sous trois formes :

- en frais non réfrigéré (ou rarement) : 3/4 de la production environ en y incluant l'autoconsommation
- éviscéré séché au soleil : 1/4 de la production accessoirement fermenté-séché (guedj).

Le fumage et le salage-séchage y semblent inconnus (DENNEVILLE et JAMET, 1982).

Les poissons de petite taille sont consommés séchés (incorporation à la sauce), les gros sont séchés (consommation entière ou en morceaux) faute de possibilité d'acheminement rapide ou de débouchés.

La commercialisation est presque exclusivement régionale, mais lors des années de haute production quelques milliers de tonnes sont exportées du Haut Delta vers les grandes villes sénégalaises. Depuis 1966 au moins d'après REIZER (1974) cette exportation porte sur du poisson frais. En année défavorable (1972 - 1973) la Moyenne Vallée est importatrice de poisson de mer à partir de Saint-Louis et des autres régions maritimes.

Au Sénégal comme ailleurs, le séchage ne valorise pas le poisson qui sous cette forme est vendu moins cher (équivalent frais). A ce manque à gagner par rapport au poisson frais s'ajoute un surcroît de travail et une perte de produit (20 % par les insectes nuisibles d'après DENNEVILLE et JAMET, 1982). On a pu chiffrer ce manque à gagner pour le seul fleuve Sénégal à plus de 600 millions de FCFA. La solution consiste à favoriser l'écoulement en frais par désenclavement : amélioration des routes, ces voies de communication terrestres ne sont impérativement nécessaires que sur le Guis. Dans les autres zones selon REIZER (1974) la linéarité de l'occupation humaine face à la linéarité de la production les rend moins immédiatement nécessaires. La deuxième

solution c'est l'amélioration de la voie hydraulique par la motorisation des pirogues de transport à usage collectif.

Le prix à la production avoisineraient 80 à 100 FCFA le kg pour le poisson sec.

Sur le marché du fleuve quelques prix au détail relevé sont communiqués par DENNEVILLE et JAMET en 1982. Les prix de vente moyens à la consommation reviendraient à 285 F/kg pour le poisson frais (210 à 360 F) et à 150 F/kg pour le poisson séché (125 à 175 F). Ils ont très fortement augmenté ces dernières années et dépassent même ceux du poisson de mer !

c) L'armement piroguier et les engins de pêche

* Les embarcations

Les arbres poussant le long de la vallée du fleuve ne conviennent pas à la construction des pirogues. Le gonakié est lourd et les troncs ne sont jamais assez gros pour qu'on y creuse des pirogues.

Depuis que la voie ferrée a été construite entre Dakar et Saint-Louis (inaugurée le 6 juillet 1885) il s'est établi un commerce régulier de pirogues entre Ziguinchor et le fleuve,

La pirogue casamançaise a donc fait son apparition. Cette pirogue monoxyle est creusée dans un tronc d'arbre de caïl cédrat (Khaya senegalensis) (34 %) ou de fromager (Ceiba pentandra) (48 %). La partie antérieure est terminée en pointe, la partie postérieure est fermée par des planches de sapin recouverte; d'une feuille de métal inoxydable. Elle a 6 à 10 m de longueur quand la pirogue est légère, et 10 à 20 m pour les pirogues lourdes.

La pirogue saint-louisienne a les mêmes formes générales et ornements que la pirogue de mer mais elle est beaucoup plus large de fond au maître couple ; elle est faite entièrement en planches de sapins, avec membrures en gonakier. La pirogue légère a 6 à 9 m de long et 9 à 12 m quand elle est lourde. Cette pirogue est exclusivement utilisée selon REIZER (1974) dans les eaux fluviales du Bas-Delta.

La situation a évolué depuis en ce qui concerne la motorisation. Le taux de motorisation en 1974 était de 54 % des pirogues saint-louisiennes soit 98 moteurs sur 180 pirogues. Ce taux n'a été évalué au Bas-delta que pour 43 senneurs. Ce taux avoisine actuellement 80 à 90 %. Tous les senneurs en 1974 avaient au moins une pirogue motorisée destinée au transport rapide du poisson. Au total dans le Bas-Delta REIZER (1974) comptait 400 pirogues saint-louisiennes et une vingtaine de casamançaises. Dans le cours moyen, le nombre de pirogues casamançaises en service était de 3 500. Les ventes annuelles recensées par les Services Forestiers ont été de 237 unités en 1970 et de 203 en 1971. Comparé au nombre de pirogues en service, cela nous donne un taux de renouvellement de 6 %.

Selon DENNEVILLE et JAMET (1981) les estimations avant sécheresse faisaient état de l'existence de 3 500 pirogues dont 2 300 pour le Sénégal. Après une dizaine d'années de pêche déficitaire on peut s'attendre à ce que le parc piroguier ait très vieilli, avec nombre d'embarcation hors d'usage.

* Les engins de pêche

On compte près d'une dizaine de types d'engins en usage courant dans la région. La senne de rivage, l'araignée ou filet maillant dormant, le filet maillant dérivant, la ligne d'hameçon non appâtée, la palangre, l'épervier et la nasse. S'y ajoute bien entendu des engins primitifs tels que paniers, épuisettes, sakite (pluriel sakitadi) (ANONYME 1956).

-- Senne de rivage (en ouoloff Goubol) : très grand filet de 100 à 300 mètres de long. Les mailles sont irrégulières, grandes sur les ailes : 8 à 10 cm et plus petites au centre : 5 à 8 cm, grande poche au milieu où le poisson s'accumulera. La hauteur du filet est variable ; faible aux ailes, elle atteint jusqu'à 7 ou 8 mètres (ANONYME, 1956).

KEIZER (1974) affirme avoir noté la présence de serines à mailles de 18 et parfois 12 mm alors que selon les pêcheurs et d'après les renseignements portés sur leurs cartes professionnelles, la maille de poche ne devaient jamais être inférieure à 20 mm, la moyenne se situant vers 25 mm et la dimension maximum vers 30 mm.

On voit donc qu'au cours de deux décennies la manière de confectionner les filets a très vite évolué dans le sens d'un resserrement des mailles.

Les sennes sont en fils de coton, la nappe est toujours traitée au Coltar qui assure une protection efficace. Les flotteurs sont en bois léger, en liège ou en polystyrène, les balises de repérage en calebasse, la plombée assurée par des olives en terre cuite (gouloumbe) les ralingues en sisal traité également au coltar.

L'ennemi de la senne de rivage c'est le courant. Cet engin est donc utilisé lorsque le débit du fleuve tombe au-dessous d'une certaine limite et ne peut être employé pendant les hautes eaux. Les pêcheurs profitent des heures de renversement de marée où l'eau est étalée pour mouiller leurs engins - à signaler que la senne est absente du Guiers-.

L'investissement pour une senne est estimé en 1974 de 250 000 à 500 000 I-CFA, depuis, le prix a plus que doublé.

- Filet maillant dérivant (féfé-féfé en toucouleur) : longueur de 15 à 30 mètres, hauteur ou largeur de 1 à 4 mètres. Il s'agit d'une nappe rectangulaire sans poche ni pli. Ce filet est presque identique à l'araignée d'Europe d'après REIZER (1974). Les flotteurs sont en bois léger, le filet est plombé par des olives (gouloumbe). Le féfé-féfé est très souvent construit en utilisant des morceaux de vieux filets déjà usagés et assemblés par ramendage et rapièçage.

- Filet maillant dormant (sabel en woloff) : nappe droite à maille régulière sans poche. Ce filet de même nature que le féfé-féfé est plus grand que ce dernier. La longueur varie de 30 à 100 mètres, et la largeur ou hauteur de 3 à 5 mètres. L'usage du fil en nylon est ici généralisé contrairement aux sennes de rivage. La grosseur utilisée est 6 660, les ralingues sont en nylon 550. Les flotteurs peuvent se trouver indifféremment en liège, polystyrène, bois léger, amas de typhes, vieux bidons métalliques, bouteilles de plastique etc..., la plombée assurée à l'aide de plomb pressé sur la ralingue. Les mailles font de 30 mm à près de 50 mm. Il semble que la majorité des filets soient tissés en 40 mm de noeud à noeud (SECK, 1980).

Le filet maillant sabel ou féfé-féfé est utilisé en tout temps et pratiquement partout dans le lit mineur et dans la plaine inondée. Le sabel après un long séjour dans l'eau est relevé directement sans lui faire décrire ce mouvement tournant et sans le haler sur la berge comme le féfé-féfé.

- Seyne (woloff) : dans le Bas-Delta les pêcheurs utilisent ce filet maillant de dimension supérieur au sabel du Haut-Delta. Ils lui donnent ce nom.

- Filet maillant dormant à poisson (rauk en woloff) : localisation : Saint-Louis ; longueur 18,20 m (montée) ; profondeur 4 m (étirée) ; maille étirée 160 mm ; ralingue en nylon ; flotteurs en liège ; lests en olives de plomb de poids unitaire 200 g (nombre 14).

- Filet filtrant à crevettes (Killi en woloff) : localisation Saint-Louis ; maille étirée : 16 mm ; fil employé nylon 6 660 m/kg. Le killi est un filet en forme de poche allongée maintenu ouvert en pêche par deux batons en bois de section d'une longueur de 1,5 m et 30 mm d'épaisseur en moyenne. La nappe du filet est de fabrication mécanique avec ou sans noeuds d'écoute double. Le killi qui filtre l'eau est traîné par deux hommes. La pêche se fait à pied. Le killi pêche les crevettes et petits crabes.

- Le chalut à crevette : cet engin très original est nouvellement conçu et utilisé à Saint-Louis pour la pêche crevettière en distuaire. Il a été signalé dans un rapport mensuel du CRODT (renseignement du parc piroguier de Saint-Louis à Djifer mai 1987). De Saint-Louis à Taré, 74 engins ; de ce type ont été recensés.

Cet engin n'a jamais été décrit à notre connaissance.

Les conditions de pêche : le filet est traîné comme un chalut derrière une pirogue motorisée et les rendements sont bons..

- Epervier à Anneau (mbale sani en woloff) : localité : Saint-Louis ; hauteur : 3,90 m environ ; longueur de la ralingue de plomb : 20 m ; maille étirée : 40 mm ; fil employé : nylon 10 000 m/kg ; ralingue élaboré : 20 m de nylon de 3 mm de diamètre lesté en plomb de 150 g (nombre 20).

La pêche se fait à pied ou avec une pirogue monoxyde d'environ 3,50 m de long propulsée à la pagaie : l'équipage est de 2 personnes pour la pêche en pirogue ou une personne pour la pêche à pied. Les espèces capturées : ethmaloses, mulets etc... Cet épervier se distingue de l'épervier simple par la présence d'un anneau en bronze où coulisent des fils en nylon qui, fixés à la ralingue de base à intervalles réguliers, assurent la fermeture pendant la relevé de l'engin. La longueur est égale à la hauteur de l'épervier, soit 3,90 m environ. La longueur de la ligne en nylon de 5 mm de diamètre qui sert à tirer le filet vers la surface est de 10 m environ. Cet engin est très commun dans le Bas-Delta et les canaux des rizières du Delta intérieur.

- D'autres filets manuels régionaux sont signalés par REIZER (1974). Le "Bakal" ou "Kalale bakal", le "mbissou" ou "kalalé mbissou", le "Toudo" ou "kalalé toudo".

- Le "Dolinke" (ligne d'hameçons nus) : une longue corde, 100 mètres soit la longueur d'un cordeau de commerce supporte une multitude d'avançons soit 1 000 hameçons (une boîte de commerce) jamais appâtés. La longueur des avançons faisant 10 cm et le numéro des hameçons 7 et 8.

- Le "Dolinke" est un engin largement répandu dans la région

et plus particulièrement chez les pêcheurs d'origine mauritanienne.

Le "dolinke" capture spécialement les poissons à peau nue et à nage ondulante tels : Clarias et Hétérobranchus. Il se pose, de préférence, pour une durée assez longue. Il est visité quotidiennement ou Siquotidiennement. Son efficacité est certaine dans les eaux courantes sur les passages obligés de poissons, tels par exemple les embouchures de marigots et les seuils du walo durant la montée et la descente des eaux.

- La palangre (sidolé en woloff) : la ligne principale est un fil en nylon muni à intervalles d'environ 1,50 m d'avançons armés d'hameçons appâtés (graisse animale ou autre) plombée en certains endroits, flottante en d'autres. Elle prend sous l'eau une forme Sinusoïdale dans le sens vertical ce qui a pour effet de la faire pêcher à des niveaux différents. Cette technique est d'une grande efficacité.

La palangre est utilisée uniquement en fin de décrue et lorsque les eaux sont relativement claires et chaudes comme c'est le cas dans le lac de Guiers et en amont de Boghé. Bas et Haut Delta en sont complètement dépourvus selon REIZER (1974).

- Lignes manuelles
lignes flottantes : utilisés uniquement par les pêcheurs occasionnels particulièrement les enfants, elle est de facture très sommaire

lignes de fond elle se compose d'un fil en nylon très long, d'un hameçon, parfois placé au bout d'un avançon et d'une grosse plombée le pêcheur lance son appât au loin après l'avoir fait tournoyer autour de sa tête

pêche aux leurres c'est une pêche très originale de l'hydrocyon elle ne se rencontre que dans la région de Matam (ANONYME 1956a). Comme matériel : une canne rudimentaire, un fil de nylon arme d'un hameçon brillant et fortement aiguisé orné d'une boucle de fil de coton. La ligne est lancée au loin et ramenée rapidement au rivage, Deux choses semblent provoquer l'attaque du carnassier : l'hameçon qui tourne sur lui-même à la manière d'une cuiller et le bruit fait par la canne en fendant l'eau.

- Foene ou Harpon certaines espèces sont capturées lors des fraies en eau peu profonde il s'agit notamment d'Heterotis, Gymnarchus, Tilapia ou lors de pêche de nuit en période de pleine lune. Dans ce dernier cas, les Hétérobranchus de grande taille se rapprocheraient des rives et de la surface selon les dires des pêcheurs relevés par REIZER (1974).

- Nasse, faite de bois et de morceaux de filets, elle est en général appâtée. Elle est très peu répandue. Dans la lagune de Khor Leybar à hauteur de Saint-Louis, les pêcheurs utilisent les nasses verticales pour la capture de callinectes (crabe nageur de lagune).

- Taux d'association des différents engins : ce taux d'association des différents engins chez un même pêcheur varie selon les régions et les engins.

Il s'élève de l'aval vers l'amont, Haut-Delta 42,2 %, Guiers 44,7 %, Vallée 47,8 %.

Le taux est minimal pour l'association senne/autres engins et maximal pour l'association filet maillant dormant/filet maillant dérivant sur le fleuve et filet maillant dormant/palangre sur le

Guiers.

* Les pêcheurs

Le Service Forestier du fleuve dans un rapport (ANONYME, 1956) note qu'au recensement de 1949, la population totale vivant dans les cercles du Bas-Sénégal, de Linguère, Podor, Matam (subdivision de Bakel comprise) plus celle des cercles mauritaniens du Trarza, du Brakna du Guoryol et de Sélibaby était de 377 517 habitants.

De ce chiffre, ils ont déduit que près de 300 000 personnes étaient directement intéressées par les productions de la Vallée et mangent du poisson du fleuve.

Sir ALEXANDER GIBB et PARTNER (1986) dans une étude socio-économique réalisée pour l'OMVS estiment sur la base d'un accroissement annuel de 2,5 %, que la population de la vallée du fleuve (Sénégal et Mauritanie) est respectivement de 611 600 ha et 375 300 ha en 1980. A l'horizon 2000 elle sera respectivement de 1 002 200 pour le Sénégal (Saint-Louis inclus) et de 695 800 pour la Mauritanie.

Aperçu de la composition ethnique : dans la Moyenne Vallée soit de Podor à Matam, l'ethnie Toucouleur domine à près de 40 % dans la population sédentaire résidant dans la vallée alluviale. A l'amont de Bakel vivent les Somono et les Soninkés. Ces derniers y sont majoritaires. A l'aval de Dagana jusqu'à Saint-Louis, c'est l'ethnie "woloff" qui regroupe la plus grande partie des habitants. Les Maures qui représentent globalement environ 30 % de la population totale de la Vallée sont plus nombreux en rive droite surtout dans les agglomérations.

Estimation de la population active : on considère généralement que 75 % de la population est réellement rurale, le 1/4 restant occupant les villes moyennes qui s'échelonnent le long du fleuve. Parmi elles, Rosso et Kaedi constituent deux importantes villes de Mauritanie,

Mis à part le Haut Bassin où la quantification est plus délicate, on peut donc considérer que la population rurale est d'environ 750 000 habitants

En 1958 un comité d'étude économique initié par le Gouvernement du Sénégal sur la pêche au Sénégal estimait qu'il y avait 15 à 20 000 personnes vivant de la pêche le long du fleuve Sénégal.

DENNEVILLE et JAMET (1982) se référant aux estimations faites avant la sécheresse font état de l'existence d'environ 10 000 pêcheurs sur le fleuve (7 800 sénégalais) auxquels une multitude de pêcheurs occasionnels (auto-consommation) venait s'ajouter :

- 6 500 professionnels (patron + aides)
 - engin type : senne de rivage
 - embarcation-type : pirogue saint-louisienne
 - partie du fleuve : Delta surtout
 - poisson commercialisé
- 3 500 professionnels (individuels et semi-professionnels)
 - engin-type : filet maillant (araignée)
 - embarcation type : pirogue casamançaise
 - partie du fleuve intéressée : Vallée
 - poisson vendu pour les professionnels, autoconsomme pour les semi-professionnels.

Après une douzaine d'années de pêche déficitaires note ces auteurs, on peut s'attendre à ce que le nombre de pêcheurs ait considérablement diminué (exode des professionnels vers le Bas-Delta, abandon des activités de pêche pour les semi-professionnels et exode rural).

Les pêcheurs occasionnels : ce sont des amateurs presque toujours des enfants en nombre appréciable. L'engin le plus couramment utilisé est la ligne à main.

Les résultats d'enquêtes menées par REIZER (1974) ont donné d'assez grandes différences entre régions écologiques et dans chaque cas, le degré de technicité apparaît diminuer de l'aval vers l'amont. L'évolution selon REIZER (1974) semble partir de l'estuaire.

d) Les stratégies d'aménagement des pêcheries

* Stratégie de gestion traditionnelle

- Evolution historique : Ce sont les pêcheurs "Somo" qui vivent en amont de Bakel. En aval, les familles de pêcheurs sont parmi les plus anciennement installés ; ce sont des SARR, KEBE, DIOP et plus en aval des GUEYE. Formant une caste fermée, les pêcheurs du fleuve ne se mariaient qu'entre eux. Ils ont gardé des traditions qui remontent à la nuit des âges. Bien qu'islamisés, ils conservent cependant certaines pratiques d'autrefois. Ils ont le privilège de la pêche, les eaux sont leur domaine. La religion n'a eu donc pratiquement aucune influence sur le régime juridique des eaux et l'exploitation de la pêche.

Cette caste de pêcheurs est hiérarchisée, organisée. Elle a ses maîtres de pêche les Dialtabédi dont l'autorité reste encore indiscutée sur les membres de leur collectivité locale.

Le chef politique féodal local, seigneur à attribution étendue, cumulait les pouvoirs, sa sentence était exécutoire, immédiate.

Ce régime a duré des siècles et des siècles. C'est dans cette ambiance que se sont élaborées les règles coutumières.

A ce régime féodal, a succédé le "régime de tutelle". Celui-ci apparaît comme une période de transition. Au contact des réalités et des impératifs ruraux, "le commandant" avait surtout pour objectif d'éviter les bagarres et les troubles.

L'Etat en AOF ne s'est pas approprié le poisson vivant dans les eaux. Cette richesse appartient aux riverains. Le Service des Eaux et Forêts ne prétend pas accaparer ce poisson au bénéfice d'étrangers et encore moins parachuter une réglementation de pêche préfabriquée. Le rôle qu'il était appelé à jouer ici était celui de conseiller, de guide et de policier spécialisé.

Cet encadrement juridique étant mis en place le colonisateur pensait qu'il serait possible d'envisager, après des actions de masse et par touches successives de tendre vers une exploitation rationnelle des fonds d'eau de la vallée.

On ne peut concevoir l'exercice de la pêche fluviale sans règlement et le législateur constate qu'il était quasi impossible d'innover en cette matière. La solution sage adoptée est de reprendre tout ce qui est valable de l'ancienne réglementation et

s'adaptant aux nécessités actuelles.

