colloques et séminaires

L'ÉVALUATION DES RESSOURCES EXPLOITABLES PAR LA PÊCHE ARTISANALE SÉNÉGALAISE

Éditeurs scientifiques
Mariama BARRY-GÉRARD, Taib DIOUF et Alain FONTENEAU



Symposium de
Dakar, du 8 au 13 février 1993

Tome 2

Documents scientifiques
présentés
lors du symposium

ORSTOM Éditions

Symposium
Dakar, du 8 au 13 février 1993

L'ÉVALUATION DES RESSOURCES EXPLOITABLES PAR LA PÊCHE ARTISANALE SÉNÉGALAISE

Tome 2

Documents scientifiques présentés lors du symposium

Éditeurs scientifiques
Mariama BARRY-GÉRARD[1], Taib DIOUF[1] et Alain FONTENEAU[2]

1 Chercheurs ISRA, CRODT, BP 2241, Dakar, Sénégal
2 Chercheur ORSTOM, 213, rue Lafayette,75010 Paris France

ORSTOM Éditions
INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION
Collection **COLLOQUES et SÉMINAIRES**
PARIS 1994

La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les «copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective» et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, «toute représentation ou reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite» (alinéa1er de l'article 40).
Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal.

ISSN : 0767-2896
ISBN : 2-7099-1240-6 (Édition complète)
ISBN : 2-7099-1241-4 (Tome 1)
ISBN : 2-7099-1242-2 (Tome 2)

© ORSTOM Éditions 1994

Remerciements

Le symposium sur l''Evaluation des ressources exploitables par la pêche artisanale au Sénégal" a pu être organisé par le CRODT et l'ISRA grâce à diverses sources de financement. Nous tenons à remercier vivement les partenaires qui ont permis la bonne organisation de ce symposium et la publication de ses travaux et documents:

- La mission française de coopération à Dakar.

- L'ORSTOM Paris: le département TOA et la Commission scientifique d'hydrobiologie et d'océanographie.

- L'ambassade du Canada à Dakar.

Mme Joëlle Vincent a assuré l'ensemble de la préparation informatique du texte du symposium. Nous la remercions pour son travail très efficace.

Sommaire

Page

A. Samba
Présentation sommaire des différentes pêcheries sénégalaises 1

I. Dème-Gningue et D. Touré
Variabilité interannuelle et saisonnière de l'environnement sur le plateau continental sénégalais 11

M. Dème et B. C. Dioh
Aménagement, législation et développement des pêches artisanales au Sénégal : bilan et analyse d'impact 25

M. Kébé
Principales mutations de la pêche artisanale maritime sénégalaise 43

F. Foucault, C. Chaboud et R. Brendel
Bilan économique du secteur de la pêche au Sénégal en 1987 59

J. Ferraris, B. Samb et M. Thiam
Les statistiques de pêche au CRODT : description des systèmes de collecte et de traitement des données 73

J.M. Hoenig et G.A. Chouinard
Quelques suggestions pour l'échantillonnage des pêcheries artisanales avec référence particulière à la pêche Sénégalaise 95

J. Ferraris
Prise par unité d'effort et indice d'abondance en pêche artisanale : quelques éléments de réflexion à partir de la pêcherie sénégalaise 105

J.J. Lévénez
Synthèse bibliographique des connaissances sur la biologie de quelques espèces de poissons concernant le symposium 121

M. Thiam et D. Gascuel
L'évolution de la pêcherie chalutière démersale du plateau continental sénégalais 143

A. Caverivière
Comparaison sur une période de 20 ans (1972-1992) des indices d'abondance obtenus sur le plateau continental sénégalais à partir des campagnes de chalutage de fond 163

B. Samb
Historique des campagnes d'évaluations acoustiques dans la ZEE du Sénégal 179

D. Gascuel et M. Thiam
Evolution de l'abondance des ressources démersales sénégalaises : estimation par modélisation linéaire des PUE 191

M. Barry-Gérard
Migrations des poissons le long du littoral sénégalais 215

D. Pauly
Un mécanisme explicatif des migrations des poissons le long des côtes du Nord-Ouest africain. 235

A. Caverivière
Le poulpe (Octopus vulgaris) au Sénégal : une nouvelle ressource 245

A. Caverivière
Les fluctuations d'abondance du baliste (B.carolinensis). 257

P. Fréon, I. Sow et J.J. Lévénez
Trois décennies de pêche sardinière semi-industrielle au Sénégal : Analyses multivariées de la pêcherie, des puissances de pêche et des rendements 265

A. Fonteneau et D. Gascuel
La problématique de l'évaluation des ressources halieutiques disponibles à la pêche artisanale : nécessité d'une approche intégrée. 313

A. Caverivière et M. Thiam
Essai d'application d'un modèle global à l'ensemble des espèces démersales côtières du Sénégal 323

F. Laloë
Utilisation des modèles globaux dans le contexte des études sur la pêche artisanale au Sénégal 333

A. Fonteneau
La compétition entre pêche industrielle et pêche artisanale : quelques réflexions sur la problématique des analyses. 339

M. Diallo
Quelques éléments sur la compétition des pêcheries artisanales et industrielles pour l'accès à la ressource au Sénégal 351

B. Samb, M. Barry-Gérard et A. Caverivière
Fréquences de taille : stratégies de collecte et travaux effectués 353

A. Caverivière et M. Thiam
Tailles moyennes et taux d'exploitation approchés des principales espèces de poissons débarquées par les chalutiers glaciers entre 1973 et 1989 365

D. Gascuel
Modélisation de la dynamique des stocks exploités par la pêche artisanale sénégalaise : intérêt, limites et contraintes de l'approche structurale 385

J. Le Fur
Dynamique du système Pêche Artisanale et intelligence artificielle: Le Projet M O P A. 405

A. Samba
Evaluation des ressources exploitables par la pêche artisanale au Sénégal : bilan des recherches effectuées 419

Présentation sommaire des différentes pêcheries sénégalaises.

A. Samba.

RÉSUMÉ :

L'importance du secteur de la pêche sénégalaise repose sur une flottille artisanale et industrielle dynamique pouvant débarquer jusqu'à 350 000 tonnes par an. La majeure partie des captures est constituée de poissons pélagiques pouvant représenter 80 % des prises de la pêche artisanale.

L'évolution des débarquements et efforts de pêche des sous secteurs artisanal et industriel est présentée à partir des données fournies par la DOPM et le CRODT.

ABSTRACT :

The importance of the senegalese fishery sector is due to the dynamism of its industrial and artisanal fleet, responsible of the 350 000 metric tons landed each year. Small pelagic fish is the major part of the catch and represent 80 % of the artisanal fishery landings.

The evolution of landings and fishing efforts for the artisanal and industrial sub-sectors is presented through DOPM and CRODT statistics.

INTRODUCTION

La pêche maritime sénégalaise est l'un des secteurs économiques les plus importants avec des débarquements annuels de l'ordre de 350 000 t. (données de 1991). Ceux-ci proviennent de deux sous-secteurs d'activité :

- une pêche artisanale répartie sur environ deux cents points de débarquement, exploitant les stocks côtiers à partir de pirogues et d'engins de pêche à rendements relativement limités ;
- une pêche industrielle basée à l'unique port de Dakar : les moyens mis en oeuvre sont plus importants (bateaux et engins de pêche) et sont fonction principalement des stocks exploités.

A travers l'évolution des prises et des efforts nominaux enregistrés soit par la Direction de l'Océanographie et des Pêches Maritimes (DOPM) soit par le Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye (CRODT), nous tenterons de donner un aperçu des grandes tendances de ces deux sous secteurs.

ÉVOLUTION DES PRISES

Présentation générale

Si l'on considère les prises effectuées par l'ensemble des pêcheries artisanale et industrielle dans les eaux sénégalaises, seule une partie des captures réalisées par la pêche industrielle n'est pas débarquée au Sénégal. Après 1972 avec l'adoption d'une législation sur les eaux territoriales et la mise en oeuvre d'accords de pêche, les données de capture de ces bateaux sont rendues disponibles et intéressent principalement les chalutiers pélagiques des pays de l'Est, ainsi que la pêche démersale des pays de la CEE : nous n'en tiendrons pas compte dans cette présentation.

La physionomie générale des débarquements de la pêche au Sénégal (Figure 1) entre 1963 et 1991 montre une tendance rapide à la hausse (50 000 tonnes en 1963 à 350 000 en 1991). Deux périodes sont à considérer :

- de 1963 à 1971 : les quantités débarquées sont relativement stables avec une part légèrement plus importante pour la pêche artisanale ;
- de 1972 à 1991, on assiste à une croissance régulière des débarquements due essentiellement à l'accroissement de la part de la pêche artisanale qui atteint 65 à 70 % du total dans les dernières années.

Débarquements de la pêche artisanale

Ils sont constitués en majeure partie de poissons pélagiques provenant surtout de l'activité des filets (senne tournante, filets maillants encerclant ou droit, senne de plage). En 1972, la forte hausse constatée dans les prises de pélagiques est imputable à la conjonction de deux facteurs :

- intensification de la motorisation des pirogues avec la mise en place du programme du Centre d'Assistance à la Motorisation des Pirogues (CAMP) mettant à la disposition des pêcheurs un nombre suffisant de moteurs hors bord ;
- apparition effective des sennes tournantes dans la pêcherie après les essais d'introduction de 1969.

Ces deux événements majeurs intervenus dans le sous secteur masquent une légère augmentation intervenue dans les débarquements de poissons démersaux intervenue après 1977, de même que l'apparition de pirogues de marée (ou pirogues glacières) d'abord à Saint-Louis puis son extension au début des années 80 aux ports situés plus au Sud.

Les données de débarquements totaux disponibles au CRODT depuis 1981 (excluant le Saloum et la Casamance) renseignent sur les grands groupes constituant l'essentiel des captures et sur les principales techniques mises en oeuvre.

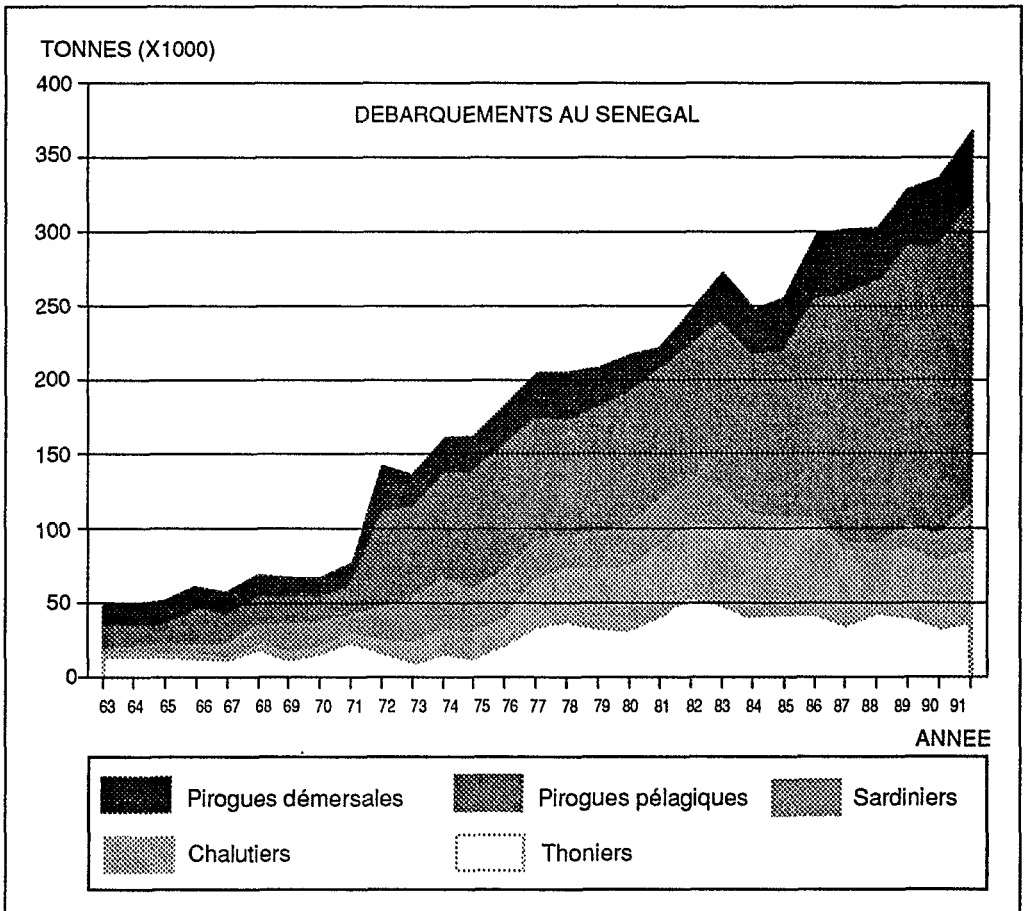


Figure 1

ESPECES/ANNEE	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	TOTAL
Drepane	110.7	13	17.8	35.4	166.3	58.3	39.8	29.9	20.3	97.4	9.9	598.8
Trachinote	157.7	188.3	136.5	84.1	38.4	13.1	33.5	64.7	2.9	5.2	19.2	743.6
Scyris d'alexand.	224.1	138.7	294.1	204.2	212.1	354.1	285	224.4	160.1	485.7	337.4	2919.9
Liche	445.2	637.2	709.1	245.7	464.5	651.2	158.5	372.3	227.7	222.7	783.4	4917.4
Voilier	411.3	502.5	461.6	123.8	216.8	528.2	524.2	542.2	510.1	1034.3	516.1	5371.1
Ceinture	748.6	1053.8	952.5	701.1	326.8	597.2	389.5	324.3	185.3	324.3	368.9	5972.3
Tetrodon	422.2	391	518	307.8	231.3	302.7	536.2	417.2	1498.3	615.3	781.1	6021.1
Brochet	262.3	527.4	419.4	481.6	346.7	869.1	712.4	1097.8	790	560.8	510.3	6567.8
Bonite	1316.5	1424.1	500.2	197.8	492.8	501.1	458.7	531.2	772.2	543.9	523.4	7261.9
Maquereau bonite	766.2	673.2	899.1	1207.3	769	1588.9	1794.2	2203.2	687.3	1301.9	601	12491.3
Mulet	441	1301.3	1040.7	1363.1	1907.4	971.8	1181.2	1003.6	2282.5	1463.7	2051.1	15007.4
PLat plat	1105	1399.5	331.1	629.2	518.3	1230.1	1893.3	3668.9	2506.7	2053.9	2522.3	17859.3
Tassergal	3953.7	3047.9	3653.8	1377.7	1731.8	689	421.9	595.4	348	1410.4	809.8	18039.4
Grande carangue	1503.8	1250.8	2207.6	2084.7	682.5	1442.9	1668.6	4982.6	2036.6	1514.3	1144.8	20519.2
Divers pélagiques	1594.3	1796.9	2765.6	2409.3	1946.4	2569.3	2091.7	1941.9	1857.7	1666.9	2261.9	22901.9
Pelon	1618.2	3070.8	2489.3	1985.8	2559.6	2545.5	1755.3	1595.3	1891.9	1956.7	2660.7	24129.1
Maquereau	805.3	1577.3	2963.8	2066.8	790.1	5344.7	4071.4	1956.8	1937.8	2428.5	824	24766.5
Carpe blanche	2126.8	2655.6	2409.9	2856.9	1657.5	3597.7	2105.6	3630.9	2407.4	4220.4	3778.1	31446.8
Chinchard noir	754.3	3114.9	2812.5	2543.6	1380.8	6187.4	4589.9	4130.6	3149.9	1488.8	3916.4	34069.1
Thonine	3000.7	4010.9	4296.1	7702	3351.7	6958.9	3162.1	4179.3	5438.3	4518.3	2834.6	49452.9
Chinchard jaune	6497.6	8127.8	7325.5	5818.4	5198.5	4795.4	4157.5	4807.9	2873.7	4560.1	2902.5	57064.9
Ethmalose	2872.5	4981.1	7015.4	4966.1	3273.4	4394	4336.2	5281.4	9267.3	11376.3	8694.5	66458.2
Sardinelle plate	20858.2	29668.5	47917.2	51380.8	49933.4	47465.1	65728.3	61889	65087.2	68247.5	69325.4	577400.6
Sardinelle ronde	33958.2	18204.5	22262.6	17728.2	33263.8	55290.3	66112.2	73299.9	81930.5	83153.3	94973.1	580176.6
TOTAL	85955.2	89757.1	114299	108502	111460	148946	168207	178761	187870	195250	203150	1592157

Tableau 1a : Classement par ordre croissant des captures (en tonnes) des principales espèces pélagiques en pêche artisanale (sur 11 ans).

Les poissons pélagiques totalisent en moyenne 80 % des débarquements de la pêche artisanale dans lesquels, la famille des clupéidés (*Sardinella aurita* + *Sardinella maderensis* + *Ethmalosa dorsalis*) représente 77 % (Tableau 1a). Celle-ci constitue la principale cible des engins collectifs (senne tournante et filet maillant encerclant). La technique de pêche à la senne tournante permet de toucher un nombre plus important d'espèces; elle a contribué à accroître les débarquements de carangidés (chinchards) et de scombridés (thonine, maquereau, maquereau bonite, bonite).

Au niveau des poissons démersaux (en moyenne 20 % des débarquements totaux) (Tableau 1b), aucune espèce n'est réellement dominante dans les captures : les principales familles représentées sont les sparidés (24 %), les serranidés (19 %), les céphalopodes (12 %) et les ariidés (8 %).

ESPECES/ANNEE	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	TOTAL
Brotule	13.2	13.2	16.8	78.8	11.6	32.7	46.4	112.4	109	224.3	231	889.4
Murène	67.7	113.4	108.8	142.1	104.8	70.6	67.6	71.3	99.5	164.6	97.5	1107.9
Mérou gris	30.8	71.5	185.2	74.1	45.7	111.8	308.7	73.2	105.4	261.1	67.4	1334.9
Badèche	103.1	124.9	132.4	211.1	217.9	200.3	183.8	343.4	193.4	286.3	180.3	2176.9
Carpe rouge	122	86.2	154	236.2	643.4	349	253.7	255.9	648.5	437.9	255.1	3441.9
Plexiglass	371	229.2	280.8	203.6	344.2	253	500.2	411.8	524.5	663.4	379	4160.7
Mérou de médi.	503.4	386.6	383.2	624.5	551.7	401.7	983.8	678.6	586.2	667.7	425.8	6211.2
Dorade grise	331.5	544.2	634.9	1054.4	1164.6	1478.2	1236.9	991.4	1287.2	1553.2	1077.6	11354.1
Sole langue	265.7	471	761.4	965.9	1449.4	1203.7	1882	1681.1	957.3	1397.3	796.3	11831.1
Courbine	373.2	1085	483.4	696.9	1369.6	1549.7	1229.6	1269.9	1971	1128.5	1494.1	12650.9
Requins	770.4	1244.2	1290.8	1140.1	589.4	747.5	1350.9	1016.4	1347.8	1575.2	1623.2	12695.9
Otolithe	1056.1	650.7	1110.5	1193.6	1168.4	1221.9	1373.8	1504.5	1176.8	1678.3	791.2	12925.8
Dentes	760.1	887.4	1063.5	1488.7	914.6	1853.4	2178.2	1691	1487.9	1348.1	1536.5	15209.4
Seiche	700.7	1049.2	1084.7	1528.2	2201.8	1294.8	1383.2	1306	1343.1	1553.3	1794.3	15239.3
Raies	489.9	724.2	687.2	1204.5	930.7	1135.2	1720.4	2350.9	2987	3570.7	2360.4	18161.1
Poulpe	0	0	0	0	0	0	0	1464.7	6718.6	4340.2	8144.4	20667.9
Thiof	1600	1638.4	1678.4	2946.7	3119.5	3263.7	3163.5	2054.4	1291.6	1605.5	1276.9	23638.6
Pagre	1759.7	1272.7	1362.1	1624.6	2040.4	3194.8	2795.2	1921.5	1965.1	2558.8	3955.4	24450.3
Mérou de Gorée	981.6	1301.3	1378.8	3287.2	4815	4738.1	3277	2055.6	1142.4	1150	747.2	24875.1
Divers démers.	1039.6	2377.1	1472	2032.4	1942.6	3398.4	2095.3	1682.2	2369.4	3678.6	4096	26183.6
Machoiron	1074.8	1808.8	3052.2	2338.6	1144.4	2768.8	3796.2	2686.4	2217.5	2912.9	2470	26270.6
Pageot	2112.6	1850.4	2570.1	3028.7	4608.1	4402.4	3243.8	2792.3	3062.4	3713.9	3370	34754.7
TOTAL	14527	17929.7	19891.2	26119.1	29390.1	34278.9	33118.8	28414.6	33591.5	364469.8	37169.7	310900.4

Tableau 1b : Classement par ordre croissant des captures (en tonnes) des principales espèces démersales en pêche artisanale (sur 11 ans).