En 1358 un comité d'étude économique du Gouvernement du Sénégal sur le milieu rural, constatait qu'en général l'encadrement coutumier demeurait encore en place. Si les dialtabédi, les maîtres de l'eau ont gardé jusqu'à cette date leur autorité et leur influence sur les membres de leur collectivité, cette autorité est contestée par des individus de l'extérieur. Ceux-ci rejettent certains interdits de la coutume et ne se considèrent plus liés par les règles locales régissant l'action de pêche : droit de pêche, nature et emploi des filets ou des lignes, points d'attache des pirogues, lieux de campement... période de pêche... réserves... actions collectives... etc...

Il suffisait de l'action d'un seul individu "affranchi" pour que toute la réglementation coutumière d'un secteur soit compromise. Les règles coutumières en matière de pêche ne pouvaient être soutenues et défendues devant les tribunaux repressifs faute de textes spéciaux. Il ne restait alors qu'une solution pour les secteurs locaux menacés dans leur intérêt permanent : faire justice eux-mêmes.

- Qui est pêcheur du fleuve Sénégal : selon les écrits recueillis (ANONYME, 1956a) on ne devient pas pêcheur au fleuve mais on naît pêcheur.

Si chaque secteur de la Vallée a ses génies des eaux, chaque secteur a aussi son dialtabé. Le dialtabé est chargé de fonctions très importantes. C'est avec lui qu'il faut traiter de toutes les questions de pêche et les soubalbé lui doivent obéissance et respect pour tout ce qui concerne les eaux. Les dialtabédi ont cette charge en général par héritage de famille mais cela n'est pas absolument formel. On rencontre aussi des dialtabédi élus par les autres pêcheurs en raison de leur sagesse, de leur bon sens et de leurs qualités personnelles.

Les dialtabédi sont plus ou moins liés entre eux et reconnaissent entre eux une hiérarchie. C'est ainsi qu'il y a des grands dialtabédi sans les concours desquels il serait vain d'essayer de régler la pêche le long du fleuve : exemple El Hadj Yoro SARR de Niaoulé ou Mody SARR à Dagana.

- Fixation de la date d'ouverture de la pêche : Quand les conditions locales sont favorables (niveau des eaux, apparition des seuils formant bouchons etc...), les dialtabédi de l'endroit, les maîtres de l'eau, se concertent et décident d'une date d'ouverture de la pêche dans le marigot concerné.

Pour le jour fixé, les villages voisins habitués à pêcher dans ce fond d'eau et y jouissant d'un droit de participation traditionnel sont invités.

C'est en foule serrée que les pirogues arrivent. Ces dialtabédi justifient cette pratique par l'effet positif qu'elles ont sur les rendements. Ces ouvertures de pêche se rattachent aussi peut être à certaines fêtes particulières des temps anciens.

On pourrait supposer que les villages qui ont été invités à une ouverture déterminée chez les voisins se font un devoir de rendre la politesse quand le temps est venu d'ouvrir la pêche dans leurs marigots particuliers. Hélas, ce devoir de réciprocité naturelle est parfois perdu de vue. Il arrive, après qu'il a été décidé en commun d'une date déterminée d'ouverture, que tel vil-

lage change d'avis et fixe confidentiellement une autre date plus proche et commence la pêche sans attendre les collègues (exemple Matam, Diamel et Niavel en 1956).

On imagine aisément les conflits pouvant résulter de telles situations, ce sont des bagarres toujours graves et, de revanche en revanche, les générations se transmettent la querelle.

- Qui a le droit de pêche : On trouve un parallélisme et même une identité entre les pêcheurs du fleuve Niger et ceux du Sénégal (ANONYME, 1956a).

Ici comme au Niger l'eau appartenant à des esprits, des génies, les hommes ne sauraient en être les propriétaires.

Les eaux sont inaliénables et seul l'usage collectif est conforme à la justice coutumière.

La pêche est donc un droit d'usage. Chaque membre de la collectivité du secteur est également co-usifruitier du fond de pêche du secteur de la zone d'influence de cette collectivité.

Le droit de pêche par ce système, est donc réservé à la jouissance des riverains. Qu'arrive-t-il lorsqu'un étranger exprime le désir de venir pêcher dans la zone de la collectivité. Tout d'abord, il ne saurait être question de l'évincer dès l'arrivée. Un tel pouvoir ne peut être l'attribution que de la divinité locale des eaux et tant que celle-ci n'a pas manifesté son opposition, il faut attendre. Remarquons cependant qu'aucun pêcheur étranger n'entreprend son action de pêche sans avoir au préalable, sollicité l'autorisation du dialtabé du secteur. Il y a dans cette démarche la reconnaissance d'un droit absolument prioritaire des riverains.

Ces principes sont valables aussi bien sur le fleuve lui-même que dans les rivières ou marigots ou mares du walo.

* Stratégie de gestion moderne des pêcheries

Il ressortait des décisions prises par le comité d'étude économique du Gouvernement du Sénégal en 1958 une proposition pour un encadrement moderne de la pêche fluviale au Sénégal. Des communautés rurales et conseils ruraux de pêche furent créés le long du fleuve.

Les communautés rurales de pêche se confondaient territorialement avec les secteurs coutumiers de la Vallée mais ne s'identifiaient pas avec les communes rurales dont la création était demandée. Ces communautés rurales de pêche étaient des entités traditionnelles techniques d'exercice de la pêche et non des entités politiques.

Le conseil local de pêche fluviale chacune des communautés rurales de pêche devait être dotée d'un organisme représentatif, un conseil spécialisé. Les dialtabédi, les maîtres de l'eau, les chefs des villages intéressés, les représentants élus de la circonscription forment ce conseil.

Au cours des délibérations ordinaires ou extraordinaires, le conseil est amené à délibérer sur toutes les questions se rapportant à l'exercice de la pêche fluviale. Le conseil local de pêche émet des vœux qui sont transmis au Ministère de l'Economie Rurale pour approbation et légalisation. Le vœu émis devient alors

exécutoire, après approbation par la préfecture. Le garde forestier veille ensuite au respect des dispositions arrêtées ainsi en matière de pêche, spécialement pour le secteur en cause. En cas d'infraction au règlement ainsi établi, celle-ci sera constatée par procès-verbal et l'affaire pourra être éventuellement introduite auprès des tribunaux répressifs.

La Direction des Eaux, Forêts et Chasses : jusqu'avant les années de dure sécheresse, la tutelle administrative des pêches continentales sénégalaises était assurée par le Ministère du Développement Rural. Cette tutelle a été plusieurs fois réaménagée.

Une division de la pêche continentale comportant deux bureaux chargés respectivement de la pêche et de la pisciculture est créée au sein de la Direction des Eaux, Forêts et Chasse,, elle-même rattachée au Ministère de la Protection de la Nature.

La division de la pêche continentale est chargée de la gestion des ressources halieutiques, de l'élaboration et de l'exécution des programmes d'aménagement piscicole : élaboration et application de la réglementation, mise au point du plan d'aménagement, surveillance des pollutions, organisation et contrôle de l'exploitation

Le bureau de pêche est chargé d'administrer la pêche continentale, de préparer et exécuter toute mesure de protection de la surexploitation et de la pollution et d'organiser les pêcheurs et leur armement ;

Le bureau de la pisciculture est chargé de mettre au point les méthodes de pisciculture de vulgariser celles-ci et de superviser les opérations d'aménagements piscicoles.

Le bassin du fleuve Sénégal (partie sénégalaise) est administré par le Service Régional de Saint-Louis chargé d'élaborer le programme régional relatif à la pêche et à la pisciculture, d'appliquer la réglementation en matière de pêche et d'exercer les actions et poursuites en matière de pêche. Il doit établir des statistiques d'efforts de pêche de production et de consommation.

Le service régional comprend aussi les services départementaux des Eaux, Forêts et Chasses avec leurs zones écologiques d'intervention :

Secteurs :	zone :
Saint-Louis	Bas-Delta partium
Richard Toll	Bas-Delta partium + Haut-Delta Tawey
Podor	+ Basse Vallée
Matam	+ Moyenne Vallée
Guiers Centre	Guiers
Bakel	Haute Vallée + Basse Felémé

Les secteurs sont subdivisés en brigades d'intervention.

▪ Domaine de la pêche fluviale au Sénégal : le décret 8.12.1933 fixait la frontière Sénégal/Mauritanie à la rive droite du bras principal du fleuve (source : comité d'étude économique - présidence du conseil 1958). Les eaux du fleuve sont donc sénégalaises. Il est logique de considérer qu'il s'agit de la limite des hautes eaux. Le Chemama et toutes les eaux qui le recouvrent sont donc du territoire du Sénégal.

Le Haut Bassin en partie est en Guinée et au Mali. L'arrêté n° 306 du 11 novembre 1855 utilisait la falémé comme frontière entre le Sénégal, le Soudan (l'actuel Mali) et la Guinée jusqu'au village de Bountou, toute la falémé est sénégalaise.

Vers l'aval, le domaine fluvial se trouve fixé au marigot de Dakar BANGC à 22 km en amont, par l'arrêté n° 5707 TP du 31/8/1953 JOS du 10.9.53 P. 932. Cette arrêté caduque est repris par le décret n° 75. 1091 du 23.10.75 autorisant le service de l'Océanographie et des Pêches Maritimes de contrôler toute la zone du Bas-Delta en aval du Diama.

Le lac de Guiers est en totalité sénégalais. Le sud du lac de Guiers et la zone de Bakel bien qu'appartenant respectivement aux régions de Louga et de Tambakounda, sont administrés par le service régional des Eaux, Forêts et Chasses de Saint-Louis :

▪ Réglementation de la pêche :

• domanialité publique et la pêche fluviale : toutes les eaux du Sénégal, même les eaux profondes sont du domaine public. La thèse sénégalaise héritée de la thèse française est nette "qui possède les eaux possède ce qui est dedans. Le principe fondamental est donc qu'au Sénégal le droit de pêche appartient à l'Etat, ce n'est pas le cas en Mauritanie, sur la rive droite du fleuve Sénégal. L'Etat concède le droit à titre onéreux ou gratuit aux nationaux ainsi qu'aux étrangers sous réserves de réciprocité et d'absence de dispositions contraires

• législation et interdits : il existe des conseils de pêche au niveau des secteurs et la loi n° 63-40 du 10 juin 1963 représente le texte de base en matière de législation de la pêche.

Il existe des usages interdits notamment : l'emploi de toxiques, de polluants ; utilisation de pièges, de barrages entravant la liberté de la pêche ; de filets de maillage inférieur à 30 mm de côté (fleuve Sénégal) ou de 50 mm (lac de Guiers) et d'une longueur supérieure à 250 m ; interdiction de la pêche aux filets traînant dans les eaux du Guiers, des marigots de Lamsar, Ngalam, Djeuss, Gorom, Ngalanka, Doué, Gayo, Guelonga, Balérou, Diamal et Guivol et de la falémé ; dans le Guiers, la pêche (de subsistance) est réservée aux seuls riverains, la capture par pêcheur/jour ne pouvant excéder 15 kg.

BARD (1965) analysant la loi n° 63-40 du 10 juin 1963 réglementant la pêche souligne la nécessité d'un règlement collectif pour l'usage des ouvrages de décharge (il fait remarquer que la population tirerait mieux parti des ouvrages lorsqu'ils fonctionnent à la vidange. Dans ce but avant l'ouverture, il suggère de mettre en place des grilles qui serviront à retenir le poisson. Ceci étant possible pour les ouvrages où la largeur des pertuis est de 1,50 mètres, c'est-à-dire pour ceux de Ntiagar, Diawar,

Débi, Deig, Maka et du Gorom. Pour les autres ouvrages, la trop grande largeur des pertuis rendrait la fabrication des grilles coûteuses selon lui et la manipulation difficile). Signalons que la population n'a pas attendu et a réalisé déjà grossièrement à Ntiagar et Débi des ouvrages pour tirer profit de la pisciculture extensive en rizière.

BARD (1965) préconise donc qu'une modification de l'article 3.8 du projet de décret d'application de la loi N° 63-40 du 10 juin 1963 réglementant les pêches soit faite. Cet article prévoit, en effet l'interdiction de la pêche sur 250 mètres à partir des ouvrages pendant l'ouverture de ceux-ci.

Enfin pour l'application de la lutte contre les mollusques par l'emploi du *Balanites aegyptiaca*, BARD (1965) suggère qu'il serait nécessaire de modifier l'article 22 de la loi n° 63-40 du 10 juin 1963 déjà citée, de façon à permettre l'usage d'ichtyotoxiques végétaux locaux. Néanmoins, il fait remarquer que l'interdiction des ichtyotoxiques chimiques devra être maintenue.

2.2. LES CRUSTACES

2.2.1. La crevette *Penaeus duorarum notialis* (Perez FARFANTE, 1967)

a) Chronologie du cycle vital

LHOMME (1979) a tenté de reconstituer la chronologie du cycle vital de *Penaeus duorarum notialis* (Peres FARFANTE, 1967) pour le stock de Saint-Louis. Ce cycle amphihalin se déroule le long d'un gradient de salinité qui s'étend généralement entre 0,1 et 36 ‰ de salinité c'est-à-dire entre les conditions dessalées et les conditions marines pures. Selon GARCIA et LE RESTE (1981) on peut cependant noter la grande adaptabilité du genre *Penaeus*, à des conditions de milieu très diverses. Par exemple, *Penaeus notialis* juvénile colonisait des eaux presque douces en Casamance avant la vague de sécheresse mais également des eaux sursalées au Sine saloum où le cycle se déroule le long d'un gradient inverse, entre les conditions sursalées (60 à 93 ‰) et des conditions marines pures (CROSNIER et BONDY, 1967).

Plusieurs indices sont utilisés par LHOMME (1979) pour décrire ce cycle :

- la saison de ponte : elle se définit comme la période où le pourcentage de femelles mûres parmi les femelles ayant atteint la taille à la première maturité est maximum (LINDER et ANDERSON, 1956 ; BONDY, 1968 ; GARCIA, 1972 ; LE RESTE et MARCILLE, 1976 ; LHOMME, 1979). Ce pourcentage est observé de juillet à novembre. Les avantages et les inconvénients de cette méthode sont exposés en détail dans un précédent document (LHOMME, 1978c).

LHOMME admet avec beaucoup d'auteurs (CUMMING, 1961 ; MURNETT et al., 1968 ; LINDER et ANDERSON, 1956 ; ELDRED et al., 1961, RAC, 1969...) que la reproduction semble être sous la dépendance principale de la température, Il fait observer cependant l'action de deux autres facteurs plus ou moins discernables dans leur action, les décharges continentales et la richesse planctonique.

GARCIA (1976) assimile d'ailleurs les crues à un upwelling par leur effet.

La période de ponte signalée à Saint-Louis ne coïncide pas avec la période d'abondance maximale du zooplancton en mai mais lui succède avec un décalage d'environ quatre mois.

Concernant l'effet de la salinité sur la reproduction LHOMME fait observer que sur ce fond de pêche où le cycle de reproduction est bien marqué, la salinité variait très peu et son rôle dans la reproduction était probablement très faible.

Il apparaît donc que les seules variations de la température et de la salinité du milieu ambiant ne peuvent expliquer le déclenchement de la maturation ou le déblocage pour l'ensemble de la zone étudiée à Saint-Louis. Antérieurement aux travaux de LHOMME il existait peu d'observations de longue durée permettant

d'étudier les causes des variations de la reproduction pour le stock de Saint-Louis.

La taille de première maturité sexuelle est fixée à 25 mm de longueur céphalothoracique d'après L'HOMME pour ce stock.

- Entrée des postlarves en fleuve : ne disposant pas d'échantillons de plancton L'HOMME (1979) a fixé arbitrairement à 3 semaines le délai séparant le pic de femelles mûres et celui d'entrée des postlarves en fleuve. Cette durée moyenne a souvent été admise (EWALD, 1965, GARCIA, 1977). Au moment de la reproduction les oeufs submersaux sont émis librement dans l'eau et éclosent en quelques heures leur nombre variant avec la taille de la femelle (CUMING, 1961). Le développement larvaire étudié par DOBKIN (1961) EWALD (1965) aux USA, comprend 5 stades nauplius, 3 stades protozoés, 3 stades mysis et un certains nombres de stades postlarvaires. Les larves sont transportées par le courant au voisinage de l'entrée des estuaires. Elles y entrent à une taille variable 8 à 14 mm de longueur totale. Le caractère benthique s'affirme rapidement. On considère que la phase juvénile débute dès l'entrée des postlarves en estuaire, lagune et fleuve. Cette entrée en estuaire, lagune et fleuve, a bien lieu en dehors de la grande saison des pluies, lorsque les courants ne sont pas trop forts dans les chenaux et que les eaux sont saumâtres. Une salinité d'au moins 0,5 ‰ est toutefois indispensable, les jeunes crevettes mourant sans cela très rapidement.

ZEIN-ELDRIN (1963) aux USA et HOESTLANDT (1963, 1964) au Dahomey, ont montré que les postlarves et les jeunes crevettes peuvent s'adapter à des salinités très diverses et que la croissance peut s'effectuer sans être perturbée dans les eaux contenant de 0,5 à 40 g de sel par litre.

HOESTLANDT (1963) a également attiré l'attention sur le fait que si les jeunes *P. duorarum* peuvent s'adapter à des salinités très diverses, ils-redoutent les variations brusques de la teneur en sel de l'eau, le passage d'une salinité à une autre devant être très progressif pour être bien supporté.

On considère que la phase juvénile se termine dès la migration en mer.

- Saison de pêche artisanale : d'après CROSNIER et EONDY (1967) la crevette *Penaeus duorarum* (BURKENROAD, 1939) est assez abondante dans l'estuaire du Sénégal (1967). Elle y effectue des migrations en relation avec les modifications de la salure des eaux.

Selon REIZER (1974), des quantités appréciables en ont été capturées à hauteur de Richard-Toll lors des décrues records de 1972-73 à l'occasion de pêches nocturnes à la senne, pêche non destinée à la crevette mais au poisson. Il s'agit là de la limite à la fois amont quant à leurs déplacements fluviaux et minimale quant à la salure - aucune capture diurne de *Penaeus* n'est signalée et la raison selon REIZER (1974) tient à la biologie particulière de ce crustacé qui ne s'active que de nuit et vit le jour presque complètement enfoui dans le sable du fond du fleuve.

L'HOMME (1979) a suivi l'évolution des prises moyennes mensuelles sur trois années mais ne connaît pas l'effort de pêche. Il estime qu'il est vraisemblable que cet effort varie comme l'abondance. Dans ce cas les variations des prises observées donneront une image amplifiée des variations réelles de l'abondance. D'autre

part, le problème se posait à lui de savoir si ces prises portent sur des individus en migration. LHOMME considère qu'étant donné que les engins utilisés sont des filets fixes posés la nuit à marée descendante, il pense qu'ils capturent effectivement des individus en migration vers la mer et que les périodes où les captures sont les plus importantes correspondent aux moments où l'intensité de la maturité est maximale. Cela semble être confirmé par l'observation du recrutement en mer.

- Période de recrutement en mer : LHOMME (1980) a utilisé les statistiques commerciales de débarquement 1976 où une ventilation par catégorie de taille était possible. La variation relative exprimée en pourcentage moyen mensuel du poids total des moules n° 5 et 6 a été étudiée. Ces moules correspondent aux tailles les plus petites (23,6 et 21,0 mm LC en moyenne).

Trois biais peuvent fausser cette méthode d'évaluation du recrutement en mer. Ces biais sont analysés en détail par LHOMME (1979).

En Floride COSTELLO et ALLEN (1965) ont observé que certaines crevettes ne s'éjournaient pas plus de 2 mois en estuaire ou en lagune, leur taille est alors très inférieure à 10 cm lorsqu'elles regagnent la mer. Ces résultats paraissent bien soutenir la comparaison avec les résultats de LHOMME et GARCIA (1977) qui donnant l'histogramme pour 1977-78 s'entendent pour conférer une taille moyenne à la migration de 18,9 mm (LC) soit environ 9 cm de LT.