L'analyse des variations interannuelles des débarquements permet d'appréhender les principales modifications intervenues dans la pêcherie. Celles-ci sont surtout importantes dans la technique de pêche à la ligne où on note une baisse substantielle des quantités de tassergal (*Pomatomus saltator*) après 1984, et l'apparition du poulpe (*Octopus vulgaris*) après 1988 comme nouvelle espèce cible. L'accroissement des débarquements des raies par les filets dormants après 1988 est dûe en partie au développement de la transformation artisanale d'exportation.

Débarquements de la pêche industrielle

Si l'on ne retient que les espèces côtières, on remarque que l'apport en espèces démersales devient de plus en plus important à partir de 1972. A cette époque, la flottille de Dakar s'est orientée vers des espèces à haute valeur commerciale comme la crevette et la sole qui ont représenté 90 % environ des débarquements des chalutiers entre 1968 et 1970 (GARCIA *et al.*, 1979). La diminution du stock de crevettes du

Sud du Sénégal a entraîné à la fin des années 70 et au cours des années 80 une diversification des espèces débarquées avec prédominance des pageots (*Pagellus*), des machoirons (*Arius*) et capitaines (*Pseudotolithus*), les soles (*Solea* et *Cynoglossus*) et crevettes représentant chacune 5 % environ des débarquements en 1986. A partir de cette année, les espèces les plus côtières dominent dans les débarquements : Octopus, Sepia, Pseudotolithus, Pomadasys, Galeoides et Arius représentent 66 % du total débarqué en 1990. Les rejets en mer de juvéniles d'espèces commerciales sont encore importants (THIAM M., GASCUEL D., 1993).

Au niveau des pélagiques, les débarquements des sardiniers se sont accrus progressivement jusqu'en 1972 pour se stabiliser autour de 26 000 tonnes. De 1983 à 1988, ils sont pratiquement inexistants. 80 à 90 % des captures de ces bateaux sont constitués de sardinelles avec prédominance de la ronde (50 à 60 %). Les bateaux de pêche hauturière (polonais, russes) font des apparitions épisodiques et leurs captures ne sont pas prises en compte ici.

ÉVOLUTION DES EFFORTS

Dans le cadre de cette présentation générale, nous nous limiterons à donner une aperçu de l'évolution de l'effort de pêche, compris comme étant le nombre d'unités de pêche artisanale ou industrielle opérationnelles recensées au niveau des ports de débarquement. Nous tenterons de suivre pour chaque sous secteur l'évolution du nombre d'embarcations en comparant, quand c'est possible, les données collectées par le CRODT à celles de la DOPM. Ces données seront affinées dans la suite du travail pour une utilisation dans des analyses plus poussées.

En pêche artisanale

Les données sur le parc piroguier proviennent de deux sources (Tableau 2) :

- la DOPM dont les données sont anciennes et renseignent sur le nombre d'unités présentes dans les centres de débarquement : elles comprennent, selon les années, des pirogues de fleuve qui expliquent le nombre élevé d'unités de pêche à rame. On constate une augmentation du nombre total de pirogues, qui est surtout accusée à partir des années 80 avec un maximum de 10 900 unités en 1991. Le nombre de pirogues à moteur devient plus important que celui des pirogues à rame à partir de 1972 (influence du projet de motorisation du CAMP). En 1991, 72 % des pirogues à rame sont en Casamance.
- Le CRODT qui dispose de données récentes (depuis 1981) obtenues par recensement semestriel des pirogues opérationnelles sur les différents sites de pêche. De 1981 à 1986, le recensement à couvert toutes les régions maritimes et le parc piroguier opérationnel est stable autour de 3800 pirogues; dans les dernières années, l'opération n'a pas intéressé la Casamance ni le Saloum. On remarque que le maximum de pirogues enregistrées (4800) est noté en 1991.

Si le taux de motorisation oscille entre 45 (1970) et 72 % (1988) selon les données

DOPM, il est environ de 84 à 90 % pour le CRODT. On remarque aussi que le nombre de pirogues dans les deux cas est plus élevé en 1990 et 1991, ceci étant dû au retour des pêcheurs migrants de Mauritanie.

ANNEES	PIROGUES				CHALUTIERS				SARDINIERS			
	DOPM		CRODT		DOPM		CRODT		DOPM		CRODT	
	Rame	Moteur	Rame	Moteur	basés	non basés	basés	non basés	locaux	étrangers	locaux	étrangers
1960	3900				11							
1961	3900				20				1			
1962	3100				26				1			
1963	5500				23				1			
1964	5500				33				1			
1965	5400				36		3		1			
1966	4600				39		6		2			
1967	4400				34		16		3			
1968	5100				38		24		3			
1969	4400						54		4		4	
1970	2451	1995			68	4	50		4	1	5	
1971	2715	2578			69	14	57		1	4	6	
1972	2408	3209			67	25	69		3	2	5	
1973	2369	3561			68	24	93		12	0	16	
1974	2255	4187			64	23	90		13	0	18	
1975	2000	4041			71	19	91		11	0	11	
1976	2257	3843			76	4	80		12	0	13	
1977	3593	3263			82	85	116		9	0	12	
1978	3796	3957			88	91	119		8	0	10	
1979	3986	4631			99	85	117	8	13	0	15	
1980	3869	4616			103	89	132	13	17	0	18	
1981	4180	4931	469	3388	110	65	135	17	14	0	15	
1982	4327	4774	465	3356	128	58	150	17	19	0	20	1
1983	3226	5300	482	3263	140	28	145	14	20	0	18	1
1984	3904	5138	490	3343	133	30	125	26	12	0	11	1
1985	1445	3640	559	3340	142	43	145	24	8	0	8	1
1986	2813	4808	559	3340	136	43	144	26	5	0	5	0
1987	2731	5830	593	3066	144	43	141	26	3	0	5	0
1988	2413	6210	619	3152	137	80	128	42	5	0	5	0
1989	3580	6425	555	3055	139	81	128	47	9	0	9	0
1990	3889	6522	393	3753	121	78	124	40	9	0	9	0
1991	3920	6979	460	4220	131	60	124	25	8	8	8	8

Tableau 2 : Evolution du nombre d'unité dans les pêcheries sénégalaises

En pêche industrielle

Les unités considérées sont constituées par les chalutiers et les sardiniers présents dans l'année au port de Dakar (pour la DOPM) ou ayant effectué au moins une marée au Sénégal (pour le CRODT) et répartis selon leur nationalité ou leur pays de débarquement (Tableau. 2) : les thoniers et sardiniers hauturiers (cas des bateaux polonais entre 1979 et 1983) ne sont pas pris en compte dans la description.

En pêche chalutière, on observe une augmentation régulière du nombre d'unités : depuis 1968, cette augmentation est accompagnée d'un accroissement de la puissance motrice et de la capacité des bateaux (GARCIA *et al.*, 1979). A partir de 1986, le nombre de congélateurs est devenu plus important que celui des glaciers (M. THIAM et D. GASCUEL, 1993).

La flotte sardinière est essentiellement constituée de petites unités basées à Dakar : leur nombre a beaucoup baissé après 1983, lié au non remplacement des vieux sardiniers. On note une légère reprise en 1990 et un afflux de sardiniers étrangers.

CONCLUSION

En étudiant la liste des espèces de poissons capturées en pêche artisanale, on y retrouve les principales espèces cibles de la pêche industrielle, et qui effectuent d'importantes migrations latitudinales. Ce constat permet de décrire les caractéristiques de la pêche sénégalaise :

- stocks partagés par divers types de pêche et différents pays, avec risques de situations conflictuelles ;
- variations importantes de disponibilité et de composition spécifique pour des stocks distribués dans une aire géographique débordant le cadre sénégalais ;
- existence de stratégies de pêche et adaptation de l'exploitation selon l'espèce cible et les lois du marché ;
- statistiques de pêche difficilement maîtrisables avec le nombre important de points de débarquements en pêche artisanale, le nombre de bateaux ne débarquant pas à Dakar et la difficulté d'obtention de données détaillées sur les captures et l'effort de pêche dans les autres pays de la sous-région (Guinée Bissau, Gambie).

Il reviendra à l'atelier d'approfondir ces observations par une analyse plus fine des données de prise et d'effort, ainsi que d'autres paramètres pour répondre aux questions posées par l'évaluation des ressources exploitées par la pêche artisanale.

RÉFÉRENCES

- **FREON (P.), LOPEZ (J.), 1983.-** Les ressources pélagiques côtières au Sénégal : état des stocks et perspectives en 1981. *Archive CRODT n° 107, 83 p.*
- **GARCIA (S.), LHOMME (F.), CHABANNE (J.), FRANQUEVILLE (C.), 1979.-** La pêche démersale au Sénégal : historique et potentiel. *In "Rapport du groupe de travail "ad hoc" sur les stocks côtiers démersaux vivant entre le sud de la Mauritanie et le Libéria". COPACE/PACE SERIES/78/8 pp. 59 - 77.*
- **THIAM (M.), GASCUEL (D.), 1993.-** Description de la pêcherie chalutière côtière sénégalaise et estimation des indices d'abondance des principales espèces exploitées. *(en préparation).*

Variabilité interannuelle et saisonnière de l'environnement sur le plateau continental sénégalais.

I. Dème-Gningue et D. Touré.

RÉSUMÉ :

Les paramètres vent et température de surface ont été analysés dans cette étude.

La moyenne mensuelle des vitesses du vent montre, que celle-ci est maximale en Avril et minimale en Août. L'indice d'upwelling calculé à partir de ces données met en évidence une forte variabilité de l'upwelling entre 1964 et 1991. Au sud du Cap-Vert, l'indice d'upwelling est positif toute l'année tandis qu'au nord, il s'annule et devient négatif entre juin et septembre.

Les températures moyennes mensuelles mettent en évidence un minimum en février-mars et un maximum en août.

Les moyennes annuelles des températures, du vent et de l'indice d'upwelling, indiquent que les années les plus froides avec les vitesses de vent et les indices d'upwelling les plus élevés sont observées entre 1972 et 1977 et entre 1985-1986. Depuis 1988, on observe une baisse progressive des températures et inversement une hausse des vitesses du vent et des indices d'upwelling.

ABSTRACT :

Temperature and wind are analysed in this study. The monthly means of wind show that the mean velocity is lower in august and higher in march. The same observations are collected with upwelling indice but there is a difference between the north of Cap-Vert where the mean indice is null or negative between June and September and the south where it is positive every month of the year.

Monthly means of temperature show the lowest temperatures in February or march and the maximum in august while the opposite is observed with to the wind.

The annual means of temperature, upwelling indice and wind show between 1964 and 1991, that periods of strong upwelling are observed between 1972 and 1977 and at 1985. Since 1988, temperatures become lower, while wind-velocity and upwelling indices become higher.

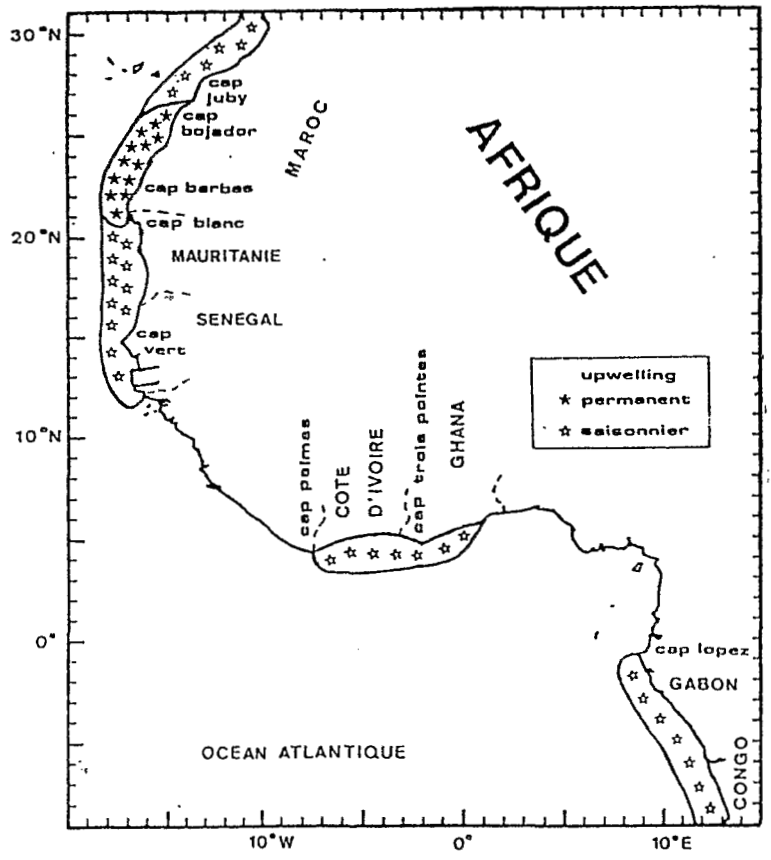
INTRODUCTION

Les travaux réalisés au Sénégal sur l'océanographie depuis les années soixante (Berrit, 1962; Rossignol et Aboussouan, 1965; Rebert, 1978; Gallardo, 1981; Teisson, 1982; Rebert, 1983; Touré, 1983; etc.) ont abouti à de nombreux résultats dont la mise en évidence de deux principaux contrastes responsables d'une grande partie de la variabilité hydrologique de ces côtes:

- un contraste morphologique du plateau continental entre le nord et le sud du Cap-Vert, lié à la largeur du plateau et à l'orientation de la côte. En effet, au nord, le plateau est étroit (environ 10 miles) et orienté nord-nord-est alors qu'au sud, le plateau s'élargit jusqu'à atteindre 30 miles au large de la Casamance et la côte est orientée nord puis nord-ouest.
- un contraste saisonnier lié en grande partie au régime du vent. En effet, au Sénégal on note deux principales saisons hydrologiques: la saison froide correspondant à la période des alizés avec une forte variabilité du signal thermique et la saison chaude assimilable à la période de l'hivernage et caractérisée par des amplitudes thermiques faibles. La saison chaude s'étend de

Juillet à Octobre et la saison froide de Novembre-Décembre à Mai. La saison froide correspond à une période d'upwelling côtier, phénomène induit par les vents et identifié sur les côtes ouest-africaines (Figure 1), dont celles du Sénégal (Wooster *et al.* 1976; Touré, 1983, Roy, 1989; Portlano, 1986; Rébert, 1983; Deme-Gningue *et al.*, 1990, etc.).

Figure 1 : carte d'Afrique avec localisation des zones d'upwelling côtier

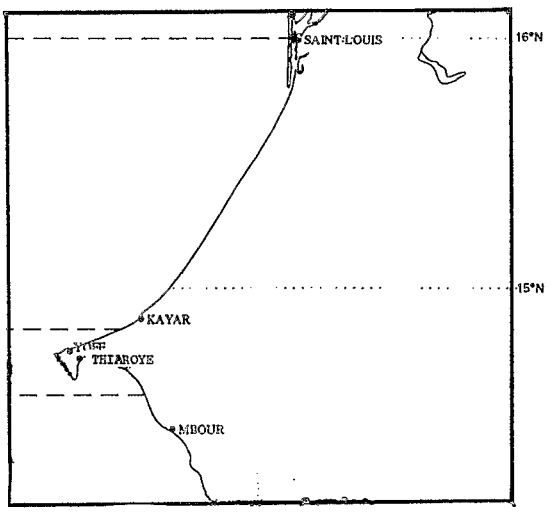


Ces côtes sont généralement très poissonneuses et la production y semble particulièrement liée à la fluctuation hydro-climatique.

Une variabilité inter-annuelle sur la façade maritime sénégalaise a également été mise en évidence par ces travaux.

De ce fait, la fluctuation des conditions de l'environnement affecte beaucoup celle de la pêche, d'où l'importance d'une surveillance continue de l'environnement hydro-climatique.

Figure 2 : carte du Sénégal avec localisation des stations côtières



L'objet de notre étude est de faire le bilan de ces variabilités tant inter-annuelle que saisonnière sur la façade maritime sénégalaise au cours des trente dernières années afin de permettre la comparaison entre les fluctuations de la pêche surtout pélagique avec celle de l'environnement. Pour cela, des données de température recueillies sur les stations côtières sont analysées, de même que les observations sur les vents collectées à la station météorologique de l'aéroport de Dakar-Yoff.

Ces stations côtières sont établies le long du littoral (Figure 2) pour le suivi de l'hydrologie et les premières sont installées depuis les années cinquante. Le choix des deux paramètres "vent" et "température de surface" est déterminé par leur importance dans le phénomène d'upwelling considéré comme la principale source d'enrichissement des côtes sénégalaises.

VARIABILITÉ DU VENT

L'analyse des données de vent intéressant la côte sénégalaise a été décrite par les travaux de Rebert (1978), Portalano (1986), Roy (1989) et Roy (1992) notamment pour ce qui concerne leur répartition et leur direction.

Résultats

La répartition temporelle des vents au cours des trois dernières décennies montre que :

L'évolution de la moyenne mensuelle de la vitesse des vents toutes années confondues (Figure 3) met en évidence une croissance progressive des vitesses de janvier à avril, puis une diminution à partir de mai pour atteindre le minimum en août-septembre. Les fluctuations de la vitesse autour de la médiane (Figure 4) sont

fortes toute l'année, les maxima et minima étant presque constants quel que soit le mois considéré.

Entre mi-juin et mi-Aôut, l'écart par rapport à la médiane diminue légèrement. On remarque cependant que le mois d'août, comporte les valeurs extrêmes les plus élevées et des vitesses moyennes assez importantes.

Figure 3 : Evolution de la moyenne mensuelle de la vitesse du vent.

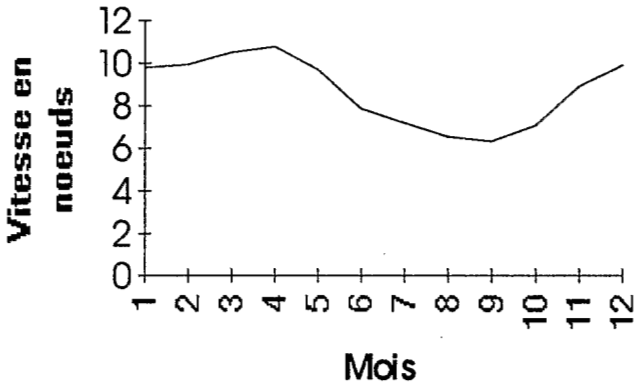
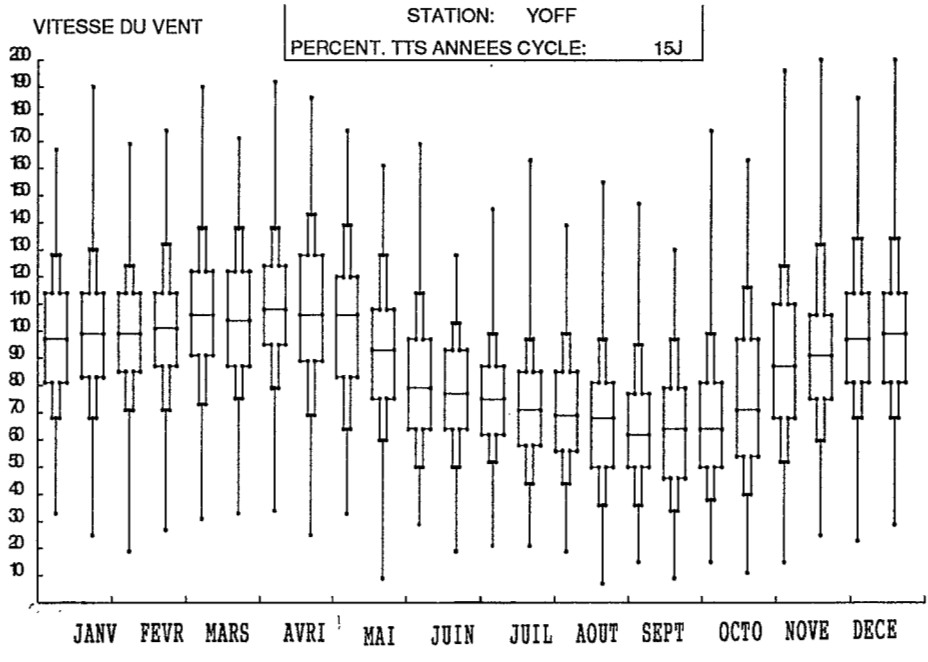
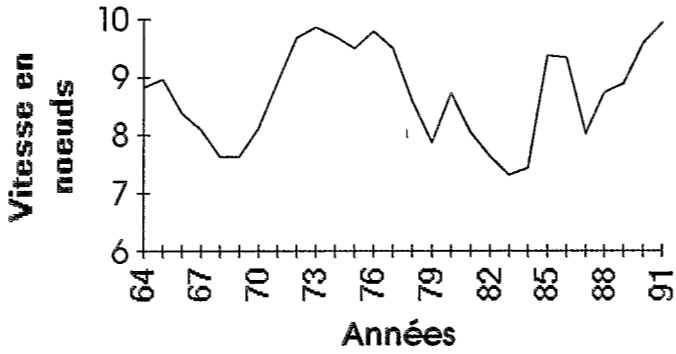


Figure 4 : Evolution des vents entre 1961 et 1991



L'évolution des vitesses moyennes par an entre 1964 et 1991 (Figure 5) montre, qu'à partir de 1965, la moyenne annuelle diminue pour atteindre des minima entre 1968 et 1969. Les vitesses les plus élevées sont relevées entre 1972 et 1977 et 1985-1986 pendant que des périodes de faible vent sont observées entre 1981 et 1984. Depuis 1988, la moyenne annuelle des vents croît.

Figure 5 : Evolution de la moyenne annuelle de la vitesse du vent



L'indice d'upwelling calculé à partir des vents

L'upwelling identifié sur les côtes sénégalaises est un upwelling côtier (Rebert, 1983; Touré, 1983; Roy, 1989; Deme-Gningue *et al.*, 1990). A ce titre, il est principalement induit par les vents notamment les alizés. Pour cela, la théorie d'Ekman s'applique parfaitement au calcul de l'indice d'upwelling dans la zone (Teisson, 1982). En effet, le transport d'Ekman donne une bonne estimation du transport des masses d'eau par le vent (Roy, 1991) et sa composante normale à la côte est un indice de l'intensité d'un upwelling côtier (IUC).

Au Sénégal, l'intensité de la dérive des eaux côtières en direction du large conditionne partiellement l'amplitude de la résurgence des eaux profondes et le vent est le principal moteur de ce flux. Une estimation de son intensité est donnée par la composante normale à la côte du transport d'Ekman (Bakun, 1973). L'orientation de la côte par rapport au champ de vent et la vitesse du vent vont donc déterminer l'intensité de la résurgence. Des modifications de la direction du vent introduiront donc des fluctuations dans l'intensité de la résurgence. D'autres éléments tels que la topographie (largeur, profondeur, etc. du plateau continental, la présence d'un canyon, d'un cap ou d'une baie), peuvent aussi affecter de manière importante l'intensité de la résurgence (Roy, 1991). Pour ces raisons et du fait du contraste entre le nord et le sud précédemment décrit, l'intensité de la résurgence peut être différente entre le nord et le sud du Cap-Vert pour une même vitesse du vent. Ainsi donc, nous avons calculé un indice d'upwelling à partir des données de vent que nous avons collectées de 1964 à 1991, pour la partie nord et pour la zone sud du Cap-Vert afin de mieux nous rapprocher de la situation réelle dans le milieu.

Cet indice est calculé à partir de l'équation suivante:

$$IUC = rCd*V\bullet/2*\Omega*\sin(\phi)\ .$$

r= densité de l'air

Cd= coefficient de rugosité

V•= carré de la composante du vent parallèle à la côte

Ω= Vitesse angulaire de rotation de la terre

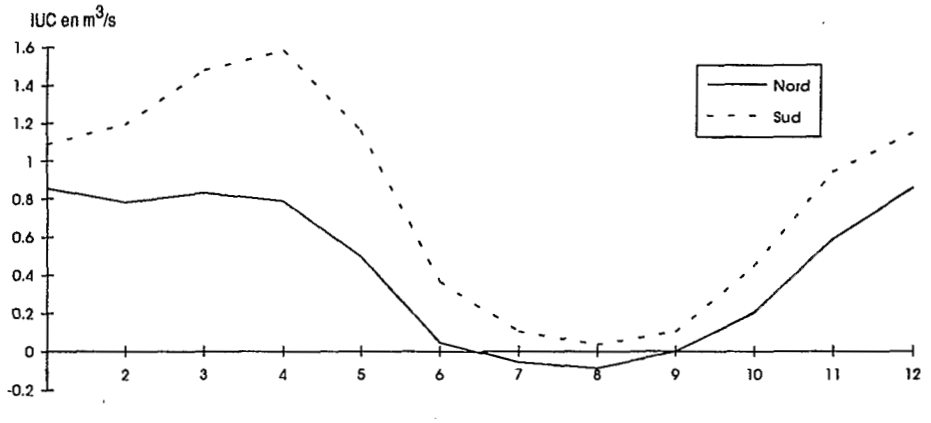
ϕ= latitude

Résultats

Par vents forts, cet indice est positif et croit avec l'intensité tandis que par vents faibles, on observe une évolution inverse et l'indice peut devenir négatif.

Les moyennes mensuelles de l'indice d'upwelling toutes années confondues entre 1964 et 1991 (Figure 6), montrent une forte variabilité de l'indice. Entre juin et septembre, la variabilité est plus faible. Dans la zone sud, la moyenne mensuelle des indices, toutes années confondues est positive toute l'année (entre 1.50 et 0.10), tandis que dans le nord, celle-ci s'annule ou devient négative entre juin et septembre (Figure 6). Au sud du Cap-Vert, l'indice moyen augmente de janvier à avril et de septembre à décembre. Au nord, le maximum est observé entre mars et avril. Par ailleurs, les indices moyens recueillis dans la partie sud sont plus élevés que ceux de la zone nord.

Figure 6: Evolution de la moyenne mensuelle de l'indice d'upwelling côtier au nord et au sud du Cap-Vert



L'évolution des indices d'upwelling moyens par année (Figure 7), montre une période d'upwelling fort entre 1972 et 1977. L'indice est également fort en 1985 et

croît à partir de 1988. On note une nette prédominance de l'indice annuel moyen dans la partie sud au cours de ces années. Cependant, il évolue de la même façon dans les deux zones.

Les indices d'upwelling calculés à partir des données de vent recueillis au large par les bateaux marchands (Roy, 1992) sont plus élevés que ceux calculés à partir des données collectées à Yoff. Ils montrent qu'à partir de 1971, l'indice croît et un maximum est observé en 1973. A partir de 1975 l'indice est relativement stable et élevé aussi bien au nord qu'au sud. La différence nord-sud est relativement faible mais l'indice est généralement plus élevé au sud.

Figure 7 : Evolution de la moyenne annuelle de l'IUC.

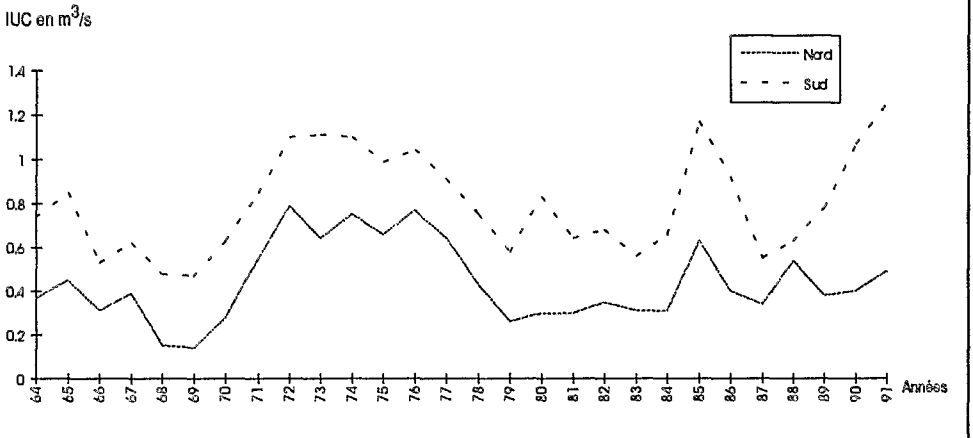
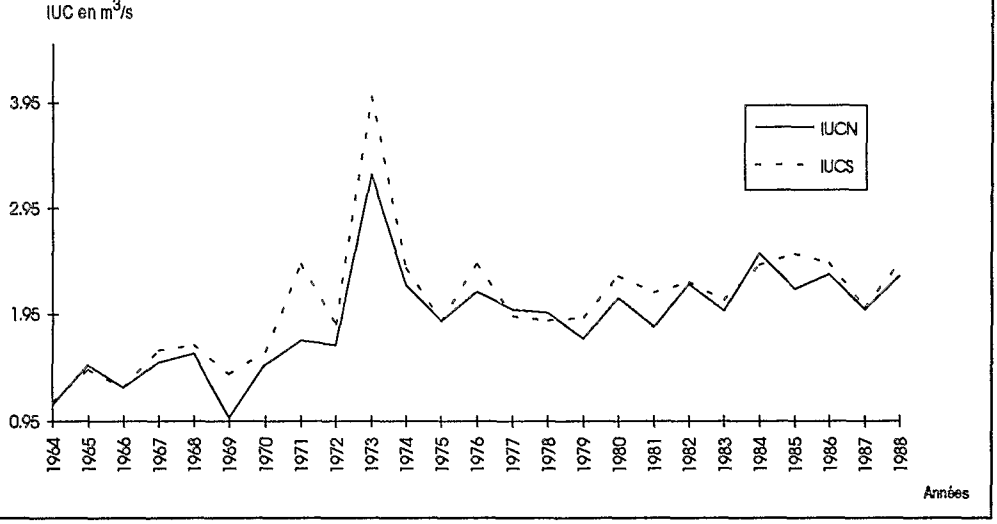


Figure 8 : Evolution de la moyenne annuelle de l'IUC calculée à partir des données des navires marchands



LA TEMPÉRATURE DE SURFACE

Les données traitées dans ce travail ont été quotidiennement collectées aux différentes stations côtières établies par le CRODT tout le long de la côte sénégalaise (Figure 2). Ces stations ont pour objectif, le suivi régulier et à moindre frais de l'hydrologie de la façade maritime. Leur établissement a été progressif et de ce fait, toutes les stations côtières ne débutent pas la même année et les décalages entre les plus récentes et les anciennes sont de dix à plus de vingt ans parfois.

Dans le présent travail, les stations côtières sont regroupées en trois régions : la grande côte comprenant les stations de Saint-Louis et Kayar, le Cap-Vert constitué par les stations de Yoff et Thiaroye et la petite côte représentée par la station de Mbour (Figure 2). Une station est choisie dans chacune des zones.

Résultats

Les moyennes mensuelles de l'ensemble des températures observées à une station toutes années confondues, montrent que celles-ci varient de façon saisonnière. Cependant, la durée de la saison froide dépend de la zone considérée (Figures 9, 10 et 11).

A Mbour, les variations autour de la médiane mensuelle entre 1952 et 1991 sont relativement faibles dans l'ensemble mais plus particulièrement en saison chaude (Figure 9). La plus forte fluctuation est observée en Février. La saison froide (température inférieure à 24°C) s'y étend de novembre à mi-mai et la température minimale y est d'environ de 19°C.

Figure 9 : Evolution des températures entre 1952 et 1991 à Mbour

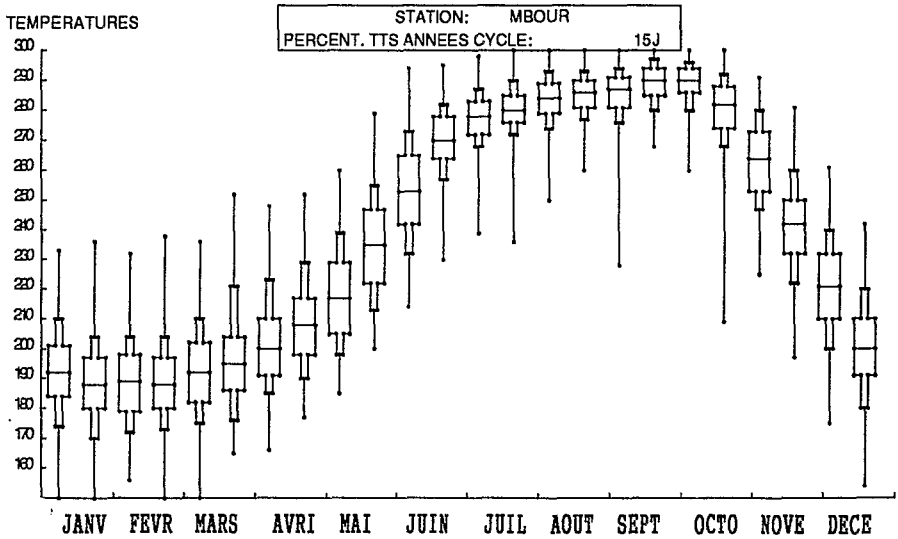


Figure 10 : Evolution des températures à Saint-Louis entre 1960 et 1991

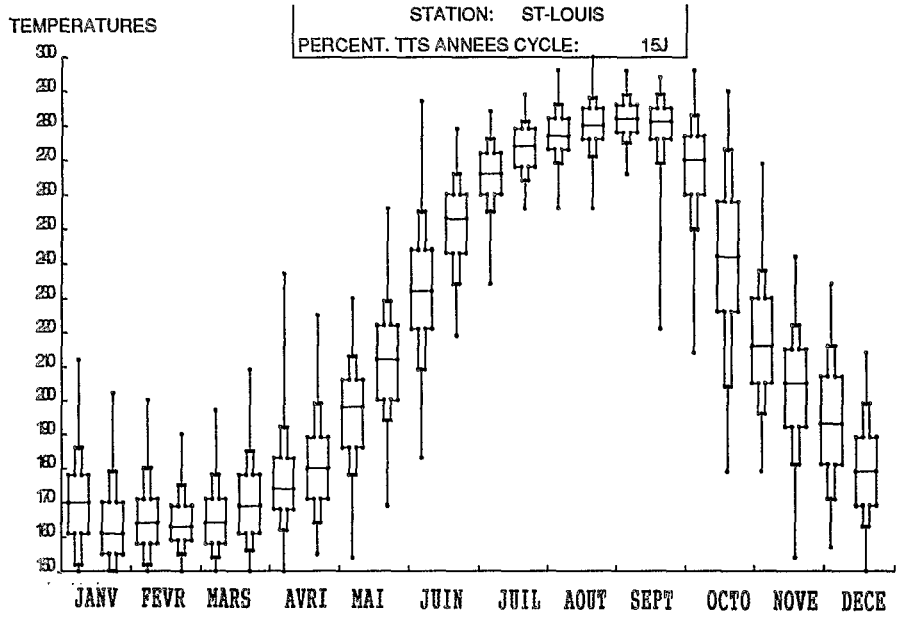
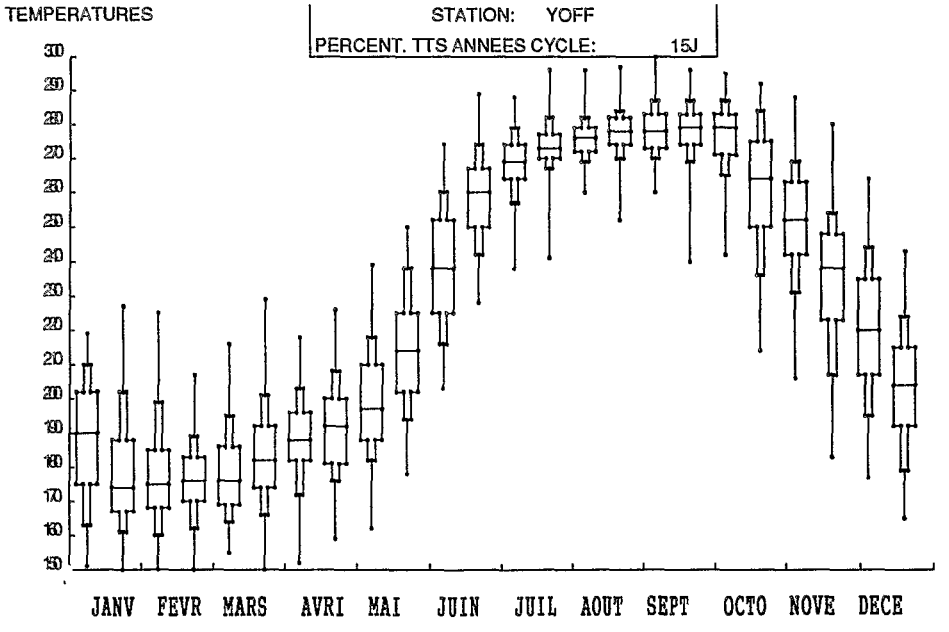


Figure 11 : Evolution des températures à Yoff entre 1974 et 1991



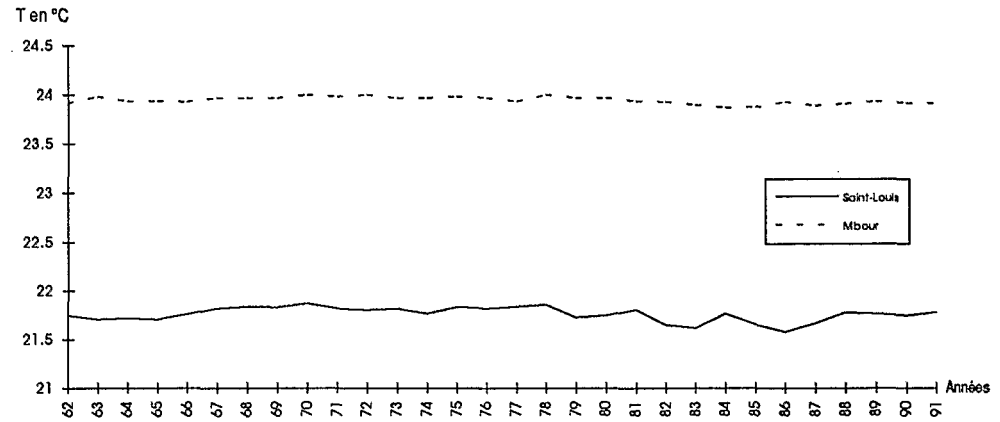
Par contre, aussi bien sur la grande côte (Figure 10) qu'au Cap-Vert (Figure 11), les variations sont plus grandes en début et en fin de saison froide ainsi qu'en période de transition (entre octobre et décembre puis entre avril et juin). La température minimale se situe autour de 16°C à Saint-Louis et de 17°C à Yoff. Ainsi, on peut noter un réchauffement progressif des températures vers le sud. La dispersion des températures en saison chaude est plus élevée dans cette zone qu'à Mbour. La saison froide y semble plus courte qu'à M'bour et s'étend de décembre à mi-avril.