La chronologie du cycle obtenue par LHOMME est la suivante :

phase	mois	<u>Durée</u> séparant deux phases
- ponte des adultes	septembre	
- recrutement des postlarves en fleuve (supposé)	octobre	3 semaines
- migration des juvéniles vers la mer	janvier	3 mois
- recrutement des juvéniles en mer	février à avril	1 à 3 mois

LHOMME (1980) attire l'attention sur le fait que les phénomènes étudiés bien que présentant des pics, sont plus ou moins continus sur l'année entière, contrairement à ce que semble indiquer ce tableau. La durée de 3 mois avancée pour le Fleuve Sénégal est une durée moyenne. Il est probable qu'elle diminue fortement en saison des pluies. En effet, fait-il remarquer, la faible taille des individus migrants entre juillet et octobre suggère qu'ils sont chassés prématurément par la dessalure. Cette hypothèse s'est vérifiée en Casamance où LE RESTE constate que la pluviométrie intervient par la dessalure qu'elle provoque et ceci de deux façons. Si l'eau de l'estuaire (et du fleuve) est totalement dessalée un plus grand nombre de crevettes tend à repartir en mer et ceci à une taille plus petite. Au contraire avec une salinité plus forte (jusqu'à un certain seuil), les crevettes restent dans le fleuve plus longtemps et jusqu'à une taille plus élevée (LE RESTE, 1980).

Selon LHOMME (1980) un second maximum de migration est obser-

vé en avril. Il peut être retrouvé en mai dans le recrutement en mer. LHOMME pense que ce pic correspond à la deuxième reproduction observée certaines années en fin de saison chaude (novembre).

b) Croissance des juvéniles

LHOMME (1979) a calculé la vitesse de croissance moyenne connaissant d'une part la durée moyenne qui sépare la ponte en mer et la migration des juvéniles hors du fleuve Sénégal, d'autre part la taille moyenne des juvéniles à la migration.

D'après cet étude le pic de reproduction en mer est rencontré en septembre. La taille moyenne à la migration des juvéniles est de 21,96 mm LC soit 10,1 cm LT en janvier, moment où la migration est la plus intense. La vitesse de croissance observée est d'environ 10 cm LT en 4 mois soit 2,5 cm/mois.

Une étude plus précise de la croissance a été réalisée par LHOMME (1980) à partir des échantillons hebdomadaires collectés au marché de Saint-Louis de mai 1977 à juin 1978. Les histogrammes ont été tracés après regroupement en classe de 2 mm (longueur céphalothoracique).

LHOMME (1978) admet que ces progressions modales suivies pendant plusieurs semaines matérialisent la croissance de cohortes dont l'âge réel est inconnu.

LHOMME (1978) comme beaucoup d'auteurs (IVERSEN et JONES, 1961 ; DE BONDY, 1968 ; GARCIA, 1977...) suppose que la croissance des crevettes peut être représentée par une loi de VON BERTALANFFY

$$L_t = L_{\infty} (1 - e^{-K(t-t_0)})$$

Les paramètres de l'équation ont été calculés en utilisant la méthode graphique préconisée par GULLAND (1969). La droite de régression de la relation $\Delta L_c = f(L_c)$ a été tracée et a permis de trouver les valeurs des paramètres K et L_{∞} . La croissance mensuelle obtenue est comprise entre 4,6 et 2,9 cm LT pour une taille passant de 1 à 13 cm LT. LHOMME (1978) admet que ces valeurs sont en accord avec la vitesse de croissance moyenne calculée plus haut entre ponte et migration (2,5 cm LT/mois) d'autant plus que cette dernière souligne-t-il est sous-estimée car elle inclut les phases larvaires et postlarvaires. Discutant ses résultats il fait remarquer que si l'on excepte les valeurs avancées par ALDRED et al. (1961) et DE BONDY (1968), l'ensemble des vitesses de croissance estimées se place dans un intervalle dont les bornes sont 24 et 52 mm LT/mois. La température de l'eau, l'espèce considérée et la richesse trophique du milieu sont des facteurs susceptibles d'expliquer cette variabilité.

c) Pêche crevette

- Production et variations temporelles : les débarquements totaux annuels de 1960 à 1977 sont connus ainsi que les débarquements mensuels de 1975 à 1977 pour cette pêche artisanale en estuaire. La capture annuelle n'a jamais dépassé 270 tonnes et la moyenne est de 200 à 300 tonnes (LHOMME et GARCIA, 1977).

La pêche n'est jamais nulle et les meilleures prises sont

obtenues en moyenne de janvier à avril. Elle s'effectue tout près de L'embouchure du fleuve où à Saint-Louis même.

L'étude de l'OMVS (1980b) révèle que la crevette rose a un cycle de vie directement lié au développement de conditions estuariennes dans le fleuve Sénégal. Les récoltes de crevette selon ces auteurs ont récemment diminué de 265 tonnes en 1974 à 100 tonnes en 1976. Ce déclin a été attribué à la surexploitation des stocks, à des fluctuations cycliques de la population de crevettes, et à la perte d'habitats due au faible débit du fleuve Sénégal ces dernières années.

Les chiffres avancés par l'OMVS (1980b) ne sont pas en accord avec les données de la DOPM dont fait mention LHOMME et GARCIA (1977). Selon ces données l'évolution des prises constatée est la suivante : 1973, 127 t ; 1974, 267 t soit donc une augmentation de 140 tonnes, En 1975 la prise est de 122 t et en 1976 elle est de 39 t soit une diminution de 23 tonnes pour ces deux dernières années. Les premières sources de données n'étant pas expliquées nous ne pouvons analyser et expliquer les raisons de cet écart.

- Traitement de la production : la seule usine importante de conditionnement des crevettes ayant fonctionné à Saint-Louis fut l'usine de Propecsen (Entreprise de traitement, de commercialisation et d'exportation des produits de la pêche au Sénégal).

Installée en 1968, elle fut transférée à Ziguinchor en juin 1970, car les potentialités locales s'étaient révélées inférieures aux prévisions.

Actuellement, il existe quelques petites usines frigorifiques à Saint-Louis qui n'exploitent que durant la période de pêche de la crevette. Une part importante des débarquements est vendue fraîche ou transformée (cuite et séchée) sur le marché de Saint-Louis.

- Aménagement des pêcheries de crevettes :

. potentiel et niveau d'exploitation : Il a été estimé au paragraphe précédant et le niveau optimum selon LHOMME et GARCIA (1977) se situerait autour de 730 tonnes. Le stock est exploité à 72 % de ses possibilités. Il n'y avait pas de surexploitation biologique en 1977 et le stock de Saint-Louis pouvait même supporter un accroissement de l'effort de pêche (les rendements y étaient cependant déjà plus faibles qu'à Roxo-Bissago)

. les interactions entre la pêche industrielle et artisanale
les interactions entre pêche artisanale et pêche industrielle peuvent théoriquement se produire dans les deux sens, la pêche artisanale réduisant le recrutement des juvéniles dans la pêche industrielle (FAO, 1973 ; GARCIA, 1977) et cette dernière réduisant le potentiel reproducteur et par conséquent, le nombre de larves disponibles pour repeupler les estuaires. En réalité on tend à négliger ce dernier phénomène car jusqu'à présent on n'a pas pu mettre clairement en évidence de relation entre l'abondance des reproducteurs et celles des recrues pour les crevettes Penaeides (GARCIA et LE RESTE, 1981).

Au Sénégal l'année 1965 constitue l'année de commencement de l'exploitation en mer des crevettes.

D'après LHOMME (1979) se servant du modèle exponentiel de FOX, les conditions d'exploitation optimales en mer pour le stock correspondent à une prise annuelle de 570 tonnes obtenue avec un

effort annuel de 53 x 103 heures soit une p.u.e. moyenne de 10,7 kg/h.

L'HOMME (1979) constate qu'en 1974 la pêche artisanale en fleuve a effectué sa prise la plus importante.

La p.u.e. en mer est passée par sa valeur minimale sans que l'effort ait augmenté de façon notable. On peut également observer comme L'HOMME (1977) sans que cela constitue une preuve de liaison directe, que les fortes diminutions de prises du fleuve en 1973 et 1975 correspondent à de nettes augmentations de la p.u.e. en mer bien que l'effort en mer ait également augmenté. Cependant au faible niveau actuel de la pêche artisanale, tant que les captures resteront inférieures à 200 tonnes par an, L'HOMME (1977) pense que la diminution de la p.u.e. en mer sera négligeable. Le potentiel global mer Lagune serait alors de 700 tonnes.

2.2.2. Macrobrachium volenhoveni (HERKHOUTS, 1858).

a) Distribution géographique

REIZER (1971) observant les résultats issus des pêches coutumières soutient que Macrobrachium volenhoveni n'apparaît que dans le Haut-Delta et en fin de décrue. Sa distribution ne s'étend pas au delà d'une certaine limite amont, située quelque peu au-dessus de Podor. Son aire de répartition correspond aux eaux douces du Delta et de la Vallée.

Selon REIZER (1971) les pêcheurs Toucouleurs du Haut Fouta Toro (Kaedi-Matam-Bakel) prétendent que ce crustacé n'existe pas dans leur région et qu'il y est remplacé par un autre de taille nettement plus petite dont la morphologie se rapprocherait de celle d'une crevette classique. Cet animal se capturerait de préférence dans les marigots ou les affluents du Sénégal plutôt que dans le fleuve lui-même. M. volenhoveni est particulièrement capturé à la senne de rivage, ce qui pourrait s'interpréter comme un indice de vie assez benthique. Les quelques indications recueillies par REIZER (1974) quant à son abondance convergent vers l'hypothèse de l'existence d'une population relativement limitée.

b) Migration

Macrobrachium volenhoveni aurait donc comme habitat la région du Haut-Delta/Basse-Vallée. Il effectuerait dans cette région des migrations catadromes jusqu'à Débi, sinon Dakar-Bango ou Gandiole en période de crue ; anadromes jusqu'au delà de Boghé en décrue. Somme toute, ces déplacements sont comparables à ceux de certaines espèces de poisson d'eau douce.

Selon ANONYME (1968b) cette crevette se rencontre à partir du Bas-Sénégal jusque dans les sables de la Falémé. Rien par contre ne leur a permis de dire à quoi était lié cette migration (reproduction ou autre ?).

c) Reproduction

Des femelles porteuses d'oeufs ont été fréquemment et exclusivement trouvées en fin d'étiage (soit en mai-juin-juillet).

La ponte pourrait avoir lieu au cours des premières semaines de la crue à l'issue de la migration d'avalaison quelque part dans le Bas-delta (complexe pseudo-lagunaire du Gandiolais ?).

d) Pêche

La crevette d'eau douce appelée très improprement "langoustine" dans la région n'est pas bien appréciée par les populations locales et par les pêcheurs, elle atteint cependant une très grande taille et peut faire l'objet d'un élevage artificiel d'où nécessité de mener des études sur sa bio-écologie.

Les peuplements apparaissent exploitables selon REIZER (1974) mais on se heurte à des difficultés liées à des migrations saisonnières qui ne sont pas encore maîtrisées.

2.2.3. Ataya gabonensis (GIEBEL, 1875)

REIZER (1971) affirme que ni lui ni les pêcheurs n'ont jamais trouvé Ataya gabonensis (GIEBEL, 1875) en aval de la Moyenne Vallée. Ce crustacé n'est d'ailleurs connu qu'en pays Toucouleur et Sarakolé et non en pays Wolof. Ce qui est un argument quant à la limite aval de sa répartition régionale. Apparemment il se tient de préférence dans les défluent plutôt que dans le fleuve lui-même.

A. gabonensis n'est l'objet d'aucune exploitation et ne semble guère susceptible d'en supporter dans des conditions naturelles. La méconnaissance totale de sa biologie interdisait à REIZER (1971) de porter un jugement quelconque sur ses possibilités d'adaptation en milieu modifié.

2.2.4. Callinectes sp. ou crabe "bleu" des lagunes, ou crabe "nageur": ou crabe "vert"

- Distribution géographique.

Ce crabe semble inféodé aux eaux saumâtres.

- Migration : inféodés aux eaux saumâtres, il effectue annuellement des migrations comparables à celles des poissons euryhalins. Ces migrations le conduisent de l'océan au Haut Delta suivant le régime des eaux et la salure qui en découle.

- Reproduction : REIZER (1974) signale qu'il n'a jamais capturé des spécimens sexuellement en activité ce qui, compte tenu du nombre considérable de crabes qui lui sont passés entre les mains peut être interprété comme un indice d'une reproduction en mer ?) durant la période des hautes eaux fluviales.

- Pêche abondante et incidence économique : contrairement à Macrobrachium, il semble exister un peuplement important moyennement recherché par certains pêcheurs qui le capturent à la nasse verticale ou à la balance. Il est aussi capturé aisément dans les filets maillants dont il est un destructeur tel qu'il en interdit parfois le mouillage. Cependant les peuplements apparaissent suffisamment fournis pour faire l'objet d'une exploitation immédiate.

2.3. PISCICULTURE : RESULTATS ACQUIS ET PERSPECTIVES

2.3.1. Justifications

La majorité des études sur la production et la consommation de poissons en rapport avec les aménagements hydro-agricoles et l'accroissement des populations, laissent paraître un déficit en protéine d'origine halieutique qu'il faut combler. Après la sécheresse le déficit selon DENNEVILLE et JAMET (1982) était de 11 000 tonnes. A l'horizon 2 000, après l'édification des barrages, il se situera selon les mêmes auteurs à 17 000 tonnes. Une solution à prendre en compte est une pisciculture qui s'intégrerait harmonieusement aux aménagements hydro-agricoles. LAZARD (1984) souligne que la pisciculture ne peut être viable économiquement qu'assez éloignée de la côte pour être en mesure de concurrencer, par son prix de revient, le poisson de mer et la limite selon lui semble se situer au niveau de Podor.

PERROT (1980) effectuant une mission au Fleuve Sénégal en 1980 donc avant la réalisation de Diama et le percement de la langue de Barbarie remarquait que le Delta du Sénégal en aval de Saint-Louis comporte, en dehors du cours principal du fleuve toute une série de lagunes et de terrains inondables, desservis par la route qui mène à Gandiole.

Ces lagunes gardent en saison des pluies une salinité plus élevée que celle du fleuve (renouvellement d'eau moins rapide et évaporation plus intense). C'est dans ces sites d'après PERROT (1980) que se réfugient les crevettes juvéniles du stock de Saint-Louis. Il suggère qu'on pourrait à priori y envisager l'installation de fermes de crevettes. Les surfaces nécessaires existent. Les sols argilo-sableux sont d'une qualité adéquate. Il signale néanmoins des facteurs pas toujours favorables :

- le renouvellement d'eau ne peut être envisagé qu'à partir de pompage effectué dans l'estuaire
- la température de l'eau en saison sèche du mois de janvier à avril est trop faible pour assurer une bonne croissance
- la salinité minimale en saison des pluies n'est plus assurée.

REIZER (1985) s'inquiète de l'avenir de la pisciculture à cause des aménagements hydro-agricoles prédestinant l'espace de façon exclusive à l'agriculture ; la spéculation "poisson" disparaîtra selon lui si l'on y prend garde. D'autre part, il y a certaines plaines naturelles où la pression démographique est telle qu'elle conduit à la surexploitation des stocks et aussi au sous-approvisionnement ; ce qui justifie des techniques d'intensification de la pisciculture. Cependant celles-ci sont difficiles selon lui en dehors des aménagements hydrauliques d'ensemble des bassins du fait que le principal facteur limitant est l'eau.

2.3.2. Pisciculture intensive

PERRCT (1980) justifie l'élevage en cages flottantes, à l'abri de la langue de Barbarie, mais aussi près que possible de l'embouchure, du bar, ou/et de la dorade, en les nourrissant avec

les déchets de poissons du port de pêche, sommairement transformés. Bar et dorade (surtout bar) subissent en effet selon lui assez bien les variations de salinité et sont bien adaptés aux élevages en cages.

2.3.3. Rizipisciculture intensive

BARD (1965) rejette toute idée de rizipisciculture intensive dans le Delta du fleuve Sénégal en évoquant les raisons suivantes. Selon lui, on ne peut effectuer ni mise en charge ni vidanges rationnelles. En outre, la sécheresse du climat la salure de l'eau du Sénégal en saison sèche et la salure de la nappe phréatique dans le Delta ne permettent pas d'envisager l'alimentation en eau de l'établissement de pisciculture qui serait nécessaire pour produire, l'énorme quantité d'alevins requise pour pratiquer une pisciculture simultanément avec la culture du riz à 60 000 alevins par hectare. En effet, il faudrait pour 40 000 hectares, 2,400 milliards (l'alevins de carpe. REIZER (1985) est aussi du même avis mais avec des chiffres différents : 5 000 alevins/ha x 500 000 ha à 80 % de riz = 2 milliards d'alevins ce qui correspond aux normes de VINCKE (1975).

La pisciculture intensive est donc inadaptée dans les espaces globalement aménagés selon REIZER (1974).

D'après BARD (1965) les mêmes raisons évoquées plaident pour l'interdiction de la pisciculture alternante puisque la culture de riz occupe la totalité de la durée de submersion et toutes les disponibilités en eau douce, à l'exception de celles qui sont réservées à la ville de Saint-Louis.

2.3.4. Pisciculture semi-intensive

REIZER (1985) préconise des systèmes intermédiaires de technologies susceptibles d'application immédiate et relativement peu coûteuse pour faire de l'aquaculture en plaine d'inondation fluviale. Il s'agit d'aménager les mares naturelles par endiguement d'une part et contrôle hydraulique par ouvrage d'art d'autre part. L'opération pérennise le plan d'eau, permet de piéger les poissons lors de leur migration latérale fluantes et d'intensifier la production par engraissement direct (distribution de nourriture et d'engrais minéraux) et/ou par élevage d'oiseaux aquatiques ou canards pour la fertilisation organique, culture, sylviculture et élevage bénéficiant aussi de l'opération.

REIZER (1974) considérant l'ensemble comme un tout fonctionnel note trois cas de situations possibles.

+ En prévision de son aménagement intégral pour une maîtrise totale de l'eau, les lits majeurs tel celui du Moyen Sénégal sont divisés en unités naturels d'Équipement (U.N.E.) naturels parce que basées sur le micro-relief local. L'U.N.E. isolée hydrauliquement de son contexte, peut être mise dans une situation de fonctionnement comparable à celle de la mare aménagée et permet le piégeage du poisson en empêchant son retour dans le lit mineur. Ceci en plaçant des chicanes à l'entrée de la nasse à mailles calibrée. Après quoi, un engraissement par intensification de la production résultant de l'allongement de la saison des hautes eaux

qui contribue à l'apport de nourriture exogène par la décomposition de déchets organiques agricoles et forestiers. Il est possible aussi d'améliorer la trophie par :

- distribution directe de nourriture artificielle (difficile pour de telles étendues)

- élevage conjoint de canards

- épandage d'engrais rééquilibrants. C'est en principe la meilleure technique d'intensification

- + les bas-fonds non aménageables à cause de leurs sols trop lourds et de leur topographie peuvent être transformés en grands étangs permanents. Le rendement espéré ici par REIZER (1974) est de l'ordre de 0,200 t/ha/an à 1t/ha/an

- + enfin la pisciculture classique" en U.N.E peut être intégrée aux autres spéculations agricoles en particulier par affectation des espaces convenant moins au riz lesquels seront aménagés en étangs de production piscicole. Le rendement espéré est de 2 à 4t/ha/an.

Pour l'immédiat REIZER (1974) recommande que la spéculation conseillée est la pêche-pisciculture en grands étangs non vidangeables car exigeant moins de frais de formation et permettant une reconversion en douceur des pêcheurs traditionnels.

2.3.5. Essais et résultats acquis en pisciculture

2.3.5.1. Projet de développement de pisciculture intensive en étang au fleuve.

Un projet de développement de pisciculture a été initié dans la région du fleuve pour parer au déficit de la production. Ce projet initié par les autorités sénégalaises et financé par l'USAID (310 000 US \$ entre 1980 et 1983) a reçu l'appui de divers organismes publics et privés (Direction des Eaux et Forêts, la SAED (Direction Méthodes de Développement), le Peace corps).

Les objectifs étaient :

- d'étudier la faisabilité de la pisciculture en zone sahélienne (bassin du fleuve Sénégal),

- de développer la pisciculture en s'appuyant sur les pêcheurs traditionnels du milieu

- de former les pêcheurs et agriculteurs aux techniques de pisciculture et déboucher sur la pisciriziculture dans les aménagements hydro-agricoles sur place.

Réalisations

- La station d'alevinage et de démonstration de Richard-Toll est constituée de 13 étangs (9 de 3 ares, 2 de 2 ares et 2 de 50 ares) construits en 2 étapes : 1980 et 1982.