Par ailleurs, on note que les températures moyennes par an sont plus élevées au sud (Figure 13). L'évolution des températures moyennes par an et toutes stations confondues (Figure 12), met en évidence des périodes de températures faibles entre 1974 et 1977 et 1985-1986. A partir de 1988, on note une baisse progressive des températures. On peut également noter que les températures moyennes par an sont relativement élevées entre 1964 et 1970 et varient très peu.

Figure 12 : Evolution de la moyenne annuelle des températures entre 1964 et 1991



Figure 13 : Evolution de la moyenne annuelle des températures à Saint-Louis et Mbour entre 1964 et 1991



DISCUSSION

La comparaison entre les évolutions des moyennes mensuelles de température et des vitesses moyennes du vent pendant la période 1964-1991, montre que ces deux paramètres varient généralement de façon inverse. Cette situation est probablement due au fait qu'au Sénégal, les températures de l'eau sont directement influencées par l'intensité des vents pendant la majeure partie de l'année (Teisson 1982, Portlano, 1986, Roy 1989, *etc*).

La variabilité saisonnière des températures plus prononcée que celle des vitesses moyennes du vent (Figures 4, 9, 10 et 11) s'expliquerait par le fait que, la direction du vent et son orientation par rapport à la côte qui sont parmi les facteurs les plus déterminants de l'intensité de la résurgence (Roy, 1989) donc de la baisse des températures, ne sont pas pris en compte dans cette analyse. De même, la non prise en compte de la direction et de l'orientation du vent, expliquerait la très grande décroissance de l'indice d'upwelling entre juin et septembre pour une faible diminution de la vitesse moyenne du vent.

A une station donnée, l'évolution des moyennes annuelles du vent à Yoff entre 1964 et 1991 et celle des indices d'upwelling pour la même période, présente des similitudes avec celle des moyennes annuelles de la température pour la même période. En effet, les années pendant lesquelles l'upwelling varie dans un sens ou dans l'autre correspondent avec les trois paramètres à partir des années 1970 (Figures 5, 7, 9, 10 et 11). Cependant, quand on prend les moyennes annuelles de la température toutes stations confondues (Figure 12), on observe un petit décalage notamment en ce qui concerne la période froide des années 1970, celle-ci étant plus courte avec ces dernières données.

Par ailleurs, la période 1964-1970 pendant laquelle les indices d'upwelling et les vitesses du vent sont assez variables, correspond paradoxalement à des températures moyennes presque constantes ((Figures 7, 9 et 12). Cette situation pourrait être liée au fait que les vents à Yoff sont recueillis en un point et extrapolés pour le nord comme pour le sud. Ce qui expliquerait que ces fluctuations ne soient directement perceptibles sur les variations de températures. Mais les indices d'upwelling calculés à partir des données de vent des bateaux marchands (Figure 10), donc de données recueillies au large, présentent également une variabilité relativement élevée pendant cette même période. De ce fait, la relative constance des températures entre 1964 et 1970 ne s'expliquerait pas par une relative stabilité du vent.

La similitude entre les évolutions de la moyenne annuelle des vitesses de vent et celle des indices moyens annuels de l'upwelling, serait liée au fait que nous avons raisonné sur des moyennes annuelles sans tenir compte de la période d'upwelling, ce qui minimiserait les effets de la direction du vent par rapport à la côte

Selon les indices d'upwelling côtiers, l'upwelling a généralement été plus faible au nord du Cap-vert pour la période 1964-1991. Cependant, les moyennes annuelles de la température à Mbour et à Saint-Louis donnent un signal opposé. Cette situation s'expliquerait par le fait que l'upwelling est situé au niveau du talus continental sur la côte sud alors que la remontée est perceptible à la côte sur la zone nord (Deme-

Gningue *et al.*, 1990), d'où les températures plus faibles dans cette zone alors que les indices indiquent que l'upwelling est plus fort sur la côte sud.

La plus faible variation des températures à Mbour (Figure 9) par rapport aux deux autres les secteurs de Saint-Louis (Figure 10) et de Yoff (Figure 11), viendrait de l'éloignement des sources de l'upwelling dans la zone sud (accores du plateau continental) par rapport aux deux autres (près de la côte), ce qui minimise les écarts thermiques. La hausse progressive vers le sud du minimum de températures aux stations côtières pourrait également être expliquée par ce phénomène et confirmerait les résultats obtenus à partir des données collectées durant les campagnes "CIRSEN" (Deme-Gningue *et al.*, 1990) qui font état d'une dérive générale sud.

Avec l'affaiblissement des alizés à partir du mois de mars, on observe une chute de l'intensité de l'upwelling sur tout le plateau continental, ce phénomène pourrait être lié au changement de direction des vents qui de ce fait ne sont plus favorables à une résurgence sur la côte sénégalaise (Roy, 1989).

Les paramètres analysés dans ce travail, indiquent tous, les périodes 1972-1977 et 1985-1986 comme étant des années d'upwelling fort. De ce fait, on peut dire que les années d'upwelling faible à modéré ont été plus nombreuses au cours de la période étudiée.

Par ailleurs, ces résultats confirment la saisonnalité des facteurs hydroclimatiques sur la façade maritime sénégalaise et leur variabilité inter-annuelle. Les effets du contraste morphologique entre le nord et le sud du Cap-Vert peuvent aboutir à une mauvaise appréciation de l'intensité de l'upwelling à partir des seules données de température des stations côtières; une station située au niveau du talus continental serait mieux placée pour une bonne appréciation de la résurgence dans la zone sud.

RÉFÉRENCES

- **BAKUN A., 1973:** Coastal upwelling indices, west coast of North America, 1946-1971. *U.S. Dept. Commer. NOAA Tech. Rep. NMFS SSRF-671, 103p.*
- **BERRIT G.R., 1962:** Contribution à la connaissance des variations saisonnières dans le golfe de Guinée . Observations de surface le long des lignes de navigation. II Etude régionale. *Cah. Océanogr. COEC 14, 9: 633-643.*
- **DEME-GNINGUE I.D.,ROY C. et TOURE D., 1990:** Variabilité spatio-temporelle de la température, des nitrates et de la chlorophylle devant les côtes sénégalaises. *Doc. Sci. CRODT n° 122.*
- **GALLARDO Y., 1981:** On two marine ecosystem of Senegal, separated by a peninsula. *Doc. Sci. CRODT. N° 141-153..*
- **PORTALANO P., 1986:** Analyses des séries vent-températures de la mer en surface des côtes sénégalaises. *Océanog. trop., ORSTOM, 21,2 205-227.*
- **REBERT J. P., 1978:** Vents et températures dans l'upwelling côtier ouest africain *Cah. ORSTOM N°.*
- **REBERT J. P.,1983:** Hydrologie et dynamique des eaux du plateau continental sénégalais. *Doc. Sci. CRODT n° 89.*

❒ **ROSSIGNOL M. et ABOUSSOUAN M.T., 1965:** Hydrologie marine côtière de la presqu'île du Cap-Vert. Contribution à l'étude de la productivité des eaux. *Doc. Sci. CRODT n°2, 166p.*

❒ **ROY C., 1989:** Fluctuation des vents et variabilité de l'upwelling devant les côtes du Sénégal. *Oceanological Acta 12 (4) 361-369.*

❒ **ROY C., 1991 :** Les upwellings: le cadre physique des pêcheries côtières ouest-africaines. *In P. CURY et C. ROY eds Variabilité, instabilité et changement dans les pêcheries ouest-africaines, ORSTOM, Paris.*

❒ **ROY C., 1992 :** Réponses des stocks de poissons pélagiques à la dynamique des upwelling en afrique de l'ouest: analyse et modélisation. *Thèse de doctorat. Editions ORSTOM collection Etudes et Thèses. Paris 1992.*

❒ **TEISSON C., 1982:** Application de la théorie d'Ekman à l'étude des courants et des remontées d'eau profondes le long des côtes sénégalaises. *Doc. Sci. CRODT n°106, 79p.*

❒ **TOURE D.,1983:** Contribution à l'étude de l'upwelling de la baie de Gorée (Dakar Sénégal) et de ses conséquences sur le développement de la biomasse phytoplanctonique. *Doc Sci. CRODT, n°93.*

❒ WOOSTER W. S., BAKUN A., MCLAIN D.R., 1976: The seasonal upwelling cycle along the eastern boundary of North Atlantic. J. Mar. Res., 34, 131-141.

Aménagement, législation et développement des pêches artisanales au Sénégal : bilan et analyse d'impact.

M. Dème et B. C. Dioh.

RÉSUMÉ :

L'étude porte sur le bilan des grandes mesures juridiques, d'aménagement et de développement des pêcheries sénégalaises (artisanales en particulier).

Les principales mesures portant sur la législation des pêcheries nationales ont été identifiées et classées en cinq catégories : zones de pêche, navires de pêche, engins de pêche, droits de pêche et protection des ressources. Une analyse évolutive de ces mesures a été faite et leur impact potentiel sur les pêcheries cerné.

Les grands projets de développement de la pêche artisanale ont été présentés et discutés et leur impact global analysé.

ABSTRACT :

The study deals with the assessment of important juridical, management and development measures of the Senegalese fisheries (artisanal in particular).

The main legislative measures applied to the national fisheries are identified and classified in five categories : fishing grounds, vessel types, fishing gears, fishing rights, and resources protection. An evolutive analysis is done on these measures and their impact on the fisheries carried out.

The major small-scale development projects are described and discussed and their global effect analysed.

Abréviations:

BAD	: Banque Africaine de Développement
BNDS	: Banque Nationale de Développement du Sénégal
CAMP	: Centre d'Assistance à la Motorisation des Pirogues
CAPAS	: Centre d'Assistance à la Pêche Artisanale au Sénégal
CCCE	: Caisse Centrale de Coopération Economique
CCCFD	: Comité Catholique Contre la Faim et pour le Développement
CPA	: Coopérative Primaire d'Avitaillement
CRODT	: Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye
FED	: Fonds Européen de Développement
PAMEZ	: Projet de Développement de la Pêche Artisanale Maritime dans la région de Ziguinchor
PAPEC	: Projet de développement de la Pêche Artisanale sur la Petite Côte
PRO-PECHE:	Programme d'Assistance à la Pêche Artisanale au Sénégal
SERAS	: Société d'Exploitation des Ressources Animales au Sénégal
SONAGA	: Société Nationale de Garantie Automobile
SONED	: Société Nationale d'Etudes et de Développement
SOSACHIM	: Société Industrielle des Articles Sanitaires Adhésif et Chimique

INTRODUCTION

Dans le souci de protéger les stocks de poisson de toute surpêche et de maximiser les revenus tirés des ressources halieutiques le Sénégal a élaboré plusieurs lois et règlements relatifs à l'aménagement des pêcheries. Parallèlement plusieurs projets de développement ont été institués pour soutenir le secteur de la pêche.

L'objet de ce document est de faire le bilan de ces mesures juridiques, d'aménagement et de développement et de cerner leurs effets pratiques sur les pêcheries (artisanales en particulier).

AMÉNAGEMENT ET LÉGISLATION

Les principales mesures juridiques et d'aménagement des pêcheries sénégalaises sont contenues dans les Lois et règlements en annexe au présent document où ils ont été classés par ordre chronologique, le numéro d'ordre constituant la référence.

Un parcours rapide de cette liste montre à quel point la pêche sénégalaise est réglementée. Ces dispositions législatives qui définissent les zones de pêche, les navires, les engins, les animaux protégés, le droit de pêche ainsi que la protection des ressources halieutiques sont applicables à toutes personnes pratiquant la pêche dans la limite des eaux maritimes relevant de la juridiction du Sénégal, ainsi qu'aux matériels et aux navires en usage pour cette activité.

Les zones de pêche

Les Lois portant délimitation des eaux territoriales et du plateau continental (2, 5 et 14), ont fixé en 1961 la largeur des eaux territoriales du Sénégal à 150 milles et celle du plateau continental à 200 milles mesurée à partir des lignes de base. A l'époque, cette décision était motivée par l'incapacité de la Communauté Internationale à se mettre d'accord sur un droit de la mer qui s'impose à tous les Etats et qui organise de manière équitable l'exploitation des ressources halieutiques.

Après la signature de la Convention des Nations Unies sur le Droit de la Mer, le 10 décembre 1982, à Montego Bay (Jamaïque), notre pays a abrogé sa législation par la Loi 85-14 du 25 février 1985 portant délimitation de la mer territoriale, de la zone contiguë et du plateau continental (25), dont les limites extérieures sont fixées respectivement à 12 milles marins, à 24 milles marins et à 200 milles mesurés à partir des lignes de base

La Loi 76-89 du 2 juillet 1976 portant code de la pêche maritime (15) abrogée et remplacée par la Loi 87-27 du 18 août 1987 portant code de la pêche (30), ses décrets d'application (31 à 35 et 38) et ses arrêtés d'application (36, 37, 39 et 40), avait fixé les zones de pêche à partir de 3 milles marins pour les sardiniers et de 6 milles marins pour les chalutiers. Cette délimitation a été modifiée en vue d'une meilleure protection des ressources halieutiques et de la pêche artisanale.

C'est ainsi que la nouvelle réglementation (34) délimite l'activité des sardiniers de pêche fraîche jaugeant jusqu'à 250 tonneaux de jauge brute, à partir de 3 milles marins de la frontière sénégalo-mauritanienne au point de latitude 14° 36' 00 N et de longitude 17° 26" W. (zone Nord), à partir de 12 milles de ce point à la frontière nord sénégalo-gambienne (zone Centre) et à partir de 6 milles de la frontière sud sénégalo-gambienne à la frontière sénégalo-bissau-guinéenne (zone Sud).

Ces zones sont au delà de 12 à 25 milles marins pour les autres sardiniers, de 20 milles marins pour les chalutiers pélagiques et de 12 milles marins pour les palangriers de surface ou de fond.

En ce qui concerne les chalutiers de fond de pêche fraîche de moins de 300 tonneaux de jauge brute et les chalutiers de fond congélateurs de moins de 250 tonneaux de jauge brute, les limites se situent au-delà de 6 milles en "zone Nord" et en "zone

Sud", 7 milles en "zone Centre". Pour les autres chalutiers elle se situe au delà de 12 milles marins. Toutefois, une dérogation limitée dans le temps était accordée à certains chalutiers congélateurs de plus de 250 tonneaux de jauge brute (37, 39 et 40).

Les principaux buts recherchés par cette zonation sont la protection des ressources halieutiques (zone de reproduction puisqu'il n'y a pas de cantonnement ou d'interdiction saisonnière) et la prévention des conflits entre pêcheurs artisans et pêcheurs industriels. Ainsi l'exploitation exclusive de la zone littorale des 3 milles marins est réservée à la pêche artisanale et à la pêche thonière qui ont la possibilité d'opérer sur l'ensemble des eaux sous juridiction sénégalaise.

Cette exclusivité peut même être considérée comme acquise pour la zone allant jusqu'à 6 milles marins, dans la mesure où le peu de sardiniers qui sont actuellement en exploitation ne constitue pas une concurrence sérieuse pour la pêche artisanale. A certaines périodes de l'année, il était même nécessaire d'autoriser les sardiniers à pêcher à partir de un (1) mille des lignes de base quand le petit pélagique se rapprochait trop de la côte (18 et 19).

Malgré cette délimitation des zones de pêche, les incursions des chalutiers à l'intérieur de la zone de 6 milles marins interdite au chalutage (qui n'est pas sélectif) sont fréquentes et occasionnent souvent des destructions importantes de matériel et des pertes de vies humaines. A cela s'ajoutent les conflits nés de la concurrence directe entre les pêcheurs artisans dans leur zone d'exclusivité. Ainsi, à Kayar, les pêcheurs à la ligne et ceux à la senne tournante (autochtones) d'une part et les utilisateurs des filets dormants de fonds (migrants) d'autre part sont opposés dans l'exploitation de la ressource (CRODT, 1985). A ce, il a fallu prendre un arrêté préfectoral délimitant deux zones : les filets dormants au nord de la bouée de Niariraïa et les lignes au sud de cette zone pour ramener la paix sociale entre pêcheurs autochtones et pêcheurs migrants. C'est aussi le cas à Joal entre pêcheurs au filet maillant dormant de fond et ceux au filet maillant dérivant (BAKHAYOKHO, 1990). Ces conflits qui tendent à se généraliser sur l'ensemble du littoral sénégalais nécessitent de la part des pouvoirs publics et des intéressés la recherche de solutions adéquates. C'est ainsi que les Conseils des Pêches regroupant les pêcheurs, les mareyeurs, les autorités locales, l'administration des pêches et la recherche se sont avérés les plus indiqués pour le règlement de ces conflits.

Ces quelques exemples illustrent bien l'importance de la définition précise des zones de pêche sans laquelle la pêche artisanale et les zones de reproduction de la plupart des espèces auraient été détruites par la pêche industrielle. Ainsi la nouvelle réglementation a éloigné les zones de pêche industrielle pour protéger davantage la pêche artisanale, dont la contribution à l'économie nationale est prépondérante, et faire face à une surexploitation localisée des petits pélagiques côtiers sur la Petite Côte du Sénégal (FONTANA, 1983). C'est dans le même ordre d'idées que les sardiniers de pêche fraîche n'ont pas été autorisés à pêcher sur l'ensemble des eaux sous juridiction sénégalaise.

Les navires de pêche.

La Loi 76-89 du 2 juillet 1976 portant code de la pêche définit le navire de pêche comme toute embarcation dotée d'installations et d'engins conçus pour la capture des animaux marins. Suivant les engins de pêche utilisés, trois types de navires sont admis : les chalutiers, les sardiniers et les thoniers. Dans chaque catégorie, on trouve des glaciers et des congélateurs. L'utilisation des navires chalutiers et sardiniers de plus de 1 500 tonneaux de jauge brute est interdite à l'intérieur des eaux relevant de la juridiction sénégalaise.

Le code de la pêche définit également les embarcations de type artisanal que sont la pirogue, embarcation utilisant la force manuelle, éolienne ou mécanique pour se déplacer et le cordier n'ayant d'autre moyen de conservation que la glace.

En 1987, la Loi 87-27 du 18 août portant code de la pêche maritime, en élargissant le champ de définition des navires de pêche aux palangriers et aux caseyeurs, met la réglementation en conformité avec la pratique qui avait déjà cours dans le cadre des accords de pêche.

L'interdiction de l'utilisation des navires chalutiers et sardiniers de plus de 1 500 tonneaux de jauge brute répond à trois préoccupations :

- les armateurs nationaux n'ont pas les moyens d'acquérir des navires de gros tonnage, sophistiqués et souvent onéreux ;
- les navires de plus de 1 500 tonneaux de jauge brute sont plus destructeurs que les petits navires, surtout quand on ne dispose pas de moyens de contrôle adéquats ;
- enfin, l'Etat veut promouvoir la création d'emplois et, pour cela, compte favoriser le débarquement des captures au détriment de leur traitement en mer. En effet, une usine à terre emploie plus de personnes qu'un bateau-usine où les femmes qui constituent la principale main d'oeuvre des entreprises de traitement du poisson pourraient difficilement accéder.

Ainsi le choix porté sur les navires de tonnage moyen a beaucoup contribué à la promotion des intérêts nationaux dans l'exploitation des ressources halieutiques.

Les engins de pêche.

La Loi 76-89 du 2 juillet 1976 portant code de la pêche maritime (15), dans son décret d'application 76-835 du 24 juillet 1976, fixe la dimension des mailles des filets et chaluts en usage dans les eaux sous juridiction sénégalaise (16) et classe les engins de pêche artisanale en filets actifs et filets passifs et ceux de pêche industrielle en engins coulissants et engins traînants (tableau 1).

Ces mêmes catégories d'engins sont reconduites dans la Loi 87-27 du 18 août 1987 portant code de la pêche maritime (30), avec de légères modifications dans le décret 87-1043 du 18 août 1987 (32) qui abroge et remplace le précédent. Ainsi, pour la pêche artisanale, les lignes et les pièges font leur apparition à côté des filets tandis que, pour la pêche industrielle ce sont les palangres et les casiers.

C'est au niveau des maillages (32) qu'un net bouleversement a été opéré. L'augmentation de la taille des mailles des engins de pêche, aussi bien artisanaux qu'industriels, passant du simple au double dans certains cas, a été observé. Les avantages espérés d'une telle augmentation sont multiples. Entre autres on peut citer la protection des juvéniles, la diminution des rejets en mer et la capture d'individus de plus grande valeur commerciale.

Types d'engins	Maille (mm) 1976	Maille (mm) 1987
PECHE ARTISANALE		
a) Filets passifs		
- Filet maillant de fond	130	100
- Filet maillant de surface	50	50
- Filet à crevette	12	24
b) Filets actifs		
- Senne de plage	20	40
- Senne tournante coulissante	22	28
- Filet maillant encerclant		60
- Filet filtrant à crevettes	12	24
- Epervier	20	40
PECHE INDUSTRIELLE		
a)Engins coulissants		
- Filet tournant coulissant à clupes	20	28
- Filet tournant coulissant à appâts vivants	7	16
- Filet coulissant à thon	140	140
b) Engins traînants		
- Chalut classique à panneau	70	70
- Chalut à crevette côtière	20	50
- Chalut à crevette profonde	20	40
- Chalut pélagique	70	50

Tableau 1.: Comparaison des dimensions minimales des mailles des filets de pêche dans les codes de pêche de 1976 et 1987.

De bons résultats ont été enregistrés chaque fois que la réglementation a été respectée par les professionnels.

C'est pour cette raison qu'il est interdit de faire usage, pour tout type de pêche, de tout moyen ou dispositif de nature à obstruer les mailles des filets ou ayant pour effet de réduire leur action sélective, ainsi que le montage de tout accessoire à l'intérieur des filets de pêche.

En outre la réglementation interdit l'utilisation d'explosif, de poison ou de toute drogue de nature à détruire ou enivrer le poisson pouvant entraîner un pillage des ressources.

Le droit de pêche.

La Loi 76-89 du 2 juillet 1976 stipule que les navires de pêche battant pavillon sénégalais, les navires battant pavillon étranger auxquels le droit de pêche dans les eaux sénégalaises a été reconnu doivent être munis d'une autorisation délivrée par le Ministre chargé de la pêche. Cette autorisation est délivrée sous la forme d'une licence de pêche.

La pêche artisanale n'est soumise à aucune condition préalable ni assujettie au paiement d'aucune taxe ou redevance si ce n'est l'obligation d'immatriculer la pirogue à son port d'attache (Arrêté 4732 / MDR /SERA en date du 23 avril 1986 (29) et le port du gilet de sauvetage (article 15 du code de la pêche de 1987).

Pour la pêche industrielle, l'exploitation de la ressource est assujettie à l'obtention d'une licence de pêche après le paiement d'une redevance. Le code de la pêche de 1976 avait institué trois types de licences de pêche (chalutière, thonière et sardinière),

en rapport avec les trois types de navires. Si les licences de **pêche pélagique côtière** (sardinière) et de **pêche pélagique hauturière** (thonière) sont maintenues dans le nouveau code de la pêche de 1987, celle des arts traînants (chalutière) est scindée en deux à savoir une licence de **pêche démersale côtière** et une autre de **pêche démersale profonde**. Une autre licence autorisant la **pêche à la palangre** et aux **casiers** est introduite. Le principe de renoncer à l'institution d'une licence unique pour la pêche chalutière devait permettre d'une part d'ajuster les redevances de pêche à la valeur marchande des espèces recherchées par les armements et non plus uniquement au tonnage de jauge brute des bateaux et d'autre part de faciliter l'aménagement de la pêche chalutière par un contrôle plus sélectif de l'effort de pêche.

Des dispositions complémentaires sont prises dans le code de la pêche de 1987. Les navires de ramassage des captures ou les navires équipés d'installation de traitement et de transformation des captures en produits finis ou semi-finis sont formellement interdits. En effet, les bateaux ramasseurs ne débarquent pas les captures collectées, ne génèrent aucune valeur ajoutée et ne contribuent ni à la consommation locale ni aux exportations du pays. En s'associant avec les unités de pêche artisanale, ils contournaient les modalités d'accès à la ressource (licence et redevance) et accédaient aux ressources disponibles dans la frange côtière réservée exclusivement à la pêche artisanale.

Cependant des bateaux de ramassage astreints à débarquer leurs captures au Sénégal pourraient rendre service aux pêcheurs artisans, en leur permettant de rester sur les lieux de pêche, leur faisant faire ainsi des économies substantielles de carburant tout en allongeant leur temps de pêche ce qui est de nature à augmenter leurs revenus.

L'institution de la licence permet d'aider les nationaux dans l'exploitation des ressources halieutiques. En effet les contreparties financières des accords de pêche servent, en partie, de support aux actions publiques de nationalisation de la flotte industrielle et constituent en même temps un appoint à la recherche scientifique et à la formation des cadres.

Le privilège qui est fait à la pêche artisanale de n'être astreinte à aucune restriction explique en partie son développement spectaculaire. C'est ainsi que les sennes tournantes qui exploitent les mêmes stocks que les sardiniers à moindres frais ont fini par les remplacer. Il en est de même des pirogues glacières qui ont supplanté les cordiers dans leur domaine puisqu'ayant moins de charges pour un chiffre d'affaires équivalent.

Le fait de nous mettre en harmonie avec le nouveau droit de la mer a autorisé le Japon à négocier avec le Sénégal un accord de pêche qui permet l'exploitation du Patudo qui, autrement, serait peu ou pas pêché. Ceci permet au Sénégal de tirer pleinement profit d'une ressource sous exploitée.

La protection des ressources halieutiques.

La Loi 76-89 du 2 juillet 1976 portant code de la pêche interdit la capture, la détention et la mise en vente de certains animaux d'une taille inférieure ou égale à 12 cm pour les sardinelles, 15 cm pour les ethmaloses, 20 cm pour les langoustes vertes,

d'un poids inférieur ou égal à 3,200 kg pour l'albacore, 1,500 kg pour le listao, 5 g pour les crevettes, d'un diamètre inférieur ou égal à soixante millimètres pour les huîtres ainsi que les tortues de mer de toutes espèces.

Le code de la pêche de 1987 élargit l'interdiction de la capture, la détention et la mise en vente de certains animaux d'une taille inférieure ou égale à 15 cm pour les chinchards, 15 cm pour les maquereaux, d'un poids inférieur ou égal à 3,200 kg pour le patudo ainsi que des cétacés de toutes espèces et de toutes tailles.

Pour le respect des réglementations en vigueur par les pêcheurs, les autorités publiques ont élaboré un système de surveillance aérienne et maritime des eaux relevant de la juridiction nationale avec le concours du Canada dans le cadre d'un protocole d'entente signé en mars 1981. Les procédures d'arraisonnement, leur modalité et les sanctions prévues sont définies dans le code de la pêche. Au-delà de l'aspect surveillance, le CRODT qui exécute le volet scientifique du Projet est chargé de monter des schémas d'aménagement plus fiables pour un meilleur équilibre biologique des stocks de poisson. Globalement, le Projet, qui s'est doté d'antennes pour la surveillance littorale, devra permettre une approche beaucoup plus intégrée des activités de recherche, de surveillance et de répression des infractions à la réglementation.

Le code de la pêche de 1987 a été plus répressif et plus dissuasif que celui de 1976 puisque les peines prévues ont été étendues à de nouveaux domaines et alourdies. Certaines ont même été triplées.

DÉVELOPPEMENT DE LA PÊCHE ARTISANALE

Motorisation du parc piroguier

Les premières initiatives d'adaptation du moteur hors-bord à la pirogue traditionnelle remontent aux années 1950. Les premiers moteurs utilisés au Sénégal du type Goïot de fabrication française étaient introduits sous l'égide de l'administration des pêches. Cette première expérience s'est heurtée à de nombreux obstacles. Le problème du financement des moteurs s'est vite posé faute d'un système approprié de crédit. A l'époque, l'acquisition d'un moteur constituait un investissement substantiel que le pêcheur ne pouvait immobiliser sans une assistance financière extérieure. La maintenance et le service après-vente offerts aux pêcheurs ne donnèrent jamais satisfaction à ces derniers. Ces problèmes ont ainsi contribué à l'échec des premières tentatives d'introduction des moteurs dans la pêche artisanale. L'expérience fut poursuivie à partir de 1965 par la BNDS qui octroie 575 moteurs aux pêcheurs artisans dont le remboursement n'a jamais été effectué malgré une exonération (35 %) des droits d'importation des propulseurs.

Ce n'est qu'en 1972 que la motorisation devait prendre un nouvel élan avec la création du CAMP suite à un prêt de 544 millions de FCFA du Canada.

Au total 3 600 moteurs de marque Johnson et Evinrude et un lot de pièces de rechange et d'outillage furent livrés au CAMP. La cellule centrale de Thiaroye fut construite et équipée, de même que des magasins et ateliers d'entretien et de réparation dans toutes les régions maritimes du Sénégal.

Après la parenthèse belge de 1976, où 800 moteurs hors bord inadaptés furent livrés aux pêcheurs, le Sénégal recevait du Japon, en 1978, un don de 1 000 moteurs de marque Yamaha et d'importants lots de filets et accessoires de pêche pour relancer le fonds de roulement initial du CAMP. De nos jours les propulseurs venant du Japon équipent la quasi-totalité des unités de pêche motorisées.

Malgré quelques insuffisances du Projet liées essentiellement à une mauvaise politique commerciale (absence de marge bénéficiaire et non recouvrement des coûts de transaction) et à une certaine rigidité dans les choix technologiques l'opération de motorisation des unités de pêche artisanale doit être, globalement, considérée comme un succès. Toutes les pirogues motorisables le sont quasiment à 100 %. Le taux de motorisation général s'élevait à 83.5 % et 82.3% en avril et septembre 1988 respectivement. La répartition des taux de motorisation par type de pêche révèle que les pirogues de sennes tournantes et de filets maillants encerclants sont motorisées à 100 % alors que celles des lignes et des filets dormants le sont à 81 et 80 % pendant les deux périodes (SOCECO-PECHART, 1990).

Le moteur a considérablement élargi l'aire d'intervention de la pêche artisanale en lui permettant d'accéder à des zones de pêche très éloignées jusque là inaccessibles. Ainsi le moteur a beaucoup réduit le temps de route des pêcheurs moins handicapés par le vent et l'état de la mer et allongé fortement celui consacré aux opérations de pêche proprement dites.

L'utilisation du moteur, à côté des déplacements de faible amplitude, a favorisé les grandes migrations de pêcheurs artisans sénégalais le long des côtes de la sous-région ouest-africaine (Gambie, Mauritanie, Guinée-Bissau, République de Guinée) et le développement des pêches lointaines. Sur le plan interne, ces migrations ont beaucoup contribué à l'adoption et à la diffusion rapides des nouvelles techniques et engins de pêche. C'est le cas par exemple des pirogues glacières à la palangrotte en expansion en Casamance sous l'impulsion des pêcheurs spécialisés venus de Saint-Louis et de Mbour (DEME et DIADHIOU, 1990).

L'introduction du moteur dans la pêche artisanale a été incontestablement le facteur essentiel ayant favorisé l'agrandissement des pirogues pour l'adaptation de nouvelles techniques de pêche telles que les sennes tournantes, filets maillants encerclants et pirogues glacières. Tout cela n'a pas manqué d'induire un accroissement considérable des débarquements de la pêche artisanale. De moins de 100 000 tonnes en 1970, la production artisanale se chiffre à 237 000 tonnes en 1988 dont 194 000 de petits pélagiques (CRODT, 1990).

L'avènement du moteur a permis à la pêche artisanale d'être mieux intégrée au circuit économique monétaire en prise sur le marché mondial en concurrençant directement la pêche industrielle dans l'approvisionnement des usines qui fonctionnent en grande partie grâce à ses apports (DEME, 1983). Corrélativement, certains types de pêche artisanaux ne se sont développés que pour l'exportation.

Une tentative d'introduction du moteur hors bord diesel a été effectuée dans le cadre du Country Program Italien. C'est ainsi que la société italienne RUGGERINI a livré 600 moteurs au CAMP. Le moteur hors bord diesel devrait permettre aux pêcheurs de réaliser une économie substantielle de carburant qui constitue le princi-

pal poste de dépense des pirogues artisanales. Il était également attendu une plus grande longévité du moteur. Malheureusement, les premières expériences d'utilisation de ces propulseurs à bord des pirogues n'ont pas été totalement concluantes. En dehors de son prix élevé, représentant plus du double du prix d'un moteur hors bord à essence de même puissance, ce moteur présentait des inconvénients majeurs que sont le poids, les vibrations et la lenteur. Cette dernière limite est cependant levée avec le moteur japonais "Yanmar" multicylindrique à haute vitesse de rotation déjà expérimenté au Sénégal (1987/1988) et dont les premiers résultats sont très encourageants.

La chaîne de froid dans le secteur de la pêche

La mauvaise distribution du poisson à l'intérieur du pays et l'irrégularité dans les approvisionnements des marchés ne garantissent pas aux consommateurs sénégalais des produits de bonne qualité à un prix raisonnable. Pour atteindre cet objectif et assurer une certaine équité dans l'allocation de la rente économique dégagée dans la pêcherie, les pouvoirs publics ont monté au Sénégal une chaîne de froid et des structures de commercialisation.

La création des centres de mareyage répondait à deux préoccupations : améliorer le revenu des pêcheurs en atténuant le rôle des intermédiaires et approvisionner correctement en poisson frais l'intérieur du pays. Ces structures ont été réalisées, entre 1981 et 1983, grâce à une convention canado-sénégalaise portant sur une subvention de 12 millions de dollars canadiens.

La capacité totale journalière installée est de 40 tonnes pour la production de glace et d'environ 200 tonnes pour le stockage à froid.

Les centres de mareyage étaient gérés par le CAPAS qui a progressivement initié les CPA à leur gestion. Par la suite, ces infrastructures ont été confiées en gérance à la SERAS.

Les complexes frigorifiques de Bambey (1980), Louga (1980), Bakel (1983) et Matam (1984) ont été réalisés grâce à une subvention non remboursable de 850 millions de FCFA du Japon. Ceux de Tambacounda (1978), Touba (1979), Fatick (1980), Kolda (1980) et Yoff (1980) ont été construits à partir des crédits octroyés par le Danemark. Les Polonais et les Italiens ont respectivement financé les complexes de Saint-Louis (1974) et de Ziguinchor (1985).

Les installations de froid sont inégalement réparties dans les régions bien que chacune d'elles dispose au moins d'une fabrique de glace. Il existe un net déséquilibre entre la forte capacité de fabrication le long du littoral maritime et l'intérieur du pays. Globalement, le Sénégal semble bien loti en infrastructures de froid.

Dans l'ensemble, la production réelle de glace est de loin inférieure au potentiel installé faute d'une demande significative. Rares sont les complexes frigorifiques qui arrivent à dégager suffisamment de recettes pour couvrir les coûts d'exploitation (notamment les dépenses énergétiques). Ces problèmes de rentabilité sont également liés aux pannes assez fréquentes consécutives au manque d'entretien et à la vétusté du matériel dans certains cas. La chaîne intérieure est nettement sous-utilisée faute

de demande conséquente de glace et de services de stockage. En 1991, ces fabriques ont à peine utilisé la moitié de leurs potentialités (DEME et KEBE, 1992). Certaines d'entre elles ont arrêté systématiquement toute production ou travaillent seulement sur commande.

Pour les centres de mareyage, bien que les quantités y transitant soient très réduites par rapport au tonnage de poisson commercialisé à l'intérieur du pays, certains effets multiplicateurs ont été générés. En effet ces structures donnaient aux pêcheurs la possibilité de conserver et de ne vendre leur production au moment opportun. Les mareyeurs devant vendre sur les mêmes marchés que le CAPAS étaient obligés de bien conditionner leurs produits ce qui a contribué à une nette amélioration de la qualité du poisson commercialisé. L'un des objectifs du CAPAS était de fournir du poisson aux populations les plus reculées. Par mimétisme, les mareyeurs ont non seulement envahi ces marchés mais s'y sont installés même après l'arrêt des activités du CAPAS.

Tentatives d'amélioration et/ou de remplacement de la pirogue traditionnelle sénégalaise

Les projets d'amélioration ou de remplacement de la pirogue traditionnelle (SY, 1982; BRENDEL, 1983) partent d'un certain nombre de constats avancés dans les rapports administratifs :

- la pirogue sénégalaise présente des limites intrinsèques telles que sa mauvaise étanchéité, sa stabilité précaire, son entretien onéreux lié aux matériaux utilisés pour sa construction (bois), sa faible autonomie et sa courte longévité;
- les autorités publiques ont trouvé une corrélation positive entre la déforestation actuelle et la construction de pirogues en bois ;
- pour des raisons de baisse des importations de carburant la nécessité de remplacer le moteur hors bord à essence par le moteur diesel s'est faite sentir. L'installation d'un moteur fixe diesel nécessite une embarcation plus robuste et plus rigide capable de supporter les vibrations occasionnées par ce mode de propulsion.

Pour répondre à ces besoins d'amélioration ou de remplacement de la pirogue sénégalaise, beaucoup d'initiatives se sont succédées proposant différents types d'embarcations dont le Doris (1977), la pirogue en ferro-ciment (1980), la pirogue FAO à voile et moteur (1984), les prototypes en fibre de verre et résine polyester dont la pirogue FAO (1977), les pinasse et pirogue Yamaha (1978 et 1980 respectivement) et récemment l'embarcation Nauticus, les pirogues améliorées des projets PAMEZ et PRO-PECHE et celles de la SOSACHIM.