Cette station devait produire des alevins et du poisson marchand. La production moyenne annuelle a été de 80 000 alevins de Tilapia nilotica (souche Bouaké) de 10 g en 1981 et 1982 sur une superficie de 0,5 ha.

Concernant la production de poisson marchand, l'exemple cité est celui d'un étang de 20 ares ayant produit en 6 mois 263 kg de

poisson marchand (2,6 t/ha/an) et 609 kg d'alevins de 15 g avec une alimentation à base de son de riz (90 % et de farine de poisson (10 %)) (Quoecoefficient nutritif = 1,8).

LAZARD (1984) trouve que seul le taux de conversion obtenu est satisfaisant mais les autres résultats sont très inférieurs à ce qu'on peut attendre raisonnablement dans de telles structures de production. Il a aussi contesté la technique d'élevage consistant à produire des alevins dans les mêmes étangs que le poisson marchand. Il a fait remarquer aussi que des tests sur les *Tilapia* locaux devaient précéder l'importation de *T. nilotica* de Bouaké.

- Une station d'alevinage et de démonstration a été réalisée à Nianga (5 étangs de 3 ares et 4 de 35 ares) achevée en 1984.

- Des aménagements paysans ont été également réalisés en 1.980-81, 44 étangs (5 à 50 ares) construits en milieu villageois à Dagana et Bakel ont été aleviné en même temps que le canal du marigot de Tawey.

Sur la quarantaine d'étangs construits selon LAZARD, une vingtaine a été abandonnée. Les meilleures productions ont été enregistrées sur un étang de Ndiarème (à 3 t/ha/an) et sur un étang de Gaya (à 3,5 t/ha/an) en 1980. En 1982, le premier étang était abandonné et le second ne produisait plus que l'équivalent de quelques centaines de kg/ha/an.

La S.A.E.D. expliquant les écarts est d'avis que les étangs gérés par les coopératives villageoises sont moins bien tenus que les étangs privés.

L'action des 3 organismes d'intervention n'était pas bien coordonnées. Outre cet artefact, le problème majeur de ce projet aura été d'avoir lancé la vulgarisation en milieu villageois avant même de maîtriser les techniques de pisciculture dans les conditions de la vallée du fleuve Sénégal.

LAZARD (1984) conclue que d'une façon générale la pisciculture n'a de chance de se développer que dans les zones où elle est, sur le plan économique, à mesure de concurrencer le poisson en provenance de la mer c'est-à-dire dans la partie orientale du pays.

2.3.5.2. Projet de pisciriziculture

Projet exécuté à Ndiarème dans le périmètre de la SAEC à Dagana par CHOPAK sous l'égide des Corps de la Paix et de l'USAID avec l'appui de la SAED, l'ADRAO, l'ISRA, les Eaux et Forêts, la CSS, et la FAO.

Ce projet était conçu comme une expérience ; il y avait un champ d'essai (un bassin poisson/riz) ; deux champs de riz et un étang. Trois paysans sont encadrés.

Les objectifs

3 objectifs étaient fixés :

- détermination des variations de production entre les champs d'essai et les champs témoins,
- détermination des écarts coûts/avantages entre les champs d'essai et les champs-témoins ;
- orientations et utilisations des techniques et matériels existants et disponibles au niveau du village. La majeure partie

du financement et de la main d'oeuvre a été fournie par les paysans. Leur contribution se chiffre à :

- main-d'oeuvre (100 %)
- financement construction bassin (34 %)
- alimentation complémentaire (100 %)
- matériel de pisciculture (100 %).

Résultats

L'analyse comparée des cultures faite par CHOPAK (1983) révèle que le premier objectif a été atteint parce **que** les niveaux de production lorsque les cultures sont faites séparément ou en même temps sont pratiquement les mêmes.

Les rendements enregistrés au niveau de la pisciriziculture pour ce qui est du riz (4 500 kg/ha) soutiennent la comparaison avec les rendements obtenus dans le périmètre de la SAED à Dagana où se déroulait le projet.

S'agissant de la production de poisson en pisciculture, les rendements obtenus (2 098 kg/ha) peuvent bien aussi se comparer à ceux du projet de pisciculture dans les cuvettes.

3. IMPACTS DES AMENAGEMENTS DU BASSIN DU FLEUVE SENEGAL SUR LA PECHE

L'aménagement du bassin du fleuve Sénégal a nécessité la construction de deux barrages : Diama et Manantali. Les effets de ces barrages sur la pêche ont été étudiés par différents auteurs (REIZER et al., 1972 ; OMVS a, b, et c ; DE GEORGES, 1984 ; REIZER, 1984...).

3.1. LE BARRAGE DE DIAMA

3.1.1. Objectifs du barrage

Le barrage de Diama qui a été construit près du village du même nom, à une vingtaine de km en amont de Saint-Louis a pour fonction :

- d'arrêter la remontée de la langue salée ;
- de créer une réserve d'eau qui permettra l'irrigation en double culture ;
- d'améliorer le remplissage des dépressions que constituent les lacs de Guiers, du R'Kiz et de l'Aftout-es-Sahel (OMVS, 1979).

3.1.2. Impacts de Diama sur le bief aval

En période de crue, les conditions d'avant l'édification du barrage seront pratiquement inchangées.

En saison sèche, la salinité tendra à être supérieure au niveau actuel, et la construction du chenal d'entrée accentuera encore cet effet (OMVS, 1980a). L'intrusion marine étant limitée à Diama par le barrage, tout le bief aval fonctionnera comme un bassin évaporant et on devrait alors assister à une augmentation de la salure vers l'amont pouvant aller jusqu'à une inversion du gradient de la salinité (REIZER, 1984). Des taux de 45 ‰ devraient être atteints. Ceci pourrait entraîner la disparition des poissons et invertébrés dont une partie du cycle de vie nécessite une faible salinité ou de l'eau douce. L'aloise africaine (*Ethmalosa fimbriata*), le crabe (*Callinectes* sp.) et la crevette (*Penaeus drcarum*) pourraient, selon OMVS (1980a et b) et REIZER (1984), être complètement éliminés de la pêche. Selon l'OMVS (1980 a et e) la destruction des stocks halieutiques estuariens causera une perte de 4000 tonnes de poissons.

Le Bas-Sénégal constitue une zone importante de frayères pour la majorité des espèces euryhalines *Ethmalosa*, *Pellonula*, *Tilapia*, *Chrysichthys*, *Cynoglossus*, etc. Après les aménagements, Pellonula

risque de ne plus avoir de zone de frai. Ethmalosa verra disparaître les zones de salinité idéale (5 à 10 ‰. Selon SCHEFFERS et al., (1972)). De mai à juillet ces deux populations souffriront donc de la situation. Il en sera de même pour Chrysichthys et Cynoglossus (REIZER, 1984).

Dans ce bief aval, les espèces adultes tolérantes au sel, comme les Mulets, les Tilapia (ALBARET, 1984, PANDARE et CAPDEVILLE, 1986) et d'autres espèces qui jusqu'alors existaient en très petits nombre dans le fleuve où y étaient inconnues vont prédominer.

La croissance des espèces eurhalines qui vont coloniser cette zone, ne sera certainement pas très affectée pendant une bonne partie de l'année. Ce n'est qu'en fin d'étiage, que la sursalure du bief et la diminution de la surface disponible pourront entraîner une réduction de l'accroissement global.

Pour les poissons d'eau douce, ceux qui traverseront le barrage durant la crue annuelle, pourront être pris au piège lors de la fermeture du barrage et mourir d'intoxication saline durant la saison sèche (USAID/OMVS, 1975). La perte de poisson d'eau douce est évaluée à 1650 tonnes annuelles par REIZER (1984).

3.1.3. Impacts de Diama sur la partie amont

La construction du barrage de Diama augmentera le potentiel de recharge du lac de Guiers, du lac de R'Kiz et de l'Aftout-es-Sahel. L'accroissement du potentiel de recharge du lac de Guiers portera la superficie moyenne à 27 000 ha cela créera de nouveaux habitats aquatiques d'où un accroissement de la biomasse ichthyologique et une augmentation de la récolte annuelle potentielle qui atteindra 2750 tonnes, soit un gain net annuel de 500 tonnes de poisson.

Avec l'amélioration de la recharge du lac R'Kiz, la surface inondée sera en moyenne de 16.000 hectares. Selon les estimations, ce plan d'eau permettra d'avoir un gain de 12000 tonnes de poisson. Concernant l'Aftout-es-Sahel, la superficie inondée sera en moyenne de 50.000 ha après l'amélioration de la recharge ; dans cette région se créera un environnement aquatique stable et les récoltes annuelles devraient atteindre 5000 tonnes de poissons, soit un surplus annuel possible de 5000 tonnes de poissons (OMVS, 1980a).

De plus, le barrage de Diama créera une retenue d'eau douce d'une surface moyenne de 45000 ha selon les estimations (OMVS, 1980e), cette retenue pourra produire une récolte annuelle maximale de 4500 tonnes de poisson. Dans les conditions d'avant l'édification du barrage cette zone était analogue au Delta Supérieur qui fournit en moyenne une récolte de 7500 tonnes/an. Par conséquent, sa production halieutique subira une perte annuelle nette de 3000 tonnes de poisson (OMVS, 1980b). REIZER (1984) ne partage pas cette avis, en effet, il prévoit une augmentation de 1500 tonnes.

Pour le Haut-Delta et la Vallée, on ne doit pas attendre de grandes répercussions néfastes sur les poissons des modifications physico-chimiques causées par Diama, d'abord, parce que durant la première partie de la décrue (décembre, mars), la température inchangée, est le facteur limitant. De plus, en régime naturel,

une partie importante de la biomasse de poissons oligohalins migre vers l'amont de sorte qu'au moment où la température permet la reprise de la croissance, de grandes quantités de poissons sont hors du Haut-Delta et des eaux mixohalines qui auraient pu être plus nutritives. De toute façon, entre le Haut-bassin et la Vallée, aucune différence de croissance n'a jamais été remarquée. Par conséquent, la productivité des deux zones ne sera pas diminuée par la permanence des eaux oligohalines.

Les migrations anadromes de crue sont influencées par la salure pour certaines espèces, et par un facteur intrinsèque aux eaux douces puisqu'elles se constatent même à l'intérieur de celles-ci (REIZER, 1974). Une fraction du peuplement continuera vraisemblablement à migrer vers l'amont, mais une fraction marquera une tendance à demeurer plus sédentaire. Il en résultera une meilleure répartition des biomasses de poisson entre le Haut-Delta et la Vallée, action d'autant plus bénéfique que lors de la crue suivante, certains géniteurs seront en place et pourront se reproduire dans le Haut-Delta au large du lit mineur (REIZER et al., 1972).

Par ailleurs, le barrage de Diama va entraîner un ralentissement de la décrue ou encore un allongement de la durée de la crue, Ceci est un facteur fondamental de la productivité. En effet, cette dernière est sous la dépendance presque exclusive de l'ampleur et de la durée de la crue (REIZER, 1974). Les poissons et plus particulièrement les alevins originaires de la Vallée, ou nés dans le Haut-Delta, auront à leur disposition une plaine inondée de 40.000 ha durant cinq à six mois, dont trois à quatre de saison chaude. La croissance sera donc considérablement augmentée.

La surface naturelle du Haut-Delta peut être estimée à environ 0 n 4 0 Cl 0 "2 a, ne bénéficiant pratiquement pas de plaines inondées surtout depuis les aménagements du Delta sénégalais. Malgré cela, et en raison du charriage annuel qui fait bénéficier cette zone de la biomasse produite par le lit majeur de la Vallée, le Haut-Delta produit annuellement 7.500 tonnes environ de poisson. En considérant cette production en fonction du régime naturel des eaux, de la surface et de la durée d'inondation ; et en tenant compte des nouvelles conditions introduites par le barrage de Diama, on peut espérer le doublement de la production, soit 15.000 tonnes par an (REIZER et al., 1972). L'OMVS (1980 a) ne semble pas avoir pris en compte ce fait dans son bilan.

3.1.4. L'estuaire artificiel. :

Les effets négatifs sur beaucoup d'espèces de poissons estuariennes et les stocks de crevettes roses du barrage de Diama ainsi que la nécessité d'édifier un estuaire artificiel ont été mentionnés dans plusieurs rapports et publications (OMVS, 1980a et b; USAID/OMVS, 1982 ; OMVS, 1983 ; DE GEORGES, 1984 ; OMVS/USAID, 1985 ; GANNETT FLEMING ENVIRONMENTAL ENGINEERS, Inc., 1986, CMVS, 1986...).

Le fonctionnement de Diama perturbera le gradient de salinité dans le fleuve Sénégal, alors que ce gradient fournissait un écosystème estuarien très productif (OMVS, 1980a et 1986). Une bonne partie de l'écologie et l'abondante pêche estuarienne dispa-

raîtront. Cette perte sans être complètement comblée, pourra être fortement atténuée par le détournement des eaux du bassin de retenue de Diama vers la zone du Delta, sur la rive droite du fleuve Sénégal. Grâce à ce détournement, les eaux s'écouleraient sans pompage à travers le Delta et se jetterait de nouveau dans le fleuve en aval du barrage de Diama, créant ainsi de manière artificielle, le gradient de salinité nécessaire au maintien d'un écosystème estuarien. Dans ces conditions, la pêche du Delta pourra continuer à nourrir la population humaine et l'importante colonie d'oiseaux ichtyophages qu'abrite le Delta.

En outre, un détournement vers le Delta effectué au moment opportun, et bien contrôlé fournira l'eau douce essentielle à la consommation humaine et animale, au maraîchage et aux pâturages nécessaires au soutien de l'élevage (GANNET FLEMING ENVIRONMENTAL ENGINEERS, INC, 1986).

3.2. LE BARRAGE DE MANANTALI

3.2.1. Objectifs du barrage

Le barrage de Manantali, construit sur la Bafing, à 90 km au sud-est de Bafoulabé au Mali et à quelques 1200 km en amont de Saint-Louis a pour principaux objectifs (OMVS, 1973, 1980a et b) :

- l'irrigation de 255.000 ha de terre dans la Vallée ;
- la navigabilité du fleuve Sénégal de Saint-Louis à Kayes pendant toute l'année, en assurant un débit de 100 m³/s récupérable dans la zone de l'embouchure pour l'irrigation de 1.20.000 ha complémentaires ;
- la production d'énergie électrique atteignant 800 GWh par an ;
- l'écrêtement des crues millénnales et centennales pour les ramener respectivement aux valeurs des crues centennales et decennales actuelles de manière à protéger les cultures de la Vallée et diminuer le coûts des endiguements ;
- la fourniture pendant une période transitoire d'un débit régularisé de 200 m³/s et d'une crue artificielle annuelle en août-septembre, pendant un mois, pour assurer les conditions optimales pour la pratique de la culture de décrue traditionnelle, en attendant le développement généralisé de la culture irriguée dans toute la Vallée du fleuve Sénégal.

3.2.2. Impacts du barrage de Manantali sur la partie aval

La régularisation interannuelle des crues grâce au barrage de Manantali entraînera une diminution des variations interannuelles de la production halieutique, celle-ci dépendant étroitement du type de crue (REIZER, 1974). Mais du fait du volume stocké et de l'évaporation dans la retenue de Manantali, le volume d'eau rendu à l'aval sera inférieur au volume naturel. Ce qui risque de réduire les potentialités halieutiques (REIZER, 1984).

En cas de crue moyenne, 550.000 ha de plaine sont inondés. L'altération de la crue annuelle après la mise en service du barrage de Manantali réduira l'inondation à 190.000 ha, ce qui risque de causer la perte de 21.600 tonnes de poissons (OMVS,

1980b).

Par ailleurs, la régularisation du régime interannuel diminuera les variations qualitatives et quantitatives interspécifiques. Cependant, il faudra s'attendre à la disparition irrémédiable de certaines espèces par suite de la disparition définitive de leurs biotopes préférentiels (REIZER, 1984).

La création d'une crue artificielle minimale en août est une condition indispensable de survie pour certaines espèces. Le potentiel de reproduction sera affecté par la diminution de la surface des frayères en année de forte hydraulicité, et une augmentation en année de faible hydraulicité.

Le barrage de Manantali aura pour conséquence entre autre d'accélérer la décrue. Ceci n'affectera que très peu la reproduction car elle aura eu en principe le temps de se réaliser en août. Par contre, la croissance sera fortement réduite. Celle-ci dépendant de la disponibilité en nourriture exogène ou en éléments fertilisants, n'est importante que dans le lit majeur inondé. La situation, grave pour les adultes, le sera plus encore pour les alevins, car la durée de la submersion conditionne la survie de certaines espèces (REIZER, 1974). L'accélération prévisible de la décrue doit dès lors être considérée comme défavorable (REIZER, 1984).

Il faut signaler l'effet néfaste que risque d'avoir le réservoir de Manantali sur le bief situé en aval du barrage. En effet, le réservoir de Manantali subira chaque année une stratification thermique entre décembre et février. Pendant cette période les taux d'oxygène au fond seront extrêmement faibles et de l'acide sulfhydrique qui est toxique pour la vie aquatique pourrait s'accumuler. Pendant la période de stratification, les lâchures d'eaux de profondeur prévues à partir du réservoir de Manantali auront pour effet de réduire les concentrations d'oxygène dissous et de faire apparaître de l'acide sulfhydrique dans la rivière Bafing sur environ sept kilomètres en aval du barrage de Manantali. Il en résultera des pertes de production halieutique dans ce tronçon du fleuve. Entre décembre et janvier les eaux du réservoir seront destratifiées, ce qui diminuera le niveau d'acide sulfhydrique (OMVS, 1980b).

Par ailleurs, Manantali empêchera les limons charriés par le Bafing (pas moins de 530.000 tonnes) d'atteindre la partie située en aval du barrage. Ce facteur agira négativement sur la productivité des eaux (ENGELARD et al., 1987).

3.2.3. Impacts du barrage de Manantali sur la partie amont

Avec la mise en service de Manantali sera créée une zone endiguée de 45.000 à 50.000 ha. En considérant que la nouvelle retenue produira une récolte de 80 kg de poisson par ha et par an, on peut espérer une production halieutique annuelle de 4000 tonnes par an. Mais comme les substances nutritives s'incrustent dans la boue de fond et que la retenue d'eau aura des caractéristiques mésotrophiques, la récolte annuelle descendra à environ 60 kg/ha/an, soit 3000 tonnes de poisson destinées à la consommation. Les espèces prédominantes dans la pêche commerciale nouvellement créée devraient être les divers Cichlidae, notamment les *Tilapia* et

Sarotherodon. (OMVS, 1980b).

3.3. IMPACTS DES AMENAGEMENTS AGRICOLES SUR LA PECHE

Le programme de l'OMVS prévoit une profonde modification de l'agriculture traditionnelle qui se pratique actuellement sous forme de cultures de décrue (sur les terres inondées par les crues du fleuve) et de cultures pluviales (sur les sols de diéri). La forte diminution des surfaces inondées par suite de la régularisation des débits du fleuve diminuera considérablement les terres consacrées aux cultures de décrue, lesquelles seront aménagées en périmètres irrigués (OMVS, 1980a).

Les cultures de décrue ne modifient qu'assez peu le processus naturel d'inondation de la Vallée. L'extension à la surface totale cultivable des procédés de décrue affecterait donc vraisemblablement assez peu le potentiel halieutique, aucune modification autre que le labour n'étant apportée au terrain avant inondation. Il en va autrement pour la culture irriguée où l'eau n'est admise sur les sols inondés qu'en fonction des besoins de la culture en place, qui ne sont pas nécessairement ceux de l'Ichtyofaune.

Ceci est d'autant plus important que la productivité des eaux du fleuve dépend en très grande partie voire, en totalité, des sources exogènes disponibles d'enrichissement ou de nourriture qui ne peuvent être, trouvées que dans le lit majeur durant la période d'inondation (REIZER et al., 1972). Selon REIZER (1984); chaque hectare inondable soustrait à l'épandage naturel de la crue est cause d'une perte en poisson évaluée à 60 kg par an en Afrique occidentale. Ce qui veut dire qu'au terme de l'aménagement du Sénégal Moyen 500.000 ha auront été endigués, 30.000 tonnes de poisson perdues. Ainsi disparaîtront emplois qualifiés, revenus spécialisés, production de protéines de qualité, et cela de façon insidieuse, imperceptible car très progressive.

En outre, les déchets des produits chimiques agricoles (engrais, pesticides, herbicides) pourraient polluer le fleuve et les marigots, et alors entrer dans la chaîne trophique des poissons, des oiseaux ichtyophages et des hommes (USAID/OMVS, 1975).

3.4. IMPACTS DES AMENAGEMENTS LIES A LA NAVIGATION

Parmi les travaux liés à l'aménagement de la voie navigables, deux d'entre eux risquent d'avoir des effets importants sur la production halieutique :

- le décrotage ou dragage des seuils selon leur nature ;
- la construction du chenal navigable de la partie terminale du cours inférieur.

Selon REIZER (1974), les seuils, quel que soit leur hauteur, agissent comme un "frein" aux migrations des poissons : les seuils surmontés d'une lame d'eau inférieure à 40 cm arrêtent une grande partie des poissons (Ex. : seuil de Cas-Cas) ; les seuils qui affleurent ne sont que très rarement, voire jamais franchis (Ex. : seuil de Diouldé-Diabé).

Le décrotage et le dragage des seuils contribueront donc à l'homogénéisation écolimnologique de la Vallée en faisant dispa-

raître des entraves à la migration.

Par ailleurs, la disparition de ces biotopes particuliers qu'étaient les hauts fonds sous lame d'eau peu épaisse affectera de s espèces vivant préférentiellement en ces lieux : c'est le cas en particulier de Barilius niloticus et Barilius senegalensis (REIZER, 1984).

La construction du chenal navigable de la partie terminale du cours inférieur accentuera, les effets néfastes de l'augmentation de la salinité due au barrage de Diama sur les espèces estuariennes dont le cycle de vie nécessite de l'eau douce.

3.5. QUELQUES CONSIDERATIONS SUR L'ENSEMBLE DES AMENAGEMENTS DU BASSIN DU FLEUVE SENEGAL

DU point de vue de la diversité spécifique, beaucoup d'espèces risquent de disparaître ou d'être fortement affectées par les aménagements hydro-agricoles. Nous reprenons ici le tableau de DE GEORGES (1984) des principales espèces menacées par les aménagements.

Les bilans dressés sur les effets des aménagements du bassin du fleuve Sénégal sur la pêche par différents auteurs sont fort contradictoires.

Selon REIZER et al. (1972) "l'aménagement d'ensemble du Bassin du fleuve Sénégal aura pour conséquence vraisemblablement, une augmentation de la production moyenne générale du bassin mais la répartition géographique sera modifiée et très inégale. La Vallée et la République du Sénégal étant particulièrement défavorisés tandis que le Haut-Bassin et le Mali apparaissent comme bénéficiaires de l'opération".

Nous donnons ici le tableau bilan de REIZER (1984)

Zones/pays	Après Aménagement				Avt. Aménagement	Bilan
	Mali	Mauritanie	Sénégal	Totaux		
Haut-Bassin	11200		700	11900	0	+ 11900
Vallée		2700	5300	8000	20050	- 12050
Haut-Delta		4000	4200	8200	5800	+ 2400
Bas-Delta			2300	2300		- 2000
Totaux :						
ap. aménag.	11200	6700	12500	30400		
av. aménag.	0	8250			30150	+ 250
Bilan	+11200	- 1550	- 9400	+ 250		

Tableau XI : Bilan global des aménagements sur la pêche par zone et par pays (en tonnes).

D'après REIZER (1984), "Le Bilan global est nul. L'opération est intéressante pour le Haut-bassin qui gagne près de 12.000 tonnes (REIZER avait prévu trois retenues dans le Haut-Bassin alors qu'en fait une seule a été réalisée), positive pour le Haut-Delta (+ 2400 tonnes), défavorable pour la Vallée (-12.050 tonnes) et le Bas-Delta (-2000 tonnes). Sur le plan des pays, le Mali bénéficie le plus de l'opération (+ 11.200 tonnes ; la Mauritanie perd + 1.500 tonnes ; et le Sénégal plus de 9.000 tonnes. On assiste, en définitive à une modification radicale de la répartition géographique de la production : ce qui est perdu en aval dans la plaine inondée sera retrouvé en amont dans les barrages".

Pour DENNEVILLE et JAMET (1982) "Le bilan est positif : + 1.000 pour le Bassin. L'aménagement sera particulièrement intéressant pour 'La Haut-bassin (+13.000 tonnes), aura un effet nul pour le Haut-Delta mais se montrera très défavorable pour la Vallée (-8000 tonnes) et le Bas-Delta (-2000 tonnes) qui perdent la moitié de leur potentialité actuel. Sur le plan des effets par pays, le bilan sera positif pour le Mali (+13.000 tonnes), nul pour la Mauritanie et très négatif pour le Sénégal (- 9000 t).

Nous présentons ici le tableau-bilan de DENNEVILLE et JAMET (1982)

	1=potentiel avant aménage- ment "normal"	2=potentiel après Diana (1985)		3=potentiel après aménage Ht Bassin (1990-2000)		4=potentiel après aménagement plaine (2020)	
		T	Bilan 2/1	T	Bilan 3/1	T	Bilan 4/1
Haut Bassin	-			13000 (1)	+ 13000	13000	+ 13000
Haut Delta	16000	16000	0	12500	- 500	8000	- 8000
Mali Delta	16000	20000	+ 10000	16500	+ 6500	10000	0
Bas Delta	4000	2000	- 2000	2000	- 2000	2000	- 2000
Totaux	30000	38000	+ 8000	44000	+ 14000	33000	+ 3000

Tableau XII.- Devenir du potentiel du fleuve à la suite des aménagements.

Quant à l'OMVS (1980a, b et e), elle prévoit un bilan négatif comme le montre le tableau suivant.

Année	Tonnes de poisson par an							Total	% de perte par rapport à la production halieutique (52 755 t.) de 1978
	Lac de Guiers	Lac R'Kiz	Aftout es Sahel	Réservoir de Diana	En aval du Barrage de Diana	Réservoir de Manantali	Plaine d'in- ondation		
1978	-	-	-	-	-	-	-	-	
1986	+ 500	+ 1 200	+ 5 000	- 3 000	- 4 000	-	- 1 200	- 1 500	3
1987	+ 500	+ 1 200	+ 5 000	- 3 000	- 4 000	+ 4 000	- 12 600	- 8 900	17
2002	+ 500	+ 1 200	+ 5 000	- 3 000	- 4 000	+ 3 000	- 13 800	- 11 100	21
2003	+ 500	+ 1 200	+ 5 000	- 3 000	- 4 000	+ 3 000	- 19 200	- 16 500	30
2028	+ 500	+ 1 200	+ 5 000	- 3 000	- 4 000	+ 3 000	- 21 600	- 18 900	36

Tableau XIII.- Gains et pertes nets de poisson dans le Bassin du Fleuve Sénégal aux différents niveaux de développement prévus, pour une hypothèse de crue moyenne.

Dans le tableau suivant nous essayons de synthétiser les avis de plusieurs auteurs sur les effets des aménagements du bassin du fleuve Sénégal.

Auteurs	REIZER et al. (1972)	REIZER 1984	DENNEVILLE et JAMET, 1982	OMVS, 1980
Zones ou pays				
Haut-Bassin	t	+	t	+
Vallée				
Haut-Delta	t	+	0	
Bas-Delta				
TOTAL	t	0	+	
Sénégal				
Mauritanie			0	+
Mali	+	+	+	t

Tableau XIV.- Effets des aménagements du Bassin du fleuve Sénégal : synthèse

+ : signifie effet positif
- : " " négatif
0: " " nul

Il apparaît que pour tous ces auteurs, les aménagements auront des effets positifs dans le Haut-Bassin et au Mali pour les

pays. L'impact négatif sur la Vallée, le Bas-Delta et la République du Sénégal fait également l'unanimité.

Sans prendre position nous pensons que l'étude de l'OMVS (1980a, b et c) par son approche systémique mérite une attention toute particulière. Aussi donnons nous ici le Tableau des impacts sur la pêche des aménagements de l'OMVS (1980a)(tabl. xv).

En ce qui concerne l'environnement anthropique, les conséquences des aménagements sur la pêche est un gain d'emplois dans le Haut-Bassin et une perte en aval. Selon REIZER (1984) , les aménagistes se trouveront confrontés à une alternative.

- Transférer les pêcheurs qualifiés de l'aval vers l'amont ; ce qui n'est pas à conseiller.

- Transformer des pêcheurs en agriculteurs en aval et des agriculteurs en pêcheurs en amont.

Sur le plan nutritionnel, la réduction des stocks ichthyocoles de l'estuaire et la perte d'importants sites de reproduction dans les plaines d'inondations de la Moyenne-Vallée diminueront la disponibilité en poisson d'eau douce, ce qui pourrait avoir un effet négatif sur la nutrition. Cet effet pourra être plus ou moins compensé par une augmentation de la production des cultures irriguées. Quant au réservoir de Manantali, sa production halieutique aura un impact positif sur la nutrition des communautés du Haut-Bassin.

Par ailleurs, l'augmentation des revenus familiaux grâce à l'expansion de l'agriculture irriguée permettra une amélioration qualitative de la ration alimentaire (OMVS, 1980a).

4 . I M P A C T D E L A P E C H E C O N T I N E N T A L E E T P L A N D E D E V E L O P P E M E N T D U M A L I , M A U R I T A N I E , S E N E G A L

4.1. LE MALI

Le plus grand producteur de pêche continentale des pays du sahel (110.000 t environ). Il exporte 25 % de sa production en Côte d'Ivoire, au Burkina Faso et au Ghana.

Le potentiel de pêche pourrait atteindre après aménagement quelque 193.000 t selon M. DANEAU (1983). De nombreux projets sont en cours ou en démarrage dont deux sont particulièrement importants :

- le projet d'opération pêche de Mopti
- le projet de développement des activités du laboratoire d'hydrobiologie.

Le bilan-programme du secteur de la pêche au Mali identifie 3 grands projets :

- le projet de développement de la pêche dans le delta central du Niger et la région du lac
- le projet d'évaluation du stock et étude de la dynamique des populations de poissons dans le Niger et le Bani
- mise en place de magasins d'alimentation pour pêcheurs (idée de projet). Les deux premiers sont évalués à quelques 10 millions de \$ US.

4.2. LA MAURITANIE

Dans le IVème plan de développement des pêches, les infrastructures portuaires et terrestres à Nouadhibou et à Nouakchott mobilisent plus de 75 % du budget de l'Etat. Ceci exclut les investissements escomptés des sociétés mixtes à Nouadhibou ainsi que le port de pêche industrielle et artisanale prévu à Nouakchott.

C'est la pêche artisanale et semi-industrielle maritime qui vient en deuxième lieu avec près de 10 % du budget.

La pêche continentale n'apparaît pas de façon claire et précise dans le IVème plan budgétaire des pêches. Le bilan-programme du secteur de la pêche continentale (CILSS-Club du Sahel) évalue à près d'un million de dollars US les projets à réaliser dans ce secteur : Inventaire des ressources et évaluation des possibilités d'aquaculture sur le fleuve Sénégal, et création d'une antenne de la Direction des pêches sur le fleuve Sénégal.

4.2.1. Organisation administrative de la pêche

Les pêches continentale et maritime ont été regroupées en 1972 dans un seul service des pêches rattaché au Haut Commissariat à L'Industrialisation et aux Mines. La pêche continentale n'est pas structurée et est dépourvue d'encadrement administrative.

4.2.2. Recherche

Jusqu'à une date récente seule la pêche maritime faisait l'objet de programme de recherche.

4.3. LE SENEGAL

7 % du budget des pêches du plan (VIème) est alloué à des fins piscicoles d'ensemencement, de formation de recherche et de développement de la pêche proprement dite (DANEAU, 1983).

La Direction des Eaux, Forêts et Chasses a identifié six projets prioritaires dont certains ont été retenus à la suite de missions particulières. Ces projets se regroupent en 4 séries : un projet de recherche, deux projets de pisciculture extensive, deux projets de pisciculture semi-intensive et un projet de recherche-développement.

4.3.1. Projet de recherche

Ce projet vise une contribution à l'étude biologique des crevettes du genre Macrobrachium au lac de Guiers et dans le Delta du fleuve Sénégal. L'objectif est de maîtriser les paramètres biologiques de l'espèce (croissance, migration, reproduction, alimentation etc...) en vue d'un élevage artificiel ou l'exploitation par pêche.

4.3.2. Projet de recherche-développement

C'est un projet d'aquaculture intensive en cage flottante de Tilapia nilotica dans la vallée du fleuve Sénégal. Ce projet comportera une phase de recherche (tester la croissance de Tilapia nilotica avec plusieurs formules alimentaires à base de sous-produits agricoles locaux), de sensibilisation et de vulgarisation.

4.3.3. Projets de pisciculture semi-intensive

- Un volet de pisciculture semi-intensive est prévu dans le projet d'aménagement hydro-agricole dans le département de Matam, phase III.

Ce projet vise à démontrer la faisabilité technique, humaine et économique de la pisciculture intégrée aux aménagements hydro-agricoles du département de Matam. Les exploitations piscicoles seront gérées individuellement mais regroupées sur le même site (groupement d'intérêt économique) et profitant de certaines prestations communes.

- Un deuxième projet intitulé Projet de Développement de la

pisciculture dans le bassin du fleuve Sénégal est retenu. Il s'agit de relancer la station de Richard-Tell, d'assister les pisciculteurs par la fourniture d'alevins, de former les pêcheurs et agriculteurs aux techniques de piscicultures notamment dans le cadre d'aménagements hydro-agricoles.

4.3.4. Projets de pisciculture extensive

- Projet d'aménagement des mares temporaires ou semi-permanentes. Il s'agit de réaliser des ouvrages de régulation en aménageant des dispositifs à clapet.

- Projet de développement de l'aquaculture des mullets et aménagement piscicole du barrage de Maka-Diama. Ce projet veut tester deux espèces de mullet *Mugil cephalus* et *Liza vanada*. Il est envisagé la construction de bassins d'adaptation, de bassin d'élevage extensif, d'une plate forme flottante et mobile chargée de la capture des juvéniles dont la migration est stoppées au pied du barrage de Diama.

B I B L I O G R A P H I E

- ALBARET (J.J.), 1984.- Premières observations sur la faune ichtyologique de la Casamance . Doc. Scient. CRODT, 131, 22 p.
- ALEXANDER GIBBS & PARTNERS, 1986.- Etude de la gestion des ouvrages communs de l'OMVS. Rapport phase 1. Vol 1.c. Analyse de la situation actuelle. Annexe A-D. Electricité de France international, Euro consult. OMVS, 213 p.
- ANDRU (J.), 1966.- Etudes des pâturages naturels et des problèmes pastoraux dans le Delta du Sénégal. Définition d'une politique d'élevage. Etude agrostologique n°15. IEMVT et INEMV. Maisons-Alfort et Dakar-Hann.
- ANONYME, 1956 - La pêche fluviale. 1ère partie : généralités sur la pêche fluviale dans la vallée du Fleuve Sénégal. Rapport Service des Eaux et Forêts. Inspection forestière du Fleuve, 36 p.
- ANONYME, 1968.- Rapport d'activités 1968.C.T.F.T. Richard-Toll, 114p.
- ANONYME, 1972.- Rapport annuel 1971. Les recherches sur les pêches continentales. NOGENT-sur-MARNE.C.T.F.T., 41 p.
- ANONYME, 1986 a.- La pêche continentale et la pisciculture. Bilan-Diagnostic et développement.Direction des Eaux, Forêts et Chasses, Dakar, 21 p.
- ANONYME, 1986 b.- Rapport annuel du Service régional des Eaux, Forêts et Chasses de Saint-Louis.Ministère de la Protection de la Nature Dakar . Rapport annuel, 104 p.
- AUSSEIL-BADIE (J.), 1983.- Distribution écologique des foraminifères de l'estuaire et de la mangrove du Fleuve Sénégal. Arch. Sci. Genève, 36 (3) : 437-450.
- AUSSEIL-BADIE (J.) et MONTEILLET (J.), 1985.- Incidences des variations climatiques récentes enregistrées par la microfaune et la malacofaune des estuaires du Sénégal et du Saloum. Océanogr. trop. 20 (2) : 93-194.
- BARD (J.), 1965.- Aménagement piscicole dans le Delta du Fleuve Sénégal.C.T.F.T., 56 p.
- BENEFICE (E.), SIMONDON (F.), CHEVASSUS-AGNES (S.) & NDIAYE (A.M.), 1986.- Etude de nutrition dans la Moyenne Vallée du Sénégal. 1. Evolution de la consommation alimentaire depuis 1958 et structure actuelle de la ration. Bull. Soc. Path. Ex., 78 : 110-118.

- BENEFICE (E.), CHEVASSUS-AGNES (S.), SIMONDON (F.) & NDIAYE (A.M.), 1986.- aménagements agricoles et aspects nutritionnels : étude de populations rurales du Ferlo et de la Moyenne Vallée du fleuve Sénégal. Colloque INSERM, D. LEMO NNIER et Y. INGENBLEEK (Edits.), vol. 136 : 531-538.
- BEZIUKOV (K.I.), 1970.- Recommandation pour l'aménagement des conditions de navigation sur le Fleuve Sénégal. Tome II. OERS, 30 p.
- BEZIUKOV (K.I.), 1971 a.- Recommandation pour l'aménagement des conditions de navigation sur le Fleuve Sénégal. Tome 1 . OERS, 49p.
- BEZIUKOV (K.I.), 1971 b.- Recommandation pour l'aménagement des conditions de navigation sur le Fleuve Sénégal. Tome 2. OERS, 60 p.
- BLACHE (J.), 1964.- les poissons du bassin du Tchad et du bassin adjacent du Moyo Kebbi. Etude systématique et biologique. Mém. ORSTOM, 4 (2) : 483p.
- BLACHE (J.), CADENAT (J.) and STAUCH (A.), 1970.- Clés de détermination des poissons de mer signalés dans l'Atlantique Oriental. Faune Trop. XIII, ORSTOM, Paris, 479p.
- BOULANGER (M.), 1909-1916.- Catalogue of the fresh water fishes of Africa in the British Museum. London, 4 vol. ; XI+373p., 270 fig.; XII+529p., 382 fig.; XI+526p., 351 fig.; XXVII+392p., 195 fig.
- CAMUS (M.), DANUC (H.), PERERA BARRETO (S.) et ROCHETTE (C.), 1968.- Monographie hydrologique du Fleuve Sénégal. ORSTOM-MAS , Tome 1 à 9, multigr.
- CANTRELLE (P.) et LAURENT (C.), 1961.- Le poisson de fleuve dans l'Ouest africain. Ministère de la Coopération. INSEE. - Service de la Coopération Paris, 69p.
- CHERRET (I.), 1960.- La Vallée du Sénégal. MAS Saint-Louis, 102 p.
- CHEVALIER (A.), 1938.- Flore vivante de l'Afrique Occidentale française. Paris, Muséum national d'Histoire naturelle. Tome 1, 360 p., 51 fig., 1 carte.
- CHC PAK (C.J.), 1983.- Rapport final sur la première campagne de pisciriziculture des paysans de Ndiarème dans le périmètre de la SAED de Dagana . USAID/SAED, 35 p.
- COGELS (F.X.), 1984.- Etude limnologique d'un lac sahélien : le Lac de Guiers (Sénégal). Thèse Doctorale, Fondation Universitaire Luxembourgeoise, Arlon Belgique, 329 p.