Certains des prototypes proposés présentaient des avantages certains par rapport à la pirogue traditionnelle sénégalaise : une stabilité plus grande, une meilleure maniabilité, une rigidité, flottabilité et résistance supérieures, un entretien facile et moins onéreux et un usage combiné de la voile et du moteur.

Malgré tous ces avantages aucun des projets n'a réellement abouti. Pour certains aucune suite ne fut donnée (pirogue en ferro-ciment), pour d'autres ils ont été à peine suivis au delà du programme d'expérimentation (pirogues Yamaha et FAO). Les facteurs ayant contribué à l'échec de ces projets sont d'ordres technique et financier. Le coût des embarcations proposées, très élevé, de 2 à 5 fois le prix d'une pirogue traditionnelle, n'était pas à la portée des pêcheurs artisans et aucune structure de financement n'était mise en place pour soutenir ces projets. Au-delà de ces aspects financiers, la mauvaise tenue en haute mer et des malfaçons ont été constatées pour les Doris (SONED, 1980), des difficultés mécaniques pour la pirogue FAO et une série d'inconvénients pour la pirogue Yamaha : trop grande taille de l'éperon, ouverture du puits du moteur hors-bord, manque d'espace pour entreposer le matériel de pêche, absence de cale isotherme, faible capacité de charge et halage difficile sur la plage (BRENDEL, KEBE et DEME, 1993). Tous ces défauts relèvent de la "mise au point" au sens large. En ce qui concerne le prix, seule la disponibilité monétaire pose problème, l'amortissement réel, lui, est largement assuré.

Les projets régionaux de développement de la pêche artisanale

L'importance des besoins de financement, la faiblesse des possibilités d'autofinancement des pêcheurs artisans et l'impossibilité de ces derniers d'accéder au crédit bancaire avaient commencé à hypothéquer l'expansion de la pêche artisanale. A part le CAMP, chargé de distribuer des moteurs hors-bord à crédit aux pêcheurs membres d'une coopérative primaire d'avitaillement, seule la SONAGA exerçait une activité marginale de financement du sous-secteur à travers les "projets maîtrisards", rendant ainsi les pêcheurs artisans tributaires d'intérêts extérieurs au milieu de la pêche. Cette ouverture étroite des opérateurs économique de la pêche sur les marchés financiers formels résultait de la combinaison de plusieurs facteurs : revenus saisonniers des pêcheurs, difficultés des banques à mobiliser l'épargne dégagée par la pêche artisanale, insuffisance d'actifs pouvant servir de garanties et non affiliation à une compagnie d'assurances pour couvrir les risques de non-paiement et d'accidents en mer.

L'absence d'un système institutionnel de financement a favorisé l'expansion du crédit informel. L'inconvénient majeur de ce type de crédit est son coût exorbitant, ses modalités peu avantageuses pour les pêcheurs, sa capacité limitée à financer des investissements productifs à long terme et des technologies améliorées. Le crédit informel est souvent restreint dans des actions de faible envergure (fonds de roulement et autres besoins ponctuels).

Globalement, l'absence de crédit d'un coût abordable freinait le développement de la pêche artisanale et bloquait l'intégration des pêcheurs artisans à l'économie de marché.

Pour remédier à cette situation, les autorités publiques soutenues par les bailleurs de fonds internationaux instituèrent la CNCAS et plusieurs projets de développement dont le PAPEC, PRO-PECHE et le PAMEZ intervenant respectivement sur la Petite Côte, la Grande Côte-Cap-vert et la Casamance. Un objectif commun à ces structures est l'immobilisation de capitaux requis pour financer les besoins d'équipement des pêcheurs et des autres opérateurs économiques impliqués indirectement

dans les activités de pêche (mareyeurs, transformateurs, charpentiers et mécaniciens). D'autres objectifs sont spécifiques à chaque projet. Pour le PAPEC, il s'agit d'aménagement de sites de débarquement et la réalisation de deux complexes frigorifiques. La formation de pêcheurs professionnels dont la pêche jusque là n'a été qu'une activité marginale d'auto-subsistance en complément de leurs préoccupations agricoles était visée par le PAMEZ. PRO-PECHE s'est plutôt orienté vers l'amélioration et l'introduction de nouvelles technologies dans la pêche et l'investissement dans les infrastructures communautaires. C'est globalement un investissement de plus de 9 milliards de FCFA qui a été mobilisé. Divers partenaires sont concernés dont la BAD (2,979 milliards FCFA, PAPEC), la CCCE-FED-CCCFD (1,684 milliards FCFA, PAMEZ) et le Canada (5 milliards FCFA, PRO-PECHE). Les modalités d'octroi de crédit sont pratiquement similaires dans les trois projets : apport personnel (20 %), taux d'intérêt appliqué (11 %), caution solidaire du GIE et assurance-vie.

Les projets rencontrent d'énormes difficultés pour asseoir un système de financement opérationnel dans la pêche artisanale. S'il est vrai que la méfiance des pêcheurs à toute structure formelle de crédit née des nombreux ratés du mouvement coopératif y est pour quelque chose, l'absence d'une bonne maîtrise des besoins des opérateurs économiques et de certaines réalités du sous-secteur a entravé le bon fonctionnement du système. Ainsi très peu des prévisions de financement de ces projets ont été réalisées et ce malgré les importants besoins d'équipements des pêcheurs. Des 100 unités de sennes tournantes prévues, seules deux ont été acquises durant les trois premières années de fonctionnement de la ligne de crédit du PAPEC. L'investissement total de l'unité de senne tournante, estimé à 9 millions de FCFA, exige un apport personnel de prés de 2 millions de FCFA. Ce type d'investissement jadis rentable (BELLEMANS, 1983; DEME, 1988) ne l'est plus suffisamment pour couvrir les charges d'exploitation et d'amortissement, les frais financiers et le remboursement du capital emprunté. En plus les rendements initialement très élevés ont sensiblement baissé suite à une surexploitation localisée signalée sur la Petite Côte (FONTANA, 1983). Les prix des petits pélagiques côtiers, principales espèces capturées par les sennes tournantes, n'ont pas suffisamment évolué pour compenser les baisses de rendement. Cette même situation a prévalu pour les prévisions de financement de camions frigorifiques où, sur les 50 prévus, seuls deux et une camionnette ont été acquis. Les conditions d'octroi de crédit (hypothèque, assurance et nantissement du matériel, taux d'intérêt pratiqué et délai de paiement) expliquent en partie cette faible réalisation. Aussi le revenu moyen de 3 millions de FCFA par mareyeur (PAPEC, 1991), sur lequel se sont basés le PAPEC et la CNCAS pour arrêter les conditions d'octroi de crédit, est irréaliste et nettement surestimé. Des études menées au CRODT (CHABOUD, 1983; CHABOUD et KEBE, 1989) ont montré que les marges nettes prélevées aussi bien pour le commerce de gros que pour le commerce de détail étaient relativement faibles en raison des charges de commercialisation (carburant, glace, réparation et entretien des véhicules) assez élevées.

Le financement du PAMEZ assujetti à l'achat d'équipements de pêche issus de la Communauté Européenne induit des rigidités dans les choix technologiques et débouche souvent sur l'acquisition d'équipements inadéquats. Ainsi il n'est pas rare de voir des pêcheurs renoncer à leurs crédits pour s'endetter auprès des mareyeurs afin de disposer du moteur de leur choix.

Une étude minutieuse des demandes de prêts et un contrôle rigoureux des comportements des agents économiques en matière d'investissement et de remboursement auraient permis à PRO-PECHE de ne financer que les véritables professionnels de la pêche et d'éliminer par la même occasion les individus qui, n'ayant pas fait face à leurs obligations, ont complètement paralysé ses activités à Saint-Louis.

Malgré ces inconvénients de taille, il convient de préciser que la pêche artisanale n'aurait pas atteint son niveau de développement actuel sans le concours de ces projets de développement. En effet, le CAMP n'est plus en mesure comme au début de la motorisation de faire face tout seul à l'ensemble des besoins de la pêche artisanale. Par conséquent la présence de lignes de crédits au niveau de ces différents projets a constitué un atout indéniable.

CONCLUSION

Les projets de développement doivent être viables et autonomes pour accomplir les objectifs de financement de la pêche artisanale qui leur sont assignés. En conséquence la suppression progressive de toute forme de subvention et la déréglementation des taux d'intérêt s'imposent pour leur permettre un recouvrement intégral de leurs coûts. L'octroi de crédit doit tendre vers un contexte où joue la concurrence. En effet, les pêcheurs et autres catégories sociales (mareyeurs) doivent être soumis à un système d'incitation qui les amène à rembourser intégralement leurs prêts.

Bien que les fonds soient souvent fournis dans le cadre de la coopération, leur pérennisation et leur autonomie passent par la prise en compte de plusieurs facteurs allant du coût d'opportunité des capitaux à une anticipation de toute inflation en passant par une prise en charge complète des coûts administratifs et opérationnels liés au fonctionnement du projet et une gestion appropriée des risques de non paiement des crédits contractés.

RÉFÉRENCES

- **BELLEMANS M.S., 1983.** - Les revenus et la rentabilité des différents engins de pêche artisanale à Mbour. *Doc. Sci. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 86, 32 p.*
- **BRENDEL R., 1983.**- Perspectives d'amélioration de la pirogue sénégalaise. *DOPM.*
- **BRENDEL R., KEBE M., DEME M., 1992.** - Modernisation de la pêche artisanale: bilan des tentatives de remplacement et/ou d'amélioration de la pirogue traditionnelle sénégalaise. *Sous presse.*
- **CHABOUD C., 1983.**- Le mareyage au Sénégal. *Doc. Sci. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 87, 112 p.*
- **CHABOUD C., KEBE M., 1989.**- La distribution en frais du poisson de mer au Sénégal: commerce traditionnel et interventions publiques. *Cah. Sci. Hum. 25(1-2) 1989: 125-143.*
- **CRODT, 1990.**- Statistiques de la pêche maritime sénégalaise en 1988. *Arch. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 178, 90 p.*

❒ **DEME M., 1983.**- Les exportations de poisson de la pêche artisanale sénégalaise. *Doc. Sci. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 85: 1-28.*

❒ **DEME M., 1992.** - Motorisation du parc piroguier au Sénégal: Portée et limites. *Contribution au Séminaire Sous-régional CNROP/CIEO sur les pêcheries artisanales en Afrique de l'Ouest: Méthodologies d'études, possibilités d'aménagement et de développement, Nouadhibou, Mauritanie du 25 au 30 avril 1992: 67-73.*

❒ **DEME M., KEBE M., 1992.** - Diagnostic de la chaîne de froid dans le secteur de la pêche au Sénégal. *Sous presse.*

❒ **DEME M., 1988.**- Etude économique et financière de la pêche sardinière sénégalaise. *Doc. Sci. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 107, 66 p.*

❒ **DEME M., DIADHIOU H.D., 1990.**- Pêche des pirogues glacières à la ligne en Casamance: aspects biologiques et socio-économiques. *Doc. Sci.Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 120, 28p.*

❒ **FONTANA A., 1983.**- Les ressources en poissons pélagiques côtiers au Sénégal : Etat des stocks et des pêcheries. *Doc. Int. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye.*

❒ **PAPEC, 1991.**- Note sur l'état d'avancement de l'exécution du Projet. *13 p.*

❒ **SOCECO-PECHART, 1990.**- Recensement de la pêche artisanale maritime au Sénégal: avril et septembre 1988. *Arch. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 182, 38 p.*

❒ **SONED, 1980.** - Plan d'action de la pêche artisanale. Deuxième phase : perspectives, plan d'action. Rapport provisoire; *Secrétariat d'état à la Pêche Maritime. SONED-AFRIQUE SCET International, 106 p.*

❒ **SY A., 1982.**- Perspectives et problèmes liés au remplacement de la pirogue. *Mémoire de fin d'études EATOPM, 42 p.*

~~~~~~~~~~~~

... / ...
~~~~~~~~~~~~

ANNEXE: Lois et règlements relatifs à l'aménagement des pêcheries sénégalaises.

01)- Loi 61-46 du 21 juin 1961 relative à la pêche dans les eaux territoriales et dans la zone contiguë au large des côtes du Sénégal.

02) - Loi 61-51 du 21 juin 1961 portant délimitation des eaux territoriales, de la zone contiguë et du plateau continental au large des côtes du Sénégal.

03) - Décret 65-506 13 juillet 1965 portant interdiction de la capture, de la détention, de la commercialisation et de l'utilisation des sardinelles d'une taille inférieure à douze centimètres.

04) - Décret 67-1092 du 30 septembre 1967 soumettant à autorisation préalable la pêche des sardinelles, chinchards et pristipomes.

05) - Loi 68-30 du 5 août 1968 abrogeant et remplaçant les articles 1 et 2 de la Loi n° 61-51 du 21 juin 1961, portant délimitation des eaux territoriales, de la zone contiguë et du plateau continental au large des côtes du Sénégal.

06) - Loi 70-02 du 27 janvier 1970 relative à la pêche aux engins traînants dans les eaux territoriales.

07) - Décret 70-92 du 27 janvier 1970 portant application de la Loi 70-02 du 27 janvier 1970, relative à la pêche aux engins traînants dans les eaux territoriales.

08) - Loi 71-33 du 15 août 1971 complétant la Loi 70-02 du 27 janvier 1970, relative à la pêche aux engins traînants dans les eaux territoriales.

09) - Loi 72-21 du 19 avril 1972 portant création d'une zone de pêche au-delà de la limite des eaux territoriales sénégalaises et fixant le régime d'exploitation de cette zone.

10) - Arrêté 9458 du 23 août 1972 portant application de l'article 14 de la Loi n° 70-02 du 27 janvier 1970, relative à la pêche aux engins traînants dans les eaux territoriales.

11) - Arrêté 8958 du 21 mars 1973 portant application du Décret 67-1092 du 30 septembre 1967, soumettant à autorisation préalable la pêche des sardinelles, chinchards et pristipomes.

12) - Décret 73-1044 du 26 novembre 1973 portant application de la Loi 72-21 du 19 avril 1972, portant création d'une zone de pêche au-delà de la limite des eaux territoriales sénégalaises et fixant le régime d'exploitation de cette zone.

13) - Loi 73-50 du 04 décembre 1973 abrogeant l'article 2 de la Loi 70-02 du 27 janvier 1970, relative à la pêche aux engins traînants dans les eaux territoriales.

14) - Loi 76-54 du 9 avril 1976 portant délimitation des eaux territoriales et du plateau continental.

15) - Loi 76-89 du 2 juillet 1976 portant Code de la pêche maritime.

16) - Décret 76-835 du 24 juillet 1976 fixant la dimension des mailles des filets et chaluts en usage dans les eaux sous juridiction sénégalaise.

17) - Décret 76-836 du 24 juillet 1976 fixant les conditions de délivrance des licences d'armement à la pêche et leur taux de redevance.

18) - Décision 12145/MDR/DOPM du 6 septembre 1978 autorisant les sardiniers glaciers à pêcher à partir du premier mille marin des eaux sénégalaises du 1er septembre au 31 octobre 1978.

19) - Décision 4392/MDR/DOPM du 8 juin 1979 autorisant les sardiniers glaciers à pêcher à partir du premier mille marin des eaux sénégalaises du 1er juin au 31 octobre 1979.

20) - Loi 79-23 du 24 janvier 1979 abrogeant et remplaçant l'article 60 du Code de la pêche maritime.

21) - Arrêté 170/SEPM du 23 mai 1980 réglementant la pêche de la crevette dans le Fleuve Casamance et ses affluents.

22) - Arrêté 196/SEPM du 17 juin 1980 réglementant la pêche de la crevette dans le Fleuve Casamance et ses affluents.

23) - Arrêté 9584/SEPM du 20 août 1980 réglementant la pêche de la crevette dans le Fleuve Casamance et ses affluents.

24) - Arrêté ministériel 10862/SEPM du 22 septembre 1980 réglementant la pêche de la crevette dans le Fleuve Casamance et ses affluents.

25) - Loi 85-14 du 25 février 1985 portant délimitation de la mer territoriale, de la zone contiguë et du plateau continental.

26) - Décision 1003/SEPM du 15 mai 1985 autorisant les chalutiers glaciers jaugeant au maximum 200 tonneaux de jauge brute à pêcher à partir de 3 milles marins des eaux sous juridiction sénégalaise du 15 mai au 15 juillet 1985.

27) - Décision 1034/SEPM du 22 mai 1985 autorisant les chalutiers glaciers jaugeant au maximum 250 tonneaux de jauge brute à pêcher à partir de 3 milles marins des eaux sous juridiction sénégalaise du 15 mai au 15 août 1985.

28) - Décision 1442/SEPM du 17 juillet 1985 rapportant la Décision n° 1034 du 22 mai 1985, autorisant les chalutiers glaciers jaugeant au maximum 250 tonneaux de jauge brute à pêcher à partir de 3 milles marins des eaux sous juridiction sénégalaise du 15 mai au 15 août 1985.

29) - Arrêté 4732/MDR/SERA du 23 avril 1986 portant application de l'article 6 du Code de la pêche et relatif à l'immatriculation des pirogues de pêche artisanale.

30) - Loi 87-27 du 18 août 1987 portant Code de la pêche maritime.

31) - Décret 87-1042 du 18 août 1987 portant application du Code de la pêche maritime et relatif aux licences de pêche.

32) - Décret 87-1043 du 18 août 1987 fixant la dimension des mailles des filets et des chaluts en usage dans les eaux sous juridiction sénégalaise.

33) - Décret 87-1044 du 18 août 1987 fixant la liste des animaux protégés.

34) - Décret 87-1045 du 18 août 1987 portant application du Code de la pêche maritime et relatif aux zones de pêche.

35) - Décret 87-1102 du 28 août 1987 fixant la répartition des amendes, transactions, saisies ou confiscation prononcées en application du Code de la pêche.

36) - Arrêté 14748/SERA/MDR du 29 octobre 1987 portant désignation du représentant du Ministre chargé de la pêche maritime pour le règlement et le suivi des dossiers d'arraisonnement des navires de pêche.

37) - Arrêté 15470/SERA/MDR du 17 novembre 1987 autorisant des chalutiers congélateurs de plus de 250 tonneaux de jauge brute à pêcher dans les mêmes zones que les chalutiers congélateurs de moins de 250 tonneaux de jauge brute en application de l'article 4 paragraphes 1a, 1b, 1c du Décret 87-1045 du 18 août 1987 portant application du Code de la pêche et relatif aux zones de pêche.

38) - Décret 87-1600 du 31 décembre 1987 fixant les conditions d'affrètement des navires battant pavillon étranger.

39) - Arrêté 582/SERA/MDR du 16 janvier 1988 autorisant des chalutiers congélateurs de plus de 250 tonneaux de jauge brute à pêcher dans les mêmes zones que les chalutiers congélateurs de moins de 250 tonneaux de jauge brute en application de l'article 4 paragraphes 1a, 1b, 1c du Décret n° 87-1045 du 18 août 1987 portant application du Code de la pêche et relatif aux zones de pêche.

40) - Arrêté 6369/SERA/MDR du 8 juin 1988 autorisant des chalutiers congélateurs de plus de 250 tonneaux de jauge brute à pêcher dans les mêmes zones que les chalutiers congélateurs de moins de 250 tonneaux de jauge brute en application de l'article 4 paragraphes 1a, 1b, 1c du Décret n° 87-1045 du 18 août 1987 portant application du Code de la pêche et relatif aux zones de pêche.