- COGELS (F.X.) et GAC (J.Y.), 1982.- Le Lac de Guiers : Fonctionnement, Bilans hydriques- Evaporation d'une nappe d'eau libre en zone sahélienne (Sénégal). Cah. ORSTOM sér. Géol. Vol xII, n° 1 : 41 - 60.
- COGELS (F.X.) et GAC (J.Y.), 1983a .- La chlorinité des eaux du Lac de Guiers - Bilan quantitatif et perspectives. In: Actes du Colloque sur le Lac de Guiers ISE . A. T.BA et col 1. (Edits.) : 41-58.
- COGELS (F.X.) et GAC (J.Y.), 1983b.- Aménagement et évolution hydrogéochimique du Lac de Guiers au Sénégal depuis 1976. Actes du colloque de l'AUPELF, " Barrages en terre et développement des zones rurales en Afrique" 11 - 16 avril 1983, Thiès (Sénégal), 18 p.
- COGELS (F.X.) et GAC (J.Y.), 1986a.- Etude chimique des eaux du Lac de Guiers (Sénégal) et de leur évolution annuelle. Approche des mécanismes de la régulation hydrogéochimique. Géodynamique, 1 (2) : 121-134.
- COGELS (F.X.) et GAC (J.Y.), 1986b.- Evolution spatio-temporelle de la physico-chimie des eaux du Lac de Guiers (Sénégal). Géodynamique (sous presse).
- COLEMAN (J.M.) et WRIGHT (L.D.), 1975.- Modern rivers deltas : variability of processes and sand bodies. In: deltas M.L.BROUSSARD (Edit.). Houston Geological Society: 99-149.
- COSTELLO (T.J.) and ALLEN (D.M.), 1966.- Migration and géographique distribution of pink shrimp, Penaeus duorarum of the Tortugas and Sanibel grounds, Florida. Fish.Bull.USFWS., 65 (2): 449-59.
- CROSNIER (A.) et DE BONDY (E.), 1967.- Les crevettes commercialisables de la côte ouest de l'Afrique intertropicale. In: Doc. Tech. ORSTOM, 7, 66p.
- CTFT, 1975.- Rapport annuel 1974. Les recherches sur les pêches continentales au CTFT, Nogent-sur-Marne.
- CUMMINGS (W.C.), 1961.- Maturation and spawning of the pink shrimp Penaeus duorarum (Burk.). Trans. Fish. soc. , 90 (4): 462-468.
- DAGET (J.), 1954.- Les poissons du Niger supérieur. Mémoire IFAN n° 33, 391 p.
- DAGET (J.) , 1957.- Mémoire sur la biologie des poissons du Niger Moyen. III: Reproduction et croissance d'Heterotis niloticus Ehrenberg. Bull. IFAN, 19A (1): 295-323.
- DAGET (J.), 1962.- Les poissons du Fouta Djallon et de la Basse Guinée. Mémoire IFAN n° 65.

- DAGET (J.) et ILTIS (A.), 1965.- Poissons de Cote d'Ivoire (eaux douces et saumâtres), Mém. IFAN., 74, 399p.
- DANEAU (M.), 1983.- Nécessité du développement des pêches dans les pays du sahel, CILSS/OCDE, SAHEL D (83) 239, 24 p.
- DE BONDY (E.), 1968.- Observations sur la biologie de Penaeus duorarum au Sénégal. Doc. Sc. CRODT., 16, 50 p.
- DE GEORGES (A.), 1984.- The faisability of an artificial estuary to promote the integrated management of renewable natural ressources and the maintenance of their traditional exploitation in the Bas-Delta, Mauritania, 37 p.
- DEWNEVILLE (J.) et JAMET (J.), 1982a.- Bilan programme du secteur de la pêche continentale. CILSS/FAO. 124 p.
- DENNEVILLE (J.) et JAMET (J.), 1982 b.- Bilan programme du secteur de la pêche continentale sahélienne (Gambie, Haute Volta, Mali, Mauritanie, Niger, Sénégal). CILSS/FAO, 63 p.
- DEKKER (G.) , 1963.- Rapport sur la navigabilité du fleuve Sénégal et les problèmes connexes. Addis Abeba, Commission économique pour l'Afrique des Nations Unies, 30p.
- DIA (A.), 1983.- Le phytoplancton du lac de Guiers: approche qualitative et quantitative. In: Le Lac de Guiers problématique d'environnement et de développement. Actes du séminaire ISE du 9-11 mai 1983 à Dakar, A.T. BA et coll. (Edits) : 121-132.
- DIA (A.) et REYNAUD (P.A.) , 1982.- Le phytoplancton du Lac de Guiers : Approche qualitative et quantitative. Cah. ORSTOM sér. Biol. n°45 : 35-47.
- DIAW (M.C.), 1985.- Formes d'exploitation du milieu communautés humaines et rapports de production : Première approche dans l'étude des systèmes de production et de distribution dans le secteur de la pêche en Casamance. Doc. Sci. CRODT, n°104, 167p.
- DUBOIS (J.) , 1955.- Les sols du Delta du Sénégal. Bull. M.A.S., 77p.
- DOBKIN (S.), 1961.- Early developmental stages of pink shrimp Penaeus duorarum, from Florida waters U.S. Fish. Wild. Serv. Fish. Bull., 61 (190): 359-349.
- ELDRED (B.), INGLE (R.M.), WOOD BRUN (K.D.), HUTTON (R.F.) and JONES (H.), 1961.- Biological observations on the commercial shrimp, Penaeus duorarum Burkenroad, in Florida waters. Fla- State Bd. conser. Prof. Pap. ser. 3, 139 p.
- ENGELARD (P.) , BEN ABDALLAH (T.) et collaborateurs, 1987.- Enjeux de l'après barrage. ENDA/Ministère de la Coopération France, 632p.

- EWALD (J.J.), 1965.- The laboratory rearing of pink shrimp, Penaeus duorarum, Burkenroad. Bull. Mar. Sci., 15 (2): 436-449.
- FAO, 1976.- Développement de la recherche agricole dans le bassin du Fleuve Sénégal. OMVS Agrométéorologie, DA RIJKS FAO; AGP : ST/ REG.114.. Rapport technique 2 Rome, 171 p.
- FAO, 1977.- Rapport du groupe de travail ad hoc sur l'exploitation de la crevette Penaeus duorarum notialis du secteur Mauritanie-Liberia. COPACE/PACE, sér. 77/5 (F), 85p.
- FRECAULT (R.), 1982.- Eléments d'hydrologie et de dynamique fluviale. I. Hydrologie et dynamique fluviale des régions chaudes et humides des basses latitudes. Université Nancy II (Edit.), 147p.
- GAC (J.Y.), 1987.- L'évolution du Lac de Guiers (Sénégal) les barrages de Rheune et de Diama : deux opportunités. ORSTOM HANN, 24 p.
- GAC (J.Y.), CARN (M.) et BAMBA (B.S.), 1985.- Etude préliminaire de la physico-chimie des eaux interstitielles des sédiments du lac de Guiers (Sénégal). Rapp. ORSTOM, Centre Dakar, 48p.
- GAC (J.Y.), CARN (M.) et SAOS (J.L.), 1986a.- L'invasion marine dans la Basse Vallée du Fleuve Sénégal. 1. Période 1903-1980. Rev. Hydrobiol. trop., 19 (1) : 3 - 17.
- GAC (J.Y.), CARN (M.) et SAOS (J.L.), 1986b.- L'invasion marine dans la Basse Vallée du Fleuve Sénégal. II. Période 1980-1983. : Proposition d'un nouveau modèle d'intrusion continentale des eaux océaniques. Rev. Hydrobiol. trop., 19 (2) : 93-108.
- GAC (J.Y) et COGELS (F.X.), 1986a.- Le Lac de Guiers: paramètres du milieu actuel et évaluation des répercussions de l'aménagement de la Vallée du Fleuve Sénégal. Water Quality Bulletin, XI,2 : 82-87.
- GAC (J-Y.) et COGELS (F.X.), 1986b.- Le lac de Guiers : l'environnement actuel et essais d'évaluation des effets futures des aménagements de la Vallée du fleuve Sénégal. Bull. Water Quality, Ottawa (Canada), XI, 2 : 82-87.
- GAC (J.Y.) et FAURE (H.), 1987.- Le vrai retour à l'humidité au Sahel est-il pour demain ? C.R. Acad. Sci. Paris, t. 305, sér. II : 777-781.
- GAC (J.Y.), KANE (A.), 1986a.- Le Fleuve Sénégal : I. Bilan hydrologique et flux continentaux de matières particulières à l'embouchure. Sciences Géol. Bull., 39 (1) : 99-130.
- GAC (J.Y.), KANE (A.), 1986b.- Le Fleuve Sénégal : II. Flux continentaux de matières dissoutes à l'embouchure. Sciences Géol. Bull., 39 (1) : 203-227.

- GANNET FLEMING ENVIRONMENTAL ENGINEERS, Inc., 1986.- Etude de factibilité pour la création d'un estuaire artificiel dans le Delta mauritanien. Rapport final. USAID (pagination non continue).
- GARCIA (S.), 1972.- Biologie de Penaeus duorarum en cote d'Ivoire : ponte et migration. Doc. Sci. Cent. Rech. Océanogr. Abidjan, 3 (1) : 19-45.
- GARCIA (S.), 1976.- Biologie et dynamique des populations de crevettes roses (Penaeus duorarum notialis Perez-Farfante, 1967) en Cote d'Ivoire Trav. Doc. ORSTOM., 79 : 271p.
- GARCIA (S.) et LHOMME (F.), 1977.- L'exploitation de la crevette blanche (Penaeus duorarum notialis) au Sénégal. Historique des pêcheries en mer et en fleuve, évaluation des potentiels de captures. In: Rapport du groupe de travail ad hoc sur l'exploitation de la crevette (Penaeus duorarum notialis) du secteur Mauritanie-Libéria. COPACE/PACE sér.77/5 : 17-40.
- GARCIA (S.) et LE RESTE (L.), 1981.- Cycles vitaux, dynamique, exploitation et aménagement des stocks de crevettes Penaeus côtiers. FAO-Rome, Doc. Tech. Pêche. 203, 210 p.
- GERSAR/SONADER, 1980.- Schéma directeur des aménagements hydro-agricoles dans la Vallée du Sénégal. Rive droite en Mauritanie. GERSAR/SONADER.
- GUIGHEN (N.) et LERIQUE (J.), 1977.- Note sur l'étalonnage du Sénégal à Bakel à la suite des campagnes de mesures de 1974 à 1975. Rapp. ORSTOM, 38 p.
- GULLAND (J.A.), 1969.- Manuel des méthodes d'évaluation des stocks d'animaux aquatiques. I. Analyse des populations, FAO. Man. Fish. Sci. FRS/M4, 160p.
- HAMADOU (A.) et SEYE (B.), 1976.- Hydrologie du Fleuve Sénégal de Bakel à Saint-Louis. OMVS, 100 p.
- HENRY (Y.), 1918.- Irrigation et cultures irriguées en Afrique tropicale. Paris, Larose, 296 p.
- HOESTLAND (H.), 1966.- Premières recherches sur le cycle biologique de Penaeus duorarum Burkenroad, 1939 en Afrique Occidentale (Dahomey). Mém. IFAN, 77 : 477-498.
- HOESTLANDT (H.), 1969.- Recherches sur le cycle biologique de la crevette Penaeus duorarum Burkenroad 1939 en Afrique Occidentale (Dahomey). FAO. Fish. Rep. 57 (3) : 687-708.
- HOPSON (A.J.), 1972.- A study of the Nile perche (Lates niloticus) (L.), Pices : Centropomidae in lake Chad. Her Majesty's stationary Office. London.

- ICOLLE (M.) , GAC (J.Y.), MONTEILLET (J.) et FAURE (H.), 1982.- Marqueurs biogéochimiques d'aridité dans l'estuaire du Sénégal et :Le Manga nigérien. Bull. Assoc. Géogr. Franc. 62-64.
- IVERSEN (E.S.) and JONES (A.C.), 1981.- Growth and migration of the tortugas pink shrimp, Penaeus duorarum and changes in catch per unit of effort of the fishery. Fla. State
- JONES (R.), 1976.- The use of marking data in fish population analysis. FAO FIRST/T 153, 42 p.
- JUTON (M.), 1971.- Le régime hydrologique du Fleuve Sénégal (dans la Vallée) de 1965 à 1972. E.H.-A.B.F.S., Multigr.
- JUTON (M.), 1972.- Rapport technique de fin de mission d'étude hydroagricole du Bassin du Fleuve Sénégal. Multigr.
- KANE (A.), 1985.- Le Bassin du Fleuve Sénégal à l'embouchure. Flux continentaux dissous et particulaires. Invasion marine. Thèse Doctorat de 3ème cycle de Géographie physique. Univ. Nancy II, 205 p.
- KATAN (Z.) , GAC (J.Y.) et PROBST (J.L.), 1986.- Suspended sediment load and mechanical erosion in the Senegal basin. Estimation of the surface run off concentration and relative contributions of channel and slope erosion. Journal of hydrology (Ed. Elsevier), 23 p (sous presse).
- LAZARD (J.), 1984.- Rapport de mission, C.T.F.T, Oct. 1984.
- KIMPE (D.P.), and MICHA (J.C.), 1974.- First guidelines for the culture of clarias lazera in central Africa. Aquaculture 4 : 227-248
- LE RESTE (L.), 1978.- Biologie d'une population de crevettes Penaeus indicus H. Milne Edwards sur la côte nord-ouest de Madagascar. Travaux et Doc. de L'ORSTOM, n°99, 291 p.
- LE RESTE (L.), 1980.- The relation of Rainfall to the production of the penaid shrimps Penaeus duorarum in the Casamance estuary (Senegal). In: Tropical ecology and development. Proceedings of the International Symposium of Tropical Ecology, Kuala Lumpur., J.I.FURTADO (Edit.) : 1169-1174.
- LE RESTE (L.), 1987.- Aménagement de la Vallée du Fleuve Sénégal.. Projet du "Système Pêche", CRODT, 17 p.
- LHOMME (F.), 1978a.- Biologie et dynamique de Penaeus duorarum notialis au Sénégal : I Sélectivité. Doc. Sci.Cent. Rech. Oceanogr. Dakar-Thiaroye, 63, 37 p.
- LHOMME (F.), 1978b.- Biologie et dynamique de Penaeus duorarum au Sénégal : III Reproduction. Doc. scient. Cent. Rech océanogr. Dakar-Thiaroye, 69, 34 p.

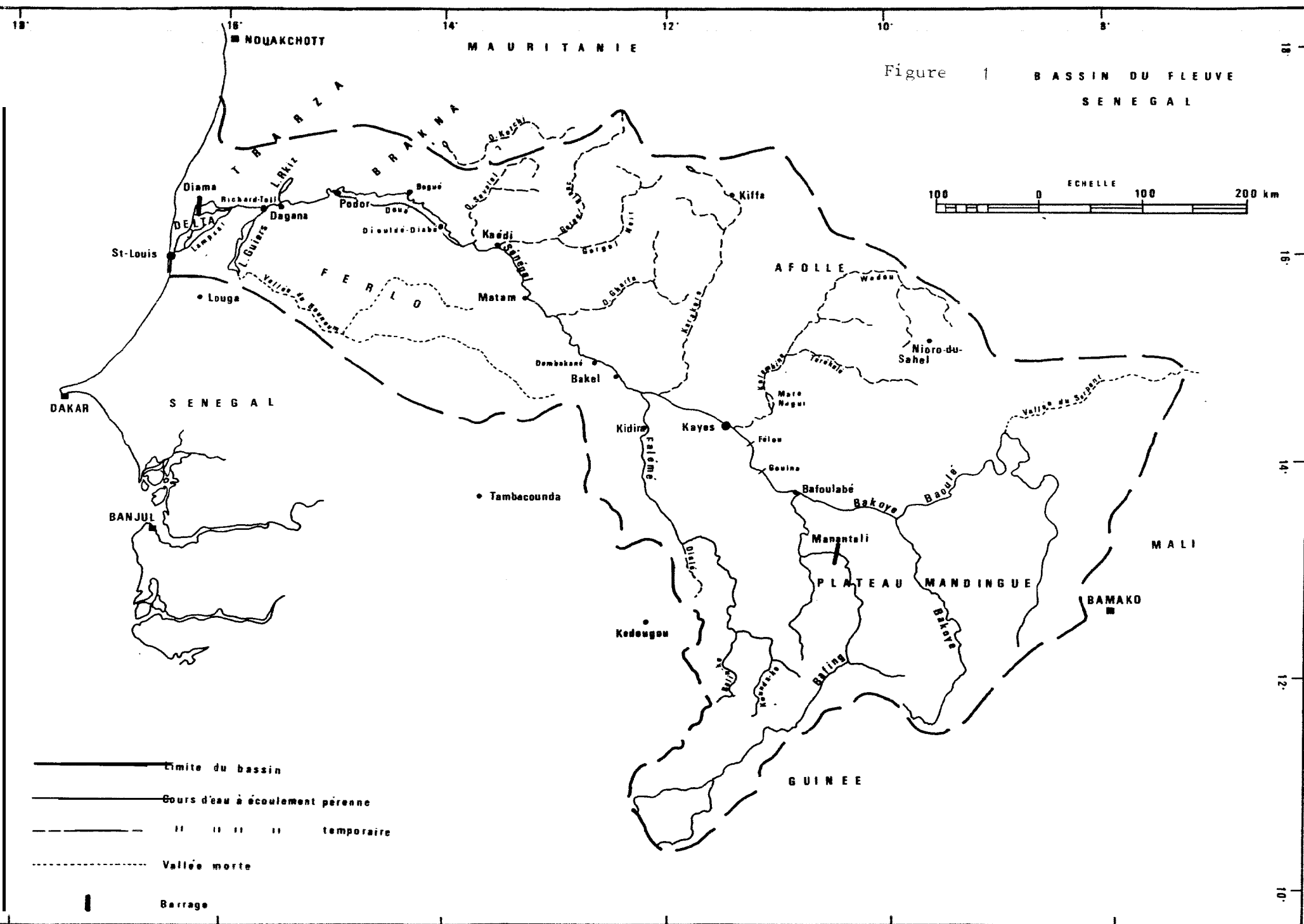
- LHOMME (F.) , 1979a.- Biologie et Dynamique de Penaeus duorarum notialis (PEREZ FARFANTE 1967) au Sénégal.IV phase juvénile. Doc. Sci. n° 70 ; 69 p.
- LHOMME (F.), 1980.- Biologie et dynamique de Penaeus (Farfante Penaeus) notialis (PEREZ-FARFANTE 1967) au Sénégal
Thèse doctorat d'Etat. Univ. Pierre et Marie Curie, 248p.
- LINDER (M.J.) and ANDERSON (W.W.), 1956.- Growth, migration spawning and size distribution of shrimp Penaeus setiferus. U.S. Fish. Wild. Serv. Fish. Bull., 56 : 554-645.
- LOIJBENS (G.) , 1964.- Travaux en vue du développement de la pêche dans le bassin inférieur de l'Ogoué. Paris, C.T.F.T., 27 p.
- LOUBENS (G.), 1974.- Quelques aspects de la biologie des Lates niloticus du Tchad. Cah. ORSTOM Hydrobiol., 8 (1) : 3-21.
- MANDIN (R.), 1957.- Rapport sur les mesures de débits solides à Dagana-Bakel, Fadougou. Bull. MAS. 44, 60p.
- MBODJ (A.), 1978.- Le bassin du Fleuve Sénégal. Etude géographique. Thèse Doct. 3ème cycle Univ. Dakar, 268 p.
- MEGLISTSKY (A.M.), 1970.- Note préliminaire sur les changements des fonds à l'embouchure du Fleuve. Sénégal. Saint-Louis. 7 p.
- MICHA (J.C.), 1973.- L'Afrique et la pisciculture Courrier de l'Association n°21.
- MICHEL (P.), 1966.- Les applications des recherches géomorphologiques en Afrique Occidentale. Rev. Géogr. Afr. Occ. Dakar, n°3 : 37-60, 2 fig. 8 photos.
- MICHEL (P.), 1973.- Les bassins des Fleuves Sénégal et Gambie. Etude géomorphologique. Thèse Lettres, Univ. Strasbourg, et Mem. ORSTOM, 63, 752 p.
- MICHEL (P.), NAEGELE (A.) et TOUPET (C.), 1969.- Contribution à l'étude biologique du Sénégal septentrional. I. le milieu naturel. Bull. IFAN. T XXXI, sér. A, N° 3 : 756-839.
- MONTEHEIL (P.), 1956. - Note et dissertation : Inspection Forestière du Fleuve: 24-29.
- MONTEILLET (J.), AUSSEIL-BADIE (J.) et CARBONNEL (G.), 1982.- Malacofaune et microfaune (Foraminifère et ostracodes) d'un milieu estuarien tropical : le Delta de la Vallée du Sénégal. Geobios, Lyon, 15 (2): 237-242.