Principales mutations de la pêche artisanale maritime sénégalaise

M. Kébé.

RÉSUMÉ :

L'analyse des principaux facteurs ayant contribué à modifier ou ayant déterminé des modifications majeures du système pêche met en évidence la capacité adaptative et d'innovation des pêcheurs artisans sénégalais.

La pirogue sénégalaise, considérée à tort comme une embarcation traditionnelle, a connu une véritable évolution à l'échelle historique sous l'effet d'une dynamique technologique endogène répondant aux multiples usages attendus.

Les principales mutations ont concerné la motorisation des pirogues, la conservation des prises à bord, l'adoption de nouveaux engins de pêche (senne tournante et coulissante) et l'amélioration des techniques existantes (casier à seiche, palangres).

Ces mutations ont été favorisées par l'existence de certaines conditions : l'esprit d'entreprise des pêcheurs artisans traditionnellement tournés vers la mer, une demande intérieure soutenue, l'ouverture d'un marché d'exportation pour certaines espèces et une politique étatique volontariste.

La dynamique récente a été impulsée par la rentabilité des opérations de pêche qui, bien que relativement élevée, tend à diminuer de façon significative.

ABSTRACT :

The analysis of the main factors having contributed to the modifications or having determined the major modifications of the fishing system, shows the adaptive and innovative capacity of the senegalese artisanal fishermen.

The senegalese canoe, which is wrongly considered as a traditional type of boat, has shown a real historical evolution due to an endogenous dynamic technology which responds to multiple expected usages.

The main mutations have concerned the motorisation of the canoes, the on-board conservation of catches, the adoption of new fishing gears (purse seine) and the improvement of existing fishing techniques (cuttlefish trap, longlines).

These mutations have been favoured by certain circumstances: the dynamic spirit of the artisanal fishermen towards the sea, a sustained domestic demand, the introduction of an exportation market for some species and incentive policy carried out by the state.

The recent dynamics have been due to return on fishing operations, which, although it stays relatively high, tends to significantly decrease.

Abréviations

CAMP	Centre d'Assistance à la Motorisation des Pirogues.
CNCAS	Caisse Nationale du Crédit Agricole du Sénégal.
CRODT	Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye.
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture.
FMD	Unité de pêche au filet maillant dormant.
FME	Unité de pêche au filet maillant encerclant.
GIE	Groupement d'intérêt économique.
ISRA	Institut Sénégalais de Recherches Agricoles.
LM	Unité de pêche à la ligne avec pirogue glacière.
LN	Unité de pêche à la ligne normale.
NPA	Nouvelle Politique Agricole.
PAMEZ	Projet de développement de la pêche artisanale maritime dans la région de Ziguinchor.
PAPEC	Projet de développement de la pêche artisanale sur la Petite Côte.
PM	Unité de pêche à la palangre avec pirogue.
PN	Unité de pêche à la palangre normale glacière.
PRO-PECHE	Programme d'assistance à la pêche artisanale au Sénégal.
SOCECO-PECHART	Programmes de recherches "Pêche Artisanale" et "Socio-Economie" du CRODT.
ST	Unité de pêche à la senne tournante.
TIR	Taux interne de rentabilité.
VAN	Valeur Ajoutée nette.

INTRODUCTION

L'histoire récente de la pêche artisanale maritime sénégalaise est marquée par la croissance de la productivité et l'importance de l'accumulation du capital dans une activité dont certaines caractéristiques sont loin de pouvoir être qualifiées de capitalistes (CHABOUD et KEBE, 1989).

Le nombre de pirogues de mer semble constant à moyen terme : de 5 700 pirogues en 1966 (LOURDELET, 1966), le parc est actuellement de 5 000 unités. Durant la même période, le nombre de pêcheurs est passé de 23 000 à 35 000 et les mises à terre de 80 000 à 250 000 tonnes, soit une augmentation de la productivité du travail de l'ordre de 90 %.

Cette croissance est allée de pair avec un bouleversement des techniques de pêche. Le taux de motorisation du parc piroguier est passé de 40 à plus de 90 %. Les techniques de capture, notamment des espèces pélagiques, ont beaucoup évolué avec l'adoption du filet maillant encerclant puis de la senne tournante et coulissante. L'utilisation de ces engins a imposé celle de plus grandes pirogues, la constitution d'équipages plus nombreux et enfin l'adoption de nouvelles formes de partage du produit pêché pour tenir compte de l'importance accrue du capital mobilisé.

De telles transformations ne peuvent être comprises indépendamment de celles de la valorisation des prises débarquées. Le rôle des femmes sur les plages, bien que toujours important, est peu à peu remis en cause par les mareyeurs qui disposent de plus de ressources pour acheter les captures importantes des sennes tournantes. Certains commerçants ont compris l'intérêt d'investir dans l'achat d'unités de pêche pour s'assurer d'un approvisionnement abondant et régulier. L'activité aval contribue ainsi de façon importante à l'accumulation du capital en amont.

L'existence et le développement de nouveaux marchés (forte demande intérieure et demande extérieure soutenue pour certaines espèces) ont permis une valorisation plus satisfaisante selon les cas.

Au delà des innovations technologiques introduites dans la pêche artisanale maritime sénégalaise, on assiste à des mutations profondes d'ordre social et économique.

Dans cet article, nous tenterons de passer en revue dans un premier temps les principaux facteurs ayant contribué à modifier ou ayant déterminé des modifications majeures du système pêche artisanale. Ensuite seront exposées les conditions qui ont favorisé ces bouleversements. L'analyse de la rentabilité potentielle des principales stratégies visant diverses espèces cibles nous permettra de conclure sur les limites de ces mutations.

PRINCIPALES MUTATIONS

Les principales mutations qu'a connues la pêche artisanale maritime sénégalaise concernent surtout les améliorations apportées à la pirogue (motorisation et conservation à bord), mais également les engins et techniques de pêche.

Améliorations de la pirogue

L'évolution de la pirogue actuelle, dont l'ancêtre ne remonterait pas au delà du XVI^{ème} siècle (CHAUVEAU, 1984), a été conditionnée par les nécessités géographiques (notamment la présence d'une "barre" tout le long de la Grande Côte) et par les changements historiques et sociaux liés aux différents degrés de contact avec le colonisateur.

Elle a connu depuis lors une véritable évolution tant en ce qui concerne la structure même de la pirogue (matériaux et techniques de construction) que son moyen de propulsion (motorisation) et ses capacités de conservation des prises à bord (caissons isothermes).

Jusqu'à la fin du XVI^{ème} siècle, le champ d'action de la pirogue était limité car elle était constituée d'un simple tronc d'arbre creusé et propulsé à la pagaie, comme celles que l'on rencontre encore sur le fleuve Casamance. L'apparition de la voile devait être à l'origine de sa première véritable révolution technologique entre fin XVI^{ème} et XVII^{ème} siècles. La nécessité pour les pirogues d'assurer les communications et le transbordement, entre Saint-Louis et les navires immobilisés à quelques encablures de la côte, a induit au XVII^{ème} siècle un certain nombre de transformations qui lui donnent sa structure quasi définitive : présence d'éperons faisant office de brise lame et de bordés rapportés. Les diverses voiles utilisées précédemment furent remplacées par une voile unique à forme triangulaire.

L'introduction du moteur hors bord à partir de 1950, révolution technologique la plus importante justifiée par un impératif de rentabilité, a nécessité la présence d'un "puits" destiné à le recevoir. L'adaptation de caissons isothermes à bord a permis de rendre la pirogue plus autonome.

Motorisation

L'adaptation du moteur hors bord à la pirogue sénégalaise s'est faite en plusieurs étapes. Les premiers essais, effectués sur la Grande Côte en raison de ses conditions plus dures de navigation, datent des années 50. Puis le moteur se répandit progressivement mais rapidement sur toute la côte sénégalaise.

La motorisation a eu un impact considérable, tant du point de vue technique en permettant une extension des zones de pêche, diminution des temps de route qu'économique avec un développement des migrations de longue distance et une modification du capital mis en oeuvre.

On peut considérer que le taux de motorisation est proche de 100 % et que toutes les pirogues susceptibles d'être motorisées dans des conditions de rentabilité suffisante le sont.

L'analyse de l'évolution de la puissance motrice installée fait apparaître une nette domination des moteurs de moins de 15 cv. Cependant la tendance actuelle est à l'utilisation de moteurs de plus en plus puissants par les pêcheurs. Entre 1982 et 1988, la part de moteurs de puissance comprise entre 15 et 40 cv est passée de 24 à près de 40 %.

Conservation des prises à bord

La construction des caissons isothermes à bord des pirogues était déjà envisagée vers 1950, avec le projet de pirogue métallique présenté par les Ateliers et Chantiers maritimes de Dakar (BRENDEL *et al*, 1993). Ce n'est qu'à partir de 1976 que sont apparues les premières pirogues pêchant à la ligne et équipées de cales à glace, amovibles, épousant la forme de l'embarcation. Cette technique, mise au point par les pêcheurs eux-mêmes à Saint-Louis a été développée le long du littoral, notamment sur la Petite Côte à l'occasion des migrations saisonnières de ces pêcheurs. Elle permet aux pêcheurs d'effectuer des marées de 3 à 10 jours et d'atteindre des lieux de pêche éloignés moins exploités jusqu'ici.

Construites en contre-plaqué, rares sont les cales à glace qui possèdent une isolation thermique ; un simple revêtement de polystyrène serait de nature à en accroître considérablement l'efficacité. Des améliorations ont été apportées par le CAMP avec le concours de la FAO.

Par ailleurs, certains pêcheurs ont même adopté le compas et la montre pour améliorer la précision de leur navigation.

Le CRODT a recensé 291 et 176 pirogues équipées de cales à glace en avril et septembre 1990 contre 55 et 131 respectivement en 1983 (CRODT, 1993 ; SOCECO-PECHART, 1985). L'augmentation saisonnière s'explique par les difficultés de conservation en saison chaude (hivernage) ainsi que la reconversion temporaire d'unités de pêche à la senne tournante en pirogue glacière pêchant à la ligne et en unité de senne de plage.

Les captures des pirogues glacières ont connu une croissance spectaculaire entre 1982 (1 400 t) et 1987 (13 300 t) avant d'accuser une baisse progressive (5 900 t en 1990) (CRODT, 1983 ; 1986 ; 1989) liée, semble-t-il, à la fermeture des frontières entre le Sénégal et la Mauritanie, suite au conflit ayant opposé ces deux pays entre 1988 et 1991.

Engins et techniques de pêche

La diffusion de la senne tournante et coulissante constitue la plus importante innovation en matière d'engins et de techniques de pêche artisanale. L'amélioration de certaines techniques existantes (casier à seiche, palangre) a également contribué au développement de la pêche artisanale au cours de ces dernières années.

Diffusion de la senne tournante et coulissante

L'expérience réussie du filet maillant encerclant en 1965 sur la Petite Côte[1] a encouragé les autorités à promouvoir la diffusion de la senne tournante et coulissante. Après des essais concluants menés avec le concours de la FAO, cette nouvelle technologie s'est diffusée rapidement à partir de 1973. Elle s'est révélée d'une productivité

[1] En fait l'introduction au Sénégal du filet maillant encerclant, spécialité des pêcheurs nyominka remonte à 1944 (CHAUVEAU, 1984).

inégalée en pêche artisanale, dépassant même parfois celle des petites unités industrielles (sardiniers) (FREON et WEBER, 1981).

L'évolution du nombre d'unités de senne tournante évoluant sur le littoral est marquée par une nette croissance : 120 en 1977, 230 en 1981, 265 en 1983 et 303 unités en 1989 (CRODT, 1985 ; 1991 ; SOCECO-PECHART, 1982 ; 1985).

L'adoption et la maîtrise de cette nouvelle technique se sont traduites par trois bouleversements majeurs :

- un accroissement sans précédent des débarquements. Cette innovation technologique contribue pour deux tiers aux captures de la pêche artisanale, notamment en espèces pélagiques : près de 135 000 tonnes par an. Cette situation a favorisé un développement de la commercialisation en frais et de l'industrie du braisage artisanal du poisson (kéthiakh), notamment sur la Petite Côte, qui mobilise une importante main d'oeuvre féminine et donne naissance à des courants d'échanges actifs avec d'autres pays africains ;
- la construction de pirogues de grande taille capables de transporter des prises importantes (jusqu'à 20 t) ;
- l'introduction de nouvelles formes d'organisation du travail et de nouveaux rapports de production. Le travail en couple des embarcations (pirogue porteuse et pirogue filet) permet de faire appel à une main d'oeuvre non spécialisée originaire du milieu rural (agriculture) pour former les nombreux équipages : 20 à 30 pêcheurs par unité. L'importance du capital investi, 9 à 10 millions de FCFA par unité de pêche actuellement, est à l'origine de l'introduction d'un nouveau système de partage du produit de la pêche, plus favorable à la rémunération du capital.

Par ailleurs, on assiste à une véritable accumulation du capital dans le système, ce qui infirme l'idée d'un transfert important du surplus économique créé vers d'autres segments de la filière (CHABOUD et KEBE, 1989). Disposant de plus de ressources pour acheter les captures importantes des sennes tournantes, les mareyeurs ont remis peu à peu en cause le rôle des femmes bien qu'il soit toujours prépondérant dans la valorisation des captures. Afin de s'assurer un approvisionnement abondant permettant une meilleure rentabilisation des moyens de distribution mobilisés, certains commerçants ont investi dans l'achat d'unités de pêche à la senne tournante.

Ce sont là des mutations plus socio-économiques que technologiques dont l'importance est loin d'être négligeable.

En fait l'introduction de la senne tournante et coulissante dans la pêche artisanale maritime a conduit à une unité de production entièrement nouvelle, tant par sa dimension que par sa structure en capital et en emploi (WEBER, 1992).

Amélioration des techniques existantes

☞ *Le casier à seiche.*

La pêche à la seiche a été introduite au Sénégal en 1975 par les japonais. Afin d'améliorer les performances du casier et de favoriser son usage à bord des pirogues,

ces derniers ont expérimenté plusieurs formes de cet engin : cylindrique en 1975, parallélépipédique en 1977 puis tronconique en 1979.

La mutation réside ici dans la recherche de solutions aux inconvénients du casier utilisé : encombrement, fragilité, instabilité au mouillage et effilement des tiges d'entrée (BAKHAYOKHO, 1985).

La Recherche a mis au point en 1985 un casier à seiche pliant avec l'épi de cocotier comme appât, ce qui a permis d'importantes économies au niveau des pêcheurs, et l'amélioration de la qualité des prises débarquées. Entre 1975 et 1985, la production des pêcheurs artisans est passée de 293 t à 2 700 t puis à 1 300 t en 1990 (BAKHAYOKHO et KEBE, 1989 ; CRODT, 1992).

☞ *La palangre*

L'adaptation de la palangre de fond à bord des pirogues glacières par la Recherche en 1987 (SAMBA et FONTANA, 1987) s'est faite au détriment de technologies moins performantes (pêche à la palangrotte). Cette technique a permis la capture d'individus de plus grande taille et de haute valeur commerciale destinés pour une bonne partie à l'exportation.

CONDITIONS FAVORABLES AUX MUTATIONS

Le littoral sénégalais représente 700 km de côtes, de Saint-Louis au Cap Roxo. Le plateau continental, où se concentrent les principales ressources exploitées par la pêche artisanale, a une superficie totale comprise entre les isobathes 0 et 200 m estimée à 28 700 km^2 (REBERT, 1983).

Le milieu marin est caractérisé par deux saisons bien distinctes :

- entre mai et novembre les eaux chaudes du Golfe de Guinée remontent au large du Sénégal. Durant cette période la productivité des eaux est relativement faible ;
- à partir de novembre s'installe la saison froide caractérisée par l'arrivée d'eaux froides (upwelling), déclenchée par les vents alizés. Ces masses d'eau sont très riches en sels nutritifs et permettent une forte augmentation de la biomasse végétale et animale.

La présence et l'abondance des espèces exploitées par la pêche artisanale maritime sont conditionnées en grande partie par l'ampleur de ce phénomène saisonnier. Le Sénégal dispose ainsi d'importantes ressources côtières en petits pélagiques (sardinelles, chinchards et pelons) qui, jusqu'à une époque récente étaient peu exploitées.

Les bouleversements sociaux et économiques auxquels on assiste, par delà les deux principales mutations enregistrées par la pêche artisanale maritime sénégalaise, sont le résultat de la combinaison de plusieurs facteurs, indépendamment de ces conditions naturelles exceptionnelles.

Une longue tradition de pêche

Il existe une population de pêcheurs expérimentés, dynamiques et traditionnellement tournés vers la mer. Ces pêcheurs se rattachent principalement à trois grandes communautés : *wolof* de Guet Ndar (Saint-Louis), *lébou* de la Petite Côte et du Cap-Vert, *sérère-nyominka* des îles du Saloum. Les guet-ndariens sont les seuls à tirer leurs revenus exclusivement de la pêche. Au sein des autres groupes ethniques, la plupart des pêcheurs restent agriculteurs. Les épouses des pêcheurs qui assurent une part du travail agricole sont également impliquées dans les activités de valorisation des débarquements : transformation artisanale et commercialisation en frais.

Une grande capacité d'adaptation aux changements

Les pêcheurs ont développé un certain nombre de stratégies dont les plus importantes sont les migrations, face à ces différentes innovations technologiques.

Selon CHAUVEAU (1982), les premières migrations de pêcheurs *lébou* et *wolof* de Guet-Ndar (Saint-Louis) remontent à la fin du XIX^{ème} siècle et s'effectuent durant la saison sèche. Leur forme séculaire tient au fait qu'il existe des spécialisations ethniques différentes des populations présentes sur le littoral sénégalais (BAKHAYOKHO et KEBE, 1989). Les pêcheurs de Guet-Ndar ont fait des migrations une composante essentielle de leur mode de vie, ce qui leur permet d'exercer une influence sur les populations locales et de diffuser des techniques et des connaissances (CHABOUD et KEBE, 1990a).

Les migrations de pêcheurs *sérère* et *lébou* de la Petite Côte en direction de la Casamance sont déterminées par des nécessités techniques étroitement combinées à la disponibilité des marchés et aux conditions sociales propres à une vie de campagne. Ce sont tous des pêcheurs de langoustes et de soles dont la présence est avant tout justifiée par la nécessité de suivre ces espèces (DIAW, 1985). Il existe un marché lucratif de la langouste entretenu par la demande importante provenant des hôtels de la place et les prix rémunérateurs proposés. Par ailleurs, le mareyage destiné à Dakar explique l'intérêt porté à la sole (KEBE et CHABOUD, 1984).

Une forte demande intérieure

La croissance démographique proche de 3 % accompagnée d'une urbanisation rapide explique l'importance du marché local caractérisé par une forte demande pour le poisson bon marché.

Les produits halieutiques représentent une importante source de protéines animales des populations sénégalaises. La consommation annuelle de poisson per capita est de 26 kg pour l'ensemble du Sénégal, de 43 kg pour la seule région de Dakar (CHABOUD et KEBE, 1990b).

L'augmentation des captures, consécutive à l'introduction de la senne tournante, notamment de petits pélagiques côtiers a engendré un développement spectaculaire du mareyage en frais. Ceci s'est fait de façon autonome, sans l'aide de l'Etat, dès que les voies de communication permanentes ont permis un écoulement rapide du poisson à partir des principaux centres de débarquement.

Les mareyeurs ont vite compris l'intérêt qu'ils pouvaient tirer d'une pêcherie pouvant leur assurer un approvisionnement abondant, régulier et à faible prix. Ils ont alors élargi leurs activités dans des conditions de rentabilité satisfaisante par une intégration verticale. Beaucoup de mareyeurs sont devenus propriétaires d'unités de senne tournante, contribuant ainsi au développement de la pêcherie.