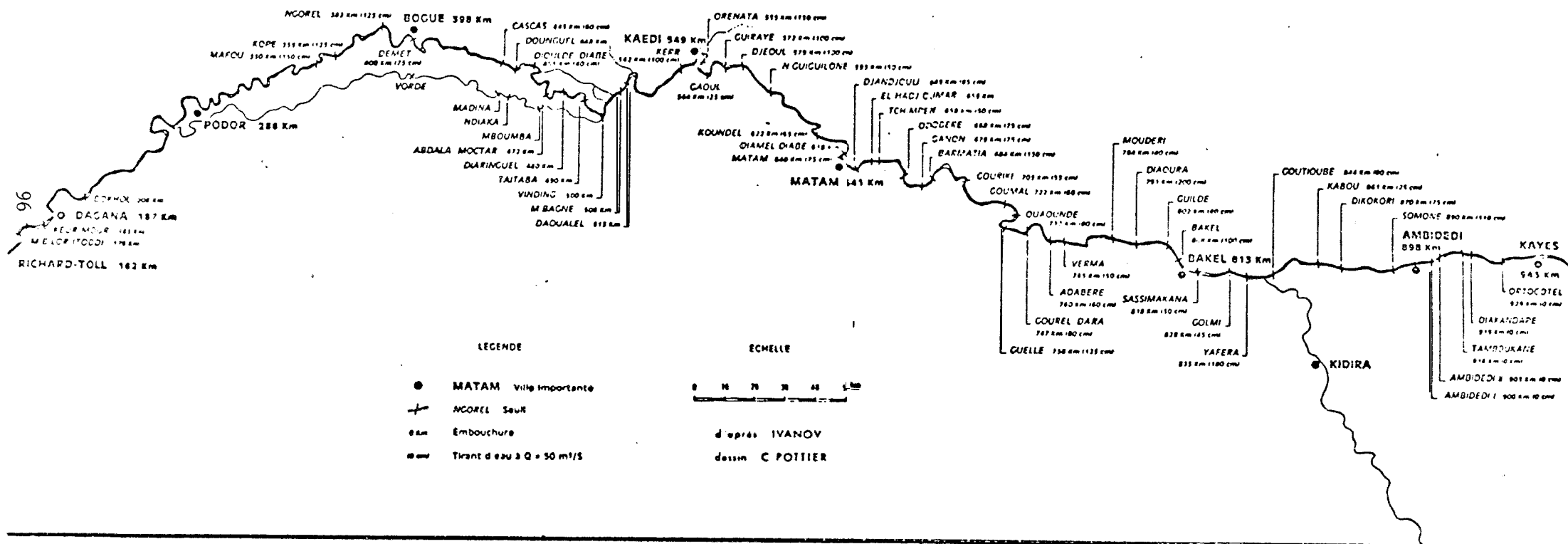
- MONTEILLET (J.), ROSSO (J.C.), 1977.- Réparation de la faune testacée actuelle (mollusques et crustacés, cirripèdes) dans la basse vallée et le Delta du Sénégal. Bull. IFAN Tome 39, n°4 : 788-820.
- MOREAU (J.), 1974.- Essai d'interprétation des annuli observés sur les écailles de Tilapia nilotica rendalli des lacs des Hauts plateaux malgaches. Ann. Hydrobiol., 5 : 83-93.
- MUNRO (J.L.), JONES (A.C.) and DIMITRIOU (D.), 1968.- Abundance and distribution of the larvae of the pink shrimp (Penaeus duorarum) on the Tortugas shelf of Florida. August 1962 - October 1964. U.S. Fish. & Wild. Serv. Fish. Bull., 67 (1) : 165-185.
- OLIVRY (J.C.), 1982.- Le point en 1982 sur l'évolution de la sécheresse en Sénégal et aux îles du Cap Vert. Cah. ORSTOM, sér, hydrobiol; XX, 1 p.
- OLIVRY (J.C.), 1983.- Contribution de la prévision en hydrologie à l'éventuelle maîtrise des ressources déficitaires du Fleuve Sénégal pour la saison 1983-1984. Rapport ORSTOM Dakar, 9p.
- OMVS, 1979.- Fleuve Sénégal. Dakar, OMVS, 34 p.
- OMVS, 1980a.- Evaluation des effets sur l'environnement d'aménagements prévus dans le bassin du Fleuve Sénégal. Synthèse. Rapport final. GANNET FLEMING, CORDDRY and CARPENTIER ; HARRISBURG et ORGATEC, Dakar, 227 p.
- OMVS, 1980b.- Evaluation des effets sur l'environnement d'aménagements prévus dans le bassin du Fleuve Sénégal. Plan d'action. GANNET FLEMING, CORDDRY and CARPENTIER, Inc., ORGATEC, 169 p.
- OMVS, 1980c.- Assessment of environmental effects of proposed developments in the Senegal River. GANNET FLEMING CORDDRY and CARPENTIER, Inc., ORGATEC. Partial Report for ornithology, 81 p.
- OMVS, 1980d.- Assessment of environmental effects of proposed developments in the Senegal River. GANNET FLEMING CORDDRY and CARPENTIER, Inc., ORGATEC. Rapport final, 227 p.
- OMVS, 1980e.- Assessment of environmental effects of proposed developments in the Senegal River Basin. Partial Report for fisheries. GFCC/ORGATEC, 108 p.
- OMVS, 1981.- Evaluation des effets sur l'environnement prévus dans le bassin du Fleuve Sénégal. Rapport partiel sur la navigation. GANNET FLEMING, CORDDRY and CARPENTIER, Inc., HARRISBURG, Pennsylvania et ORGATEC, 37 p.

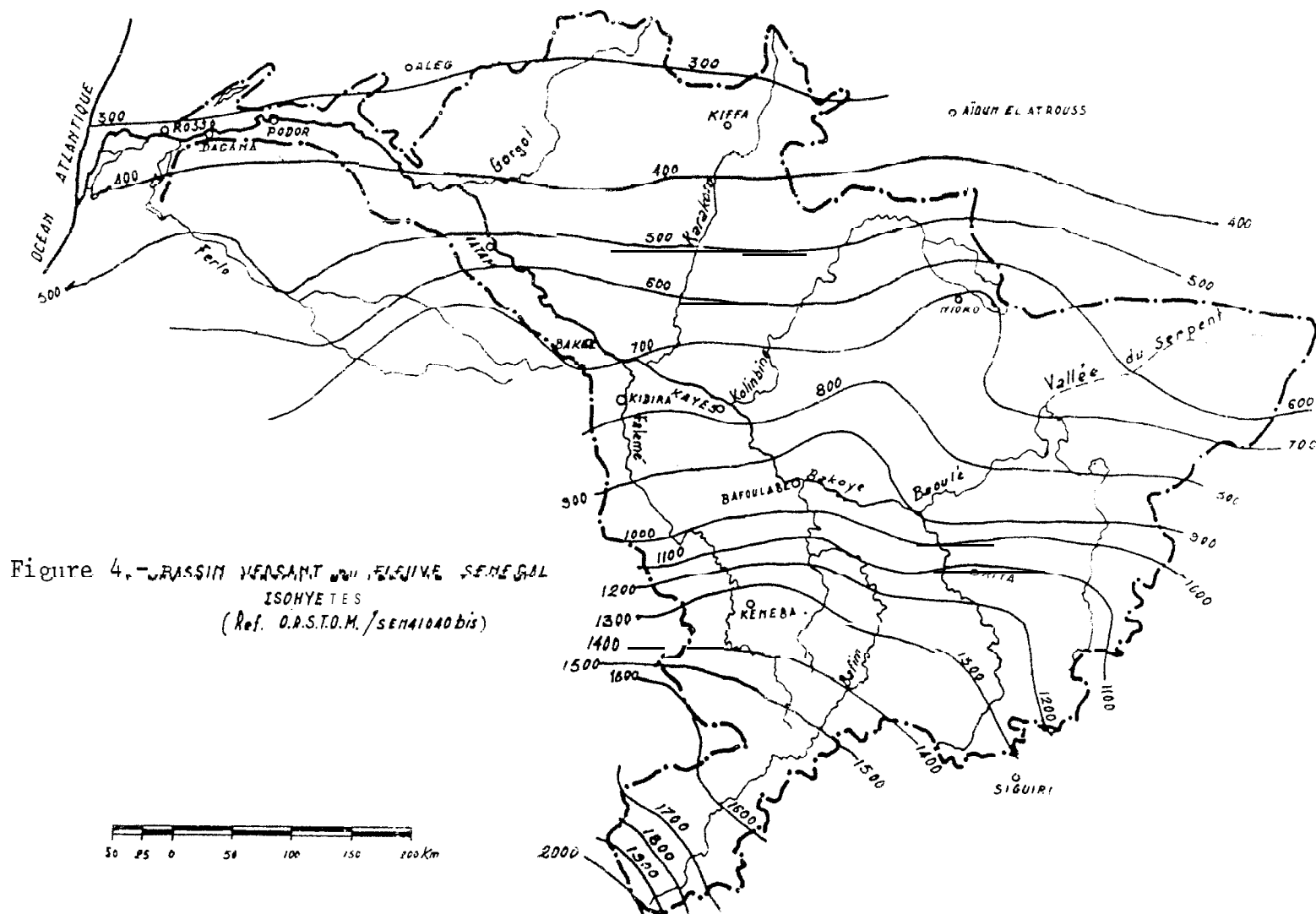
- OM'JS, 1983.- Séminaire sur la gestion de l'environnement dans le bassin du Fleuve Sénégal du 13 au 19 décembre 1983. OMVS, LISAID, SECID, 246 p
- OMVS, 1986.- Etude la gestion des ouvrages communs de l'OMVS. Rapport face 1 Vol. 1-D. Actualisation de l'étude hydrologique. Sir Alexander GIBBS & Partners, Electricité de France International, Euroconsult, 133 p.
- PAGES (J.), SARRE (A.) et SEVELLEC (J.), 1987.- Bathymétrie des abords du barrage de Diama. CRODT, 18 p.
- PANDARE (D.) et CAPDEVILLE (B.), 1988.- Etude de l'Ichtyofaune de Sa Casamance (Sénégal) de Janvier 1985 à avril 1987 (à paraître).
- PASCALIN (B.), 1982.- Pêche II. Les poissons des eaux continentales du Sénégal. t. B. E.A.T.E.F., 135 p.
- PERROT (J.), 1980.- Rapport de mission effectuée au Sénégal sur les possibilités d'implantation d'aquaculture. Paris, France Aquaculture, 62 p.
- PLATON (P.), 1981.- Le Fleuve Sénégal et son environnement. 24 milliards de mètres cubes d'eau au cours, d'une année moyenne, mais débit très irrégulier; 1 600 000 habitants sur ses rives. Marchés tropicaux et Méditerranéens. n°1849 : 1063-1068.
- RAO (P.V.), 1969.- Maturation and spawning of the penaeid-pawns of the South West Coast of India. FAO, Fish. Rep. : 57 (2) : 285-307.
- REIZER (C.), 1971.- Contribution à l'étude hydrogéologique du Bas-Sénégal. Premières directives d'aménagement halieutique. C.T.F.T. Nogent-sur-Marne, 142 p.
- REIZER (C.), 1972.- Incidence sur la pêche de l'aménagement hydro-agricole du bassin du Sénégal. CFT, 89 p.
- REIZER (C.), 1973.- Rapport d'activité 1972. C.T.F.T. Richard Toll. multigr.
- REIZER (C.), 1974.- Définition d'une politique d'aménagement des ressources halieutiques d'un écosystème aquatique complexe par l'étude de son environnement abiotique biotique et anthropique. Thèse Doctorale, ARLON-FUL, 6 Vol. 525 p.
- KEIZER (C.), 1984.- Les pêches continentales du Fleuve Sénégal. Environnement et impact des aménagements CISE-FUL, 25 p.
- REIZER (C.), 1985.- Reflexion sur l'aquaculture en plaine d'inondation fluviale. ARLON-FUL, 22 p.

- REIZER (C.), CHEVALIER (J.L.) et LESSENT (P.), 1972a.- Incidence sur la pêche de l'aménagement hydro-agricole du bassin du Sénégal. Fasc. 1., Nogent-sur-Marne. Saint-Louis. C.T.F.T.-OMVS, 89 p.
- REIZER (C.), CHEVALIER (J.L.) et LESSENT (P.), 1972b.- Incidence sur la pêche de l'aménagement hydro-agricole du bassin du Sénégal. Fasc. II influence des travaux d'aménagement sur les ressources piscicoles. Recommandation. Nogent-sur-Marne, Saint-Louis C.T.F.T.-OMVS, 121 p.
- ROCHETTE (C.), 1964.- Remontées des eaux marines dans le fleuve Sénégal. ORSTOM-MAS, 81 p.
- ROCHETTE (C.), 1974.- Le bassin du fleuve Sénégal. Monographie : hydrologie. Paris, ORSTOM, 1, 391 p.
- ROCHETTE (C.) et TOUCHEBOEUF (P.), 1964.- Aperçu hydrologique du fleuve Sénégal. Synthèse provisoire des données hydrologiques élaborées par l'ORSTOM-MAS.
- SAOS (J.L.), KANE (A.), CARN (M.) et GAC (J.Y.), 1984.- Persistance de la sécheresse au Sahel invasion marine exceptionnelle dans la Vallée du Fleuve Sénégal. CR. 10eme réunion annuelle des Sciences de la Terre. Bordeaux 1. G.B.A. 499 p.
- SCHEFFERS (W.J.), CONAND (F.) et REIZER (C.), 1972.- Etude de Ethmalosa fimbriata (Bowdich) dans la région sénégalaise note : reproduction et lieu de ponte dans le fleuve Sénégal et la région de Saint-Louis. PNUD-FAO-ORSTOM-CTFT, DSP, 44, 28 p.
- SECK (P.A.), 1980.- Catalogue des engins de pêche artisanale du Sénégal. COPACE/PACE, Sér. 79/16 (FR), 111 p.
- SECK (S.M.), 1981.- Irrigation et aménagement de l'espace dans la moyenne vallée du Sénégal. Thèse Univers. Saint- Etienne, 617 p.
- SEGUY (W.), 1955.- Rapport sur les mesures des débits solides du Fleuve Sénégal à Dagana. Campagne 1955. Saint-Louis, Bull. MAS, n° 42, 28 p.
- SENE (A.), 1985.- Les transformations sociales dans la pêche maritime piroguière. Conditions de travail et modes de vie des pêcheurs de Guet-Ndar, Saint Louis au Sénégal. Thèse de 3ème cycle, Univer. Toulouse, Le Mirail, 710 p.
- SOGREAH, 1972.- Etude du barrage du Delta. Rapport intérimaire. 2 Volumes. Rome. Grenoble.
- SOW (A.A.), 1984.- Pluie et Écoulement fluviale dans le bassin du Fleuve Sénégal. Thèse de 3ème cycle Univer. Nancy II, 442 p.

- STEINDACHNER, 1870.- Zur fischfauna des Senegal. Sitz. Akad is
sench- Tome 61.
- TRICART (J.), 1961.- Notice explicative de la carte géomorpholo-
gique du Delta du Fleuve Sénégal. Mémoire BRGM, 8, 137 p.
- TROCHAIN (J.) 1940.- Contribution à l'étude de la végétation du
Sénégal. Mémoire IFAN, n°2, 433 p.
- USAID/OMVS, 1975.- Programme sur l'environnement pour le dévelop-
pement intégré du bassin du Fleuve Sénégal.
- USAID/OMVS, 1982. Projet de développement intégré volet régional
OMVS : "Etude sur la pêche dans l'estuaire" In: Annexe 4.
Analyse technique des activité du projet OMVS III. :Etudes
politiques de planification et de factibilité . Juillet
82.
- WANE (D.A.), 1977. -Monographie climatique d'une station
synoptique Saint Louis (1946-1975). Travail d'étude et de
recherches. Mém. de maîtrise Univ. Dakar.
- WHITEHEAD (V.) , 1969.- Investigation into the food habits of some
juvenile fish in the Volta Lake during the periode October
1967 to March 1969 with some notes on the distribution and
abundance. University of Ghana, Volta Basin Research Pro-
ject, Tech. Rep. X, 30







COURBES DE MAREE

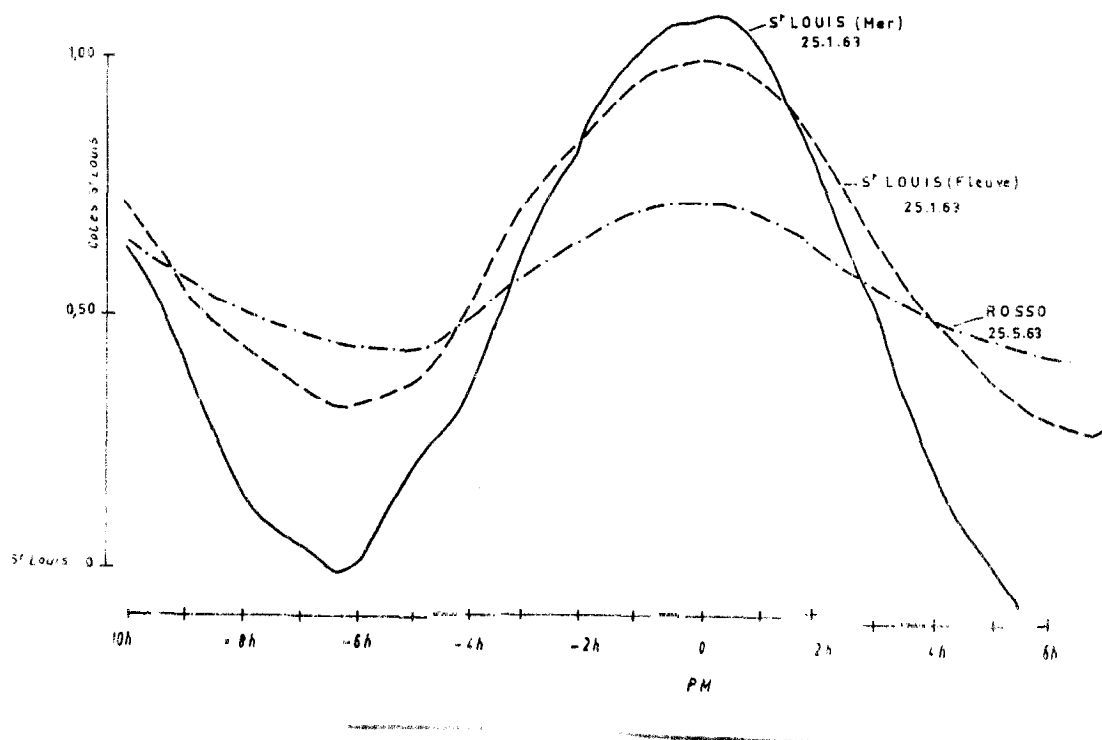


Figure 5.- Courbes de marée.

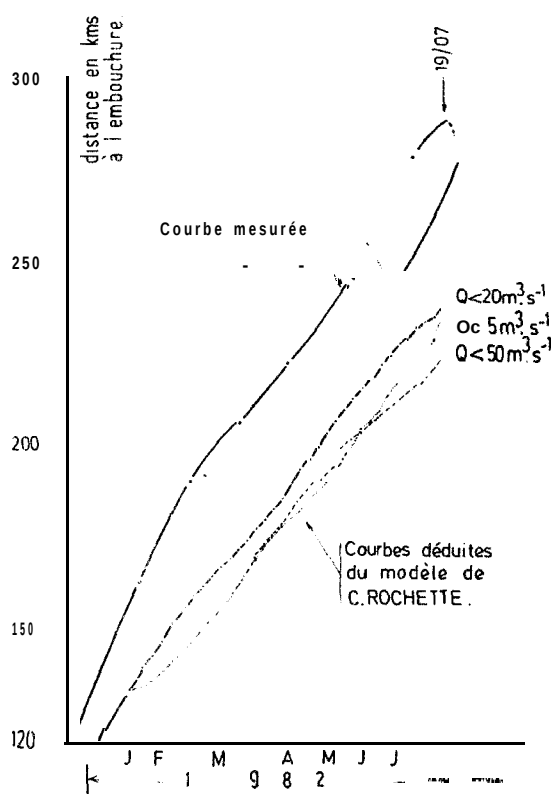


FIG. 6. — Les divergences entre l'observation et l'utilisation des diagrammes de ROCHETTE pour différentes valeurs du débit critique (50, 20 et 5 m³/s). Représentation de l'isohaline 0,1 ‰

Source : GAC et al.

Source : GAC et al. (1986b)

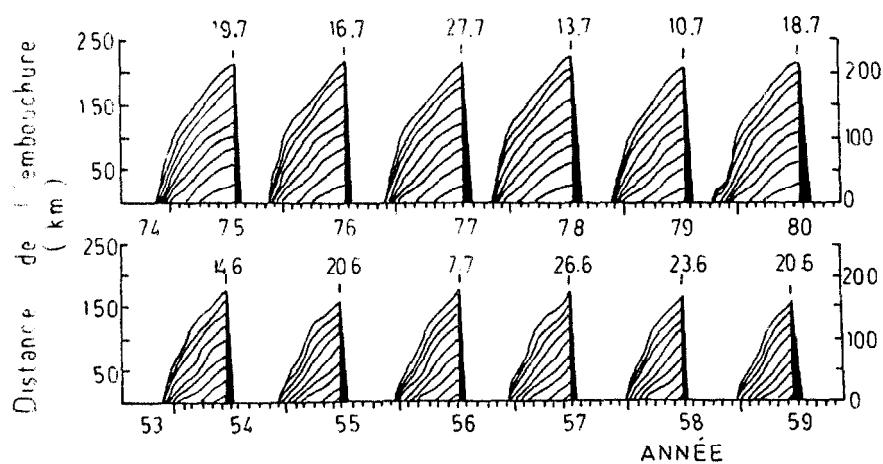


FIG. 7 — Remontées salines en période sèche (1974-1980) et en période humide (1953-1959).

Source : GAC et al. (1986a).

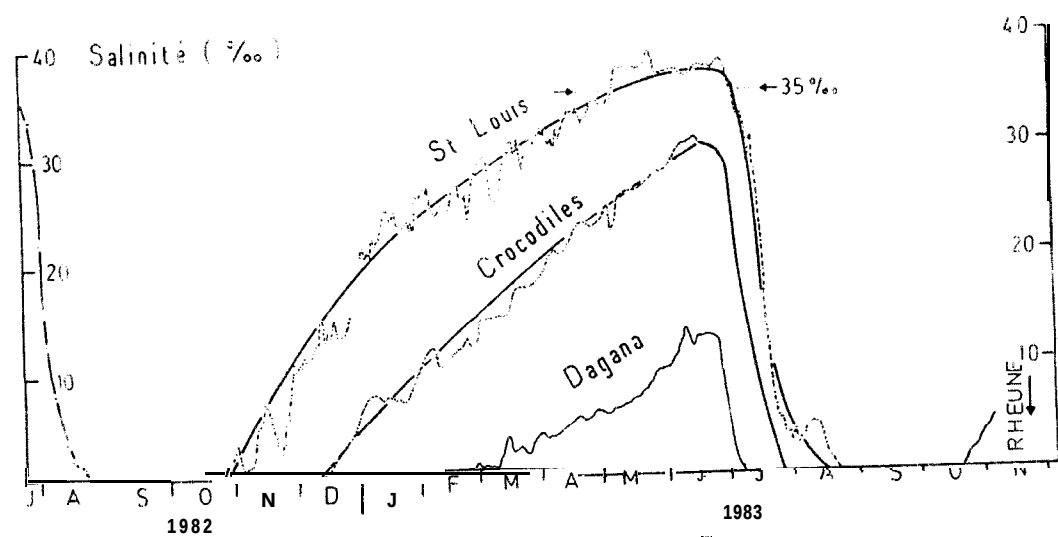
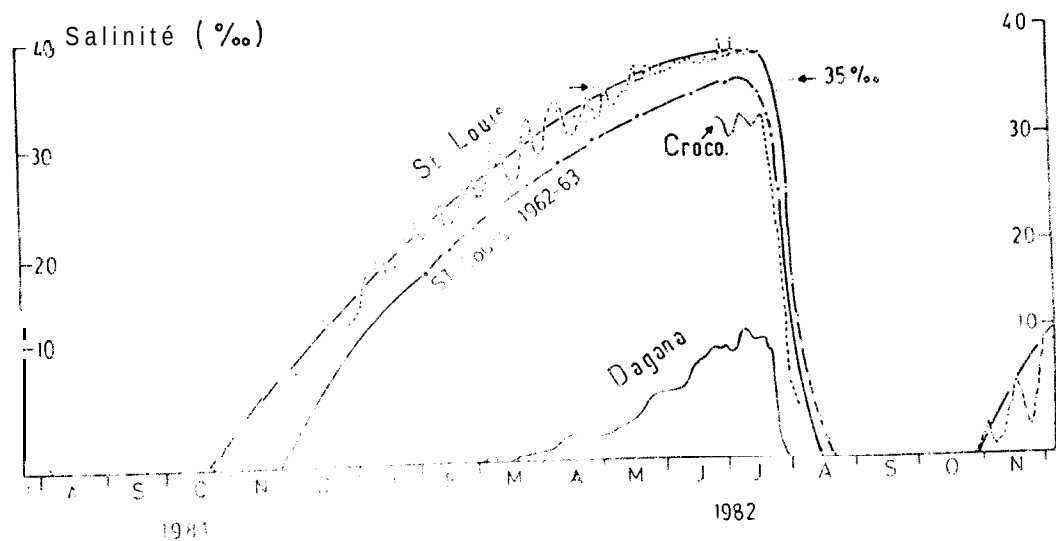


Figure 8.- Variations saisonnières de la salinité à Saint-Louis ,
Dagana et à l'Ile aux Crocodiles.

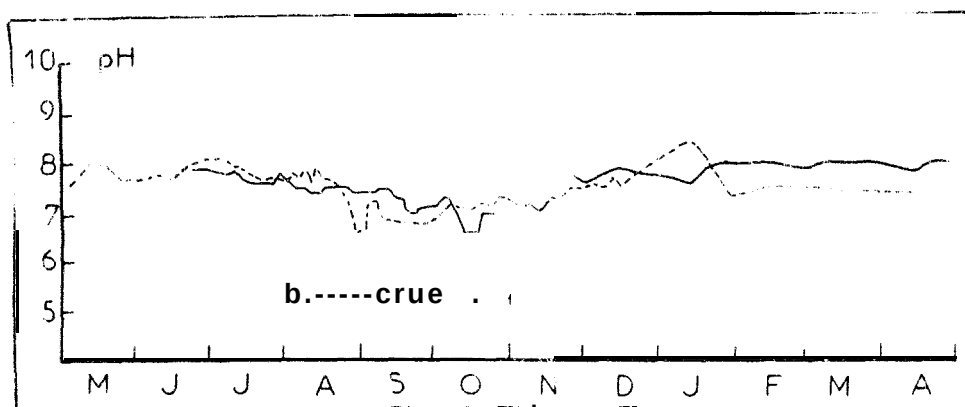


Figure 9.- Variation saisonnière de la température des
eaux du Sénégal à Saint-Louis.
Source : GAC et KANE (1986)

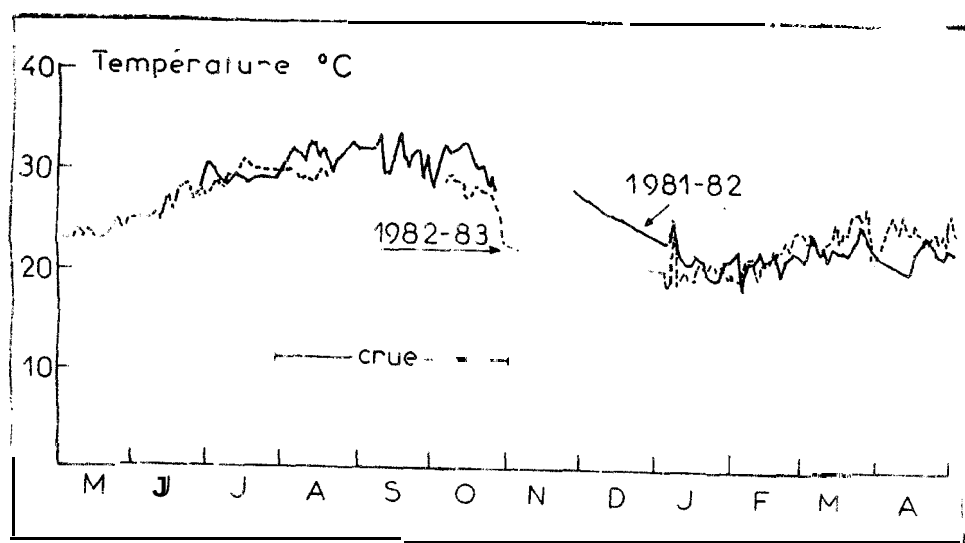


Figure 10.- Variation saisonnière du pH .
Source : GAC et KANE (1986)

ORDRE : NOM DE FAMILLE	ORDRE : NOM DE FAMILLE
1. SERRANIDAE	<i>Serranus</i> sp.
2. PERCIDAE	<i>Perca</i> sp.
3. MUGILIDAE	<i>Mugil</i> sp.
4. CYPRINIDAE	<i>Cyprinus</i> sp.
5. CARPIONIDAE	<i>Carpion</i> sp.
6. ALBIDAE	<i>Albid</i> sp.
7. LACONIDAE	<i>Lacon</i> sp.
8. SERRANIDAE	<i>Serranus</i> sp.
9. PERCIDAE	<i>Perca</i> sp.
10. MUGILIDAE	<i>Mugil</i> sp.
11. CYPRINIDAE	<i>Cyprinus</i> sp.
12. CARPIONIDAE	<i>Carpion</i> sp.
13. ALBIDAE	<i>Albid</i> sp.
14. LACONIDAE	<i>Lacon</i> sp.
15. SERRANIDAE	<i>Serranus</i> sp.
16. PERCIDAE	<i>Perca</i> sp.
17. MUGILIDAE	<i>Mugil</i> sp.
18. CYPRINIDAE	<i>Cyprinus</i> sp.
19. CARPIONIDAE	<i>Carpion</i> sp.
20. ALBIDAE	<i>Albid</i> sp.
21. LACONIDAE	<i>Lacon</i> sp.
22. SERRANIDAE	<i>Serranus</i> sp.
23. PERCIDAE	<i>Perca</i> sp.
24. MUGILIDAE	<i>Mugil</i> sp.
25. CYPRINIDAE	<i>Cyprinus</i> sp.
26. CARPIONIDAE	<i>Carpion</i> sp.
27. ALBIDAE	<i>Albid</i> sp.
28. LACONIDAE	<i>Lacon</i> sp.
29. SERRANIDAE	<i>Serranus</i> sp.
30. PERCIDAE	<i>Perca</i> sp.
31. MUGILIDAE	<i>Mugil</i> sp.
32. CYPRINIDAE	<i>Cyprinus</i> sp.
33. CARPIONIDAE	<i>Carpion</i> sp.
34. ALBIDAE	<i>Albid</i> sp.
35. LACONIDAE	<i>Lacon</i> sp.
36. SERRANIDAE	<i>Serranus</i> sp.
37. PERCIDAE	<i>Perca</i> sp.
38. MUGILIDAE	<i>Mugil</i> sp.
39. CYPRINIDAE	<i>Cyprinus</i> sp.
40. CARPIONIDAE	<i>Carpion</i> sp.
41. ALBIDAE	<i>Albid</i> sp.
42. LACONIDAE	<i>Lacon</i> sp.
43. SERRANIDAE	<i>Serranus</i> sp.
44. PERCIDAE	<i>Perca</i> sp.
45. MUGILIDAE	<i>Mugil</i> sp.
46. CYPRINIDAE	<i>Cyprinus</i> sp.
47. CARPIONIDAE	<i>Carpion</i> sp.
48. ALBIDAE	<i>Albid</i> sp.
49. LACONIDAE	<i>Lacon</i> sp.
50. SERRANIDAE	<i>Serranus</i> sp.
51. PERCIDAE	<i>Perca</i> sp.
52. MUGILIDAE	<i>Mugil</i> sp.
53. CYPRINIDAE	<i>Cyprinus</i> sp.
54. CARPIONIDAE	<i>Carpion</i> sp.
55. ALBIDAE	<i>Albid</i> sp.
56. LACONIDAE	<i>Lacon</i> sp.
57. SERRANIDAE	<i>Serranus</i> sp.
58. PERCIDAE	<i>Perca</i> sp.
59. MUGILIDAE	<i>Mugil</i> sp.
60. CYPRINIDAE	<i>Cyprinus</i> sp.
61. CARPIONIDAE	<i>Carpion</i> sp.
62. ALBIDAE	<i>Albid</i> sp.
63. LACONIDAE	<i>Lacon</i> sp.
64. SERRANIDAE	<i>Serranus</i> sp.
65. PERCIDAE	<i>Perca</i> sp.
66. MUGILIDAE	<i>Mugil</i> sp.
67. CYPRINIDAE	<i>Cyprinus</i> sp.
68. CARPIONIDAE	<i>Carpion</i> sp.
69. ALBIDAE	<i>Albid</i> sp.
70. LACONIDAE	<i>Lacon</i> sp.
71. SERRANIDAE	<i>Serranus</i> sp.
72. PERCIDAE	<i>Perca</i> sp.
73. MUGILIDAE	<i>Mugil</i> sp.
74. CYPRINIDAE	<i>Cyprinus</i> sp.
75. CARPIONIDAE	<i>Carpion</i> sp.
76. ALBIDAE	<i>Albid</i> sp.
77. LACONIDAE	<i>Lacon</i> sp.
78. SERRANIDAE	<i>Serranus</i> sp.
79. PERCIDAE	<i>Perca</i> sp.
80. MUGILIDAE	<i>Mugil</i> sp.
81. CYPRINIDAE	<i>Cyprinus</i> sp.
82. CARPIONIDAE	<i>Carpion</i> sp.
83. ALBIDAE	<i>Albid</i> sp.
84. LACONIDAE	<i>Lacon</i> sp.
85. SERRANIDAE	<i>Serranus</i> sp.
86. PERCIDAE	<i>Perca</i> sp.
87. MUGILIDAE	<i>Mugil</i> sp.
88. CYPRINIDAE	<i>Cyprinus</i> sp.
89. CARPIONIDAE	<i>Carpion</i> sp.
90. ALBIDAE	<i>Albid</i> sp.
91. LACONIDAE	<i>Lacon</i> sp.
92. SERRANIDAE	<i>Serranus</i> sp.
93. PERCIDAE	<i>Perca</i> sp.
94. MUGILIDAE	<i>Mugil</i> sp.
95. CYPRINIDAE	<i>Cyprinus</i> sp.
96. CARPIONIDAE	<i>Carpion</i> sp.
97. ALBIDAE	<i>Albid</i> sp.
98. LACONIDAE	<i>Lacon</i> sp.
99. SERRANIDAE	<i>Serranus</i> sp.
100. PERCIDAE	<i>Perca</i> sp.

Source : BELIER 1971.

1	1	1	1
2	2	2	2
3	3	3	3
4	4	4	4
5	5	5	5
6	6	6	6
7	7	7	7
8	8	8	8
9	9	9	9
10	10	10	10
11	11	11	11
12	12	12	12
13	13	13	13
14	14	14	14
15	15	15	15
16	16	16	16
17	17	17	17
18	18	18	18
19	19	19	19
20	20	20	20
21	21	21	21
22	22	22	22
23	23	23	23
24	24	24	24
25	25	25	25
26	26	26	26
27	27	27	27
28	28	28	28
29	29	29	29
30	30	30	30
31	31	31	31
32	32	32	32
33	33	33	33
34	34	34	34
35	35	35	35
36	36	36	36
37	37	37	37
38	38	38	38
39	39	39	39
40	40	40	40
41	41	41	41
42	42	42	42
43	43	43	43
44	44	44	44
45	45	45	45
46	46	46	46
47	47	47	47
48	48	48	48
49	49	49	49
50	50	50	50
51	51	51	51
52	52	52	52
53	53	53	53
54	54	54	54
55	55	55	55
56	56	56	56
57	57	57	57
58	58	58	58
59	59	59	59
60	60	60	60
61	61	61	61
62	62	62	62
63	63	63	63
64	64	64	64
65	65	65	65
66	66	66	66
67	67	67	67
68	68	68	68
69	69	69	69
70	70	70	70
71	71	71	71
72	72	72	72
73	73	73	73
74	74	74	74
75	75	75	75
76	76	76	76
77	77	77	77
78	78	78	78
79	79	79	79
80	80	80	80
81	81	81	81
82	82	82	82
83	83	83	83
84	84	84	84
85	85	85	85
86	86	86	86
87	87	87	87
88	88	88	88
89	89	89	89
90	90	90	90
91	91	91	91
92	92	92	92
93	93	93	93
94	94	94	94
95	95	95	95
96	96	96	96
97	97	97	97
98	98	98	98
99	99	99	99
100	100	100	100

Tableau 1000 - Population psychologique de Haut-Bahia -
Téa.

Source : INSEE (1974)

1000

106

Elément	Facteurs d'impact	Description de l'impact	Effets de l'impact	Mesures correctives
Barrage de Diama.	Réalimentation du Lac de Guiers.	Augmentation de 5 0 0 tonnes de la récolte halieutique annuelle.	Modéré, positif, à long terme, permanent.	Amélioration des techniques de conservation et de stockage. Amélioration du transport. Techniques de gestion adéquates.
	Réalimentation du Lac K'Kis.	Augmentation de 600 à 1 200 tonnes de la récolte halieutique annuelle.	Exceptionnel, positif, à long terme, permanent.	Comme ci-dessus.
	Réalimentation de l'Aftout au Sahel.	Gain net de 50 0 0 tonnes de poisson par an.	Comme ci-dessus.	Comme ci-dessus.
	Retenue d'eau en amont du barrage.	Perte nette de 3 0 0 0 tonnes de poisson par an.	Important, négatif, à long terme, permanent.	Exploitation des stocks halieutiques marins. Amélioration des techniques de conservation et de stockage. Amélioration du transport. Agriculture/pisciculture intégrées. Technique, de gestion • d'écuarts.
	L'estuaire.	Perte définitive de 4 000 tonnes de poisson par an due à la disparition de la salinité et celle d'autres conditions • suariénora. Perte définitive de poisson et d'espèces invertébrées commercialement importants.	Important, négatif, à long terme, permanent.	Comme ci-dessus et création d'un estuaire artificiel.
Barrage de Manantali.	Retenue d'eau en amont du barrage.	Formation d'un nouvel habitat dont la production initiale • or. de 4 000 tonnes de poisson par an, et qui sera ultérieurement réduite à 3 000 tonnes/an quand les conditions se stabiliseront.	Important, positif, à long terme et permanent.	Amélioration des techniques de conservation et de stockage. Amélioration du transport. Agriculture/pisciculture intégrées. Techniques de gestion adéquates.
Barrage de Diama et Agriculture irriguée.	L'habitat de la plaine d'inondation sera moins inondé.	Perte de production halieutique de 1 200 tonnes par an d'ici l'an 1986 pendant les années de crues moyennes à cause de la perte de 2 0 0 0 hectares de plaine d'inondation.	Important, négatif, à long terme et permanent.	Exploitation des stocks halieutiques marins. Amélioration des techniques de conservation et de stockage. Amélioration du transport. Agriculture/pisciculture intégrées. Techniques de gestion adéquates.
Barrages de Diama et de Manantali et Agriculture avec une crue artificielle.	Diminution de plus en plus ressentie de l'habitat de la plaine d'inondation.	D'ici l'an 1987, perte de production halieutique de 12 600 tonnes par an due à la perte de 2 1 0 0 0 hectares d'habitat dans la plaine d'inondation en années • crues •	Important, négatif, à long terme et permanent.	Comme ci-dessus.
Barrages de Diama et de Manantali, cessation de la crue artificielle et aménagement agricole maximum	Perte maximum d'habitat de la plaine d'inondation.	(Années de crue moyenne). D'ici 2028, perte de 360 000 hectares d'habitat de la plaine d'inondation causant une perte annuelle de production halieutique de 21 600 tonnes..	Important, négatif, à long terme et permanent.	Comme ci-dessus.
Barrages de Diama et de Manantali et Aménagement Agricole.	Réduction de l'habitat ichtycole, augmentation de la population humaine et de la demande en poissons pour l'alimentation.	D'ici l'an 1980, sous des conditions idéales, il y aura un déficit de 7 400 tonnes dans les stocks halieutiques d'eau douce et estuariennes des régions de Dagana et de Rosso. La demande en produits de la pêche par les populations du Bassin atteindra 75 000 tonnes/an en l'an 2000 et 212 000 tonnes/an en l'an 2028.	Important, négatif, à long terme • r permanent.	Comme ci-dessus.

Tableau XV.- Impacts de l'aménagement du Bassin du fleuve Sénégal et mesures destinées à amortir des impacts négatifs.

Source : OMVS (1980a).