La proximité du marché dakarois permet de valoriser dans les meilleures conditions les espèces de haute valeur débarquées par les pirogues glacières présentes pour la plupart dans la région de Dakar et sur la Petite Côte.

Loin d'être une activité marginale, simple utilisatrice de surplus, la transformation artisanale a connu au cours des décennies passées une évolution parallèle à celle de la production (DURAND, 1982). Elle est présente dans tous les points de débarquement de la pêche artisanale dont elle absorbe environ 40 % des débarquements. Dans certaines zones (Casamance) ce taux peut atteindre 70 % (CORMIER-SALEM, 1990). Elle pallie en partie les carences du système de commercialisation en frais. Elle permet d'approvisionner en protéines à faible prix les populations des régions les plus isolées.

Une demande extérieure soutenue

Avec l'avènement des sociétés mixtes nippo-sénégalaises en 1972, on assiste à l'apparition d'unités industrielles intégrées disposant de chalutiers et achetant des produits sur la plage. Ces sociétés ont permis le développement de l'exploitation artisanale d'espèces démersales destinées à l'exportation : seiches, poulpes, langoustes, soles, crevettes, mérous, pagres, pageots... (CHABOUD et KEBE, 1989).

Des améliorations ont été apportées aux modalités d'achat des produits de la plage. Avec l'introduction de la bascule pour peser les seiches débarquées, l'appréciation du poids est devenue plus objective. Les transactions annuelles portent sur plus de 300 millions de FCFA, avec près de 900 pêcheurs participant à l'exploitation de la seiche durant la campagne de pêche (BAKHAYOKHO et KEBE, 1989).

Un nouveau circuit de collecte des produits débarqués par la pêche artisanale est organisé. Des moyens financiers et matériels, véhicules et caisses de polystyrène, sont mis à la disposition des mareyeurs par les usiniers. Du matériel adapté est ainsi diffusé auprès des pêcheurs pour une meilleure conservation à bord du produit pêché (pagres et pageots). Il s'en est suivi une augmentation du prix du poisson acheté et une remise en cause des rapports entre pêcheurs et mareyeurs.

L'usine de Djifère construite en 1975 et spécialisée dans la farine de poisson est un exemple édifiant des difficultés d'implantation d'un complexe répondant à une logique "industrielle" dans un contexte économique et social différent. Elle a attiré de nombreux pêcheurs qu'elle a mis en prise directe avec le marché mondial et rendus dépendants. Néanmoins elle a permis un rapide développement de la senne tournante devant l'embouchure du Saloum en assurant aux pêcheurs un débouché, aussi peu rémunérateur soit-il et en jouant un rôle régulateur des prix pour toute la Petite Côte (FREON et WEBER, 1982).

Au début des années 80, cette société produisait près de 30 000 tonnes de farine de poisson. Après quelques années de fonctionnement, les difficultés du marché mondial de la farine de poisson ainsi que les coûts engendrés par l'isolement géographique de l'usine ont conduit à une baisse du prix d'achat et à une réaction de désaffectation des pêcheurs. Fermée en 1981, elle devait reprendre ses activités en juin 1983 en abandonnant la farine de poisson au profit de la congélation, obligeant beaucoup d'unités de pêche à désarmer.

L'implication des industries de transformation des produits débarqués par la pêche artisanale dans le financement des équipements des pêcheurs pour s'assurer d'un approvisionnement régulier, a permis de pallier en partie les insuffisances du crédit institutionnalisé.

Politique volontariste d'aide au sous-secteur

L'introduction des deux principales innovations technologiques dans la pêche artisanale sénégalaise (motorisation et diffusion de la senne tournante) a été accompagnée de mesures plus générales censées fournir un cadre économique et social favorable à leur réalisation.

La mise en place de coopératives de pêcheurs (devenues GIE) implantées sur l'ensemble du littoral a beaucoup aidé à la diffusion des moteurs et des nouveaux engins de pêche.

L'instauration d'une politique de détaxe des consommations intermédiaires de la pêche artisanale devait permettre aux pêcheurs artisans d'adopter les innovations technologiques dans des conditions de rentabilité satisfaisante (du moins à leur niveau...). Le carburant pirogue, les moteurs hors-bord, les sennes tournantes et d'autres équipements peuvent être achetés hors taxe sous réserve de l'appartenance à une coopérative et de la disponibilité de ces intrants. Par ailleurs, le carburant pirogue intègre une dépéréquation de près de 64 % de son prix total (DEME, 1989).

La mise en place du CAMP en 1972 a accéléré le processus d'appropriation par les pêcheurs de la nouvelle technologie constituée par la motorisation. En fait cette structure est chargée de la distribution des moteurs hors-bord exempts de toute taxe, et des pièces détachées. Elle est responsable également de la gestion et de l'approvisionnement des ateliers satellites d'entretien et de réparation des moteurs implantés dans les principaux points de débarquement.

La création de la Caisse nationale du crédit agricole (CNCAS) en avril 1984, dans le cadre de la mise en oeuvre de la NPA, a donné une nouvelle impulsion au sous-secteur. Sa mission principale est de doter le monde rural d'un système de crédit propre à satisfaire tous ses besoins. Les lignes de crédit du PAPEC et du PAMEZ y sont domiciliées depuis leur mise en place. La CNCAS a signé avec PRO-PECHE un protocole d'entente institutionnelle pour l'instauration d'un crédit adapté à la pêche artisanale.

Quelques GIE restreints, notamment de jeunes ont pu profiter des nouvelles opportunités pour s'associer et échapper à certaines pesanteurs sociales. Ils ont ainsi bénéficié de crédits, ce qui leur a permis de disposer de leurs propres unités de

pêche. Désormais ce ne sont plus les femmes et les vieux pêcheurs, chefs de famille qui détiennent exclusivement le pouvoir économique. Les jeunes constituent les centres principaux de décisions.

Entre 1984 et mi-1992, la somme de 1,2 milliards de FCFA a été injectée dans le système par la CNCAS à travers plus de 500 GIE de pêcheurs (KEBE et SAMBA, 1993). La principale force reconnue au GIE est sa capacité de mobilisation.

ANALYSE DE LA RENTABILITÉ POTENTIELLE

Le tableau 1 récapitule les caractéristiques financières et économiques des principales stratégies de pêche artisanale visant diverses espèces cibles.

		Capital investi par tête (FCFA)	Nombre de pêcheurs.	Revenu mensuel pêcheur (FCFA).	Revenu de trésorerie (FCFA).	Taux de rentabilité capital (%).	Délai récupéra. capital (mois).	Coût par kg débarqué (FCFA).	Profit net au kg (FCFA).
SAINT-LOUIS	LN	294 080	3	-	-	-	-	258	-
	FMD	800 700	3	40 403	1 454 300	49	24	95	77
	LN/FMD	600 225[3]	3	3 240	116 650	-	-	250	-
KAYAR	LN	122 900	5	13 450	484 200	47	25	166	31
YOFF	LN	175 387	4	21 908	525 800	46	26	122	27
OUAKAM	FMD	280 800	4	-	-	-	-	266	-
SOUMBEDIOUNE	LN	182 900	4	20 975	503 400	41	29	80	16
	LN/PN	249 480	3	21 620	518 880	42	28	102	17
	LM/PM	262 550	6	26 039	324 940	19	62	196	16
HANN	LM	284 130	7	28 822	461 724	5	221	183	3
	LM/PM	153 745	7	22 220	303 280	0,5	-	212	0,3
MBOUR - JOAL	PN	228 000	3	44 448	1 162 764	140	9	58	35
	LM/PM	243 140	5	35 220	845 269	48	25	157	31
	FMD	198 150	7	37 818	1 361 460	79	15	68	35
	ST	421 020	20	55 400	402 654	47	16	16	8
	FME	370 025	8	34 041	1 665 587	13	90	26	2
CASAMANCE	LM	218 170	7	22 194	402 654	47	26	362	51

Tableau 1 : Rentabilité des unités de pêche artisanale. (Source : Kébé *et al*, 1991; Dème 1988; Dème et Diadhiou 1990).

Rentabilité financière

L'analyse des comptes d'exploitation des unités de pêche artisanale fait apparaître une situation déficitaire pour certains métiers (KEBE et *al*, 1991). Seules les pirogues glacières débarquant leurs prises à Hann (basées à Mbour, Soumbédioune et Hann) ainsi que les unités au filet maillant dormant génèrent des recettes brutes assez importantes. Cependant, compte tenu des lourdes charges fixes supportées, les recettes générées ne suffisent pas ou sont à peine suffisantes pour couvrir le risque d'investir dans ces activités et pour assurer le renouvellement du matériel de pêche : le taux interne de rentabilité (TIR) est inférieur à 5O %.

Les meilleures performances financières sont réalisées par les unités de pêche de Mbour pratiquant la palangre, avec des gains nets annuels de 960 000 FCFA et un TIR de 140 %.

Dans certains cas l'équipage est mieux rémunéré que les armateurs. Cependant la rémunération moyenne mensuelle d'un pêcheur embarqué est relativement faible, notamment pour les unités pêchant à la ligne et/ou au filet dormant à Saint-Louis. Pour les autres elle est comprise entre 13 000 et 41 000 FCFA. Le plus important revenu est observé pour les unités de pêche à la senne tournante. Cependant, on constate une baisse de ce revenu par rapport aux premières années d'utilisation de cet engin.

Après une période de fortes fluctuations entre 1978 et 1981, les revenus bruts (exprimés en francs constants 1985) par sortie des sennes tournantes ont enregistré un pic en 1982 à Mbour (146 000 FCFA) et à Joal (110 000 FCFA) suivi d'un déclin progressif qui se maintient jusqu'en 1985 (DEME, 1987).

En 1981, le revenu moyen annuel d'un pêcheur embarqué à bord de ces unités de pêche était de 180 000 FCFA alors que le revenu de l'armateur pouvait atteindre 150 % du capital investi (FREON et WEBER, 1981). En 1986, ce TIR est passé à 71 % avant de tomber à 47 % en moyenne actuellement.

Rentabilité économique

Le capital moyen par tête peut s'interpréter comme le coût de création d'un emploi dans le secteur. On observe une forte dispersion de sa valeur selon les types de pêche pratiqués (123 000 à 880 000 CFA). Le montant le plus faible correspond aux unités pêchant à la ligne de Kayar, le plus élevé à celles de Saint-Louis pêchant au filet maillant dormant. L'investissement nécessaire à l'acquisition de grandes pirogues utilisées souvent avec des cales à glace et des moteurs hors bord plus puissants pour pêcher à la ligne ainsi que le nombre important de filets par unité (en moyenne 180) constituent le principal facteur explicatif du niveau du capital par tête de ces unités de pêche.

Les performances économiques résident dans la faiblesse de l'investissement initial pour les unités de pêche artisanale.

Les unités de Ouakam pêchant au filet maillant dormant ainsi que celles de Saint-Louis pratiquant la ligne avec ou sans filet maillant dormant ont d'énormes difficul-

tés à atteindre le point mort. Au taux de rendement observé, les unités de Ouakam doivent en théorie effectuer 830 marées dans l'année pour atteindre le seuil de rentabilité, ce qui est impossible.

L'examen du ratio Profit net/kg débarqué par type d'unité de pêche permet également de voir que les unités de pêche au filet maillant dormant opérant à Saint-Louis sont nettement plus rentables. Ce ratio a considérablement diminué aussi bien pour les unités de senne tournante que pour celles de filet maillant encerclant, passant respectivement de 18 à 8 FCFA et de 13 à 4 FCFA.

Il apparaît clairement que ce sont les unités pêchant à la palangre normale, à la ligne et/ou à la palangre avec des cales à glace, au filet maillant dormant qui enregistrent les meilleurs résultats économiques et financiers.

La valeur ajoutée nette dégagée est relativement importante pour la plupart des unités de pêche artisanale en raison peut-être des facilités accordées par l'Etat au sous-secteur (détaxe sur les moteurs et filets, subvention et absence de taxation pour le carburant pirogue). Elle représente entre 33 et 73 % du chiffre d'affaires réalisé par l'unité de pêche. Le facteur travail est rémunéré pour l'essentiel par cette création de richesse jusqu'à concurrence de plus de 95 % de la VAN.

On peut mesurer l'importance respective des différentes filières de produits halieutiques en utilisant les critères de valeur ajoutée induite. Le sous-secteur artisanal (toutes filières confondues) représente 60 % de la valeur ajoutée induite (70 millions de FCFA) contre 40 % pour l'industriel. La filière 1 (pêche artisanale - mareyage - marché local) vient en première position avec 39 % de la valeur ajoutée induite totale du secteur des pêches (GERARD-BARRY *et al*, 1992).

CONCLUSION : LIMITES DES MUTATIONS

La motorisation des pirogues et l'introduction de la senne tournante et coulissante ont constitué en fait les deux bouleversements majeurs dans la pêche artisanale sénégalaise depuis l'indépendance. Ces innovations technologiques ont été réellement appropriées par les pêcheurs à partir de critères sociaux, ce qui a impliqué une modification en profondeur de tout le système pêche artisanale maritime sénégalaise.

Au total c'est un nouveau système pêche qui s'est mis en place, pour donner plein effet à des innovations techniques particulières.

Malgré ses résultats spectaculaires, le sous-secteur connaît un certain nombre de difficultés. Les opérateurs économiques sont confrontés à un problème réel de disponibilité de capital pour l'exploitation des ressources halieutiques. L'accès au crédit reste difficile malgré les efforts consentis par la CNCAS. Se posent épisodiquement des problèmes d'approvisionnement en pièces détachées et de renouvellement du parc des moteurs hors-bord, ce qui est souvent à l'origine d'immobilisations des unités de pêche.

La politique de développement liée à la diffusion de progrès technologique semble avoir atteint ses limites, du moins sous sa forme actuelle.

Certaines stratégies de la pêche artisanale connaissent actuellement une baisse de rentabilité importante. Jusqu'en 1982, la pêche à la senne tournante était rentable. Elle connaît à présent des difficultés liées, semble-t-il, à un phénomène de surpêche localisée sur la Petite Côte (baisse des rendements). D'autre part, la politique d'aide généralisée sous forme de détaxe a permis une extension de l'effort de pêche de ces unités de pêche supérieur à l'optimum économique.

La baisse de rendements en sardinelle ronde a entraîné une reprise de la pêche à la sardinelle plate et par suite un retour à l'usage du filet maillant encerclant, ce qui constitue en soi, un frein naturel au développement de la senne tournante.

Bien que constituant un métier rentable, la pêche à la palangre à bord de pirogues glacières doit être améliorée en rendant les cales à glace plus étanches, en utilisant les compas et les sondeurs. L'emploi de vire lignes leur permettrait de prospecter des zones encore plus profondes et moins lointaines.

Le niveau de développement actuel des pêcheries est à l'origine de nombreux conflits internes à la pêche artisanale, comme entre pêcheurs artisans et industriels, montrant ainsi les limites du principe d'accès libre aux ressources halieutiques.

La logique qui a sous-tendu le développement de la pêche artisanale jusqu'à une époque récente a privilégié la production au détriment des autres éléments du système, notamment la valorisation des produits débarqués.

La dynamique de la production n'a pas été accompagnée par une évolution parallèle de la commercialisation. Ainsi on note la précarité des procédés de conservation (manipulation à bord des pirogues et au débarquement), de distribution et de transformation artisanale du poisson, ainsi que la déficience des circuits de commercialisation. La qualité des produits offerts sur les marchés s'en trouve par conséquent affectée.

RÉFÉRENCES

❒ **BAKHAYOKHO (M.) et KEBE (M.), 1989.**- Réactions des pêcheurs face aux variations d'abondance et de disponibilité des ressources : approche méthodologique. *In : La Recherche face à la pêche artisanale, Symp. int. ORTSOM-IFREMER, Montpellier-France, 3-7 juillet 1989, J.R. DURAND, J. LEMOALLE et J. WEBER (éds.). Paris, ORSTOM, 1991, t.II : 943-955.*

❒ **BAKHAYOKHO (M.) et KEBE (M.), 1992.**- Etude technico-économique comparative de la pêche à la palangre améliorée utilisant le vire-ligne et de la pêche à la palangre traditionnelle. *Cahiers d'information ISRA. Vol 1 n°1, 1992, 17 p.*

❒ **BAKHAYOKHO (M.), 1985.**- Un nouveau type de casier à seiche pour la pêche artisanale sénégalaise. *Arch. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 141, 12 p.*

❒ **BRENDEL (R.), KEBE (M.) et DEME (M.), 1993.**- Etude de la commercialisation des pirogues au Sénégal. *Doc. Sci. Cent. Rech. Océanogr. Dakar Thiaroye, 138, 41 p*

❒ **CHABOUD (C.) et KEBE (M.), 1986.**- Les aspects socio-économiques de la pêche artisanale maritime au Sénégal. Mutations technologiques et politiques de développement. *In Actes de la Conférence Internationale sur les pêches. Université du Québec à Rimousky, 10-15 août 1986 : 1059-1077*

❒ **CHABOUD (C.) et KEBE (M.), 1989.**- La distribution du poisson de mer au Sénégal. Commerce traditionnel et interventions publiques. *Cah. Sc. Hum. ORSTOM 25 (1-2) 1989 : 125-143.*

❒ **CHABOUD (C.) et KEBE (M.), 1989.**- Les relations entre producteurs et commerçants ou les mareyeurs sont-ils des exploiteurs ? Le cas du Sénégal. *In : La Recherche face à la pêche artisanale, Symp. int. ORTSOM-IFREMER, Montpellier-France, 3-7 juillet 1989, J.R. DURAND, J. LEMOALLE et J. WEBER (éds.). Paris, ORSTOM, 1991, t.II : 593-602.*

❒ **CHABOUD (C.) et KEBE (M.), 1990a.**- Les migrations de pêche maritime au Sénégal. Impact sur la dynamique de la pêche piroguière, essai d'approche quantitative. *In HAAKONSEN J.M. et DIAW M.C. (éds) : Migrations des pêcheurs en Afrique de l'Ouest. DIPA/WP/36 sep. 1991 : 56-74*

❒ **CHABOUD (C.) et KEBE (M.), 1990b.**- Commercialisation du poisson de mer dans les régions intérieures du Sénégal. Données statistiques. *Contrat FAO 695 TCP/SEN/6653(T). Doc. int. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 300 p.*

❒ **CHAUVEAU (J.P.), 1982.**- La navigation et la pêche dans l'histoire du littoral sénégambien. *In Doc. sci. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 84 : 24-36.*

❒ **CHAUVEAU (J.P.), 1984.**- La pêche piroguière au Sénégal. Les leçons de l'histoire. *Revue Mer, n° spécial, automne 1984, 19 p.*

❒ **CORMIER-SALEM (M.C.), 1990.**- Gestion et évolution des espaces aquatiques : la Casamance. *Etudes et thèses ORSTOM, 583 p.*

❒ **CRODT, 1982.**- Statistiques de débarquements de la pêche maritime artisanale sénégalaise en 1981. *Arch. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 118, 28 p.*

❒ **CRODT, 1983.**- Statistiques de la pêche maritime sénégalaise en 1982. *Arch. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 120, 70 p.*

❒ **CRODT, 1984.**- Statistiques de la pêche maritime sénégalaise en 1983. *Arch. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 132, 91 p.*

❒ **CRODT, 1985.**- Approche globale du système pêche dans les régions du Sine-Saloum et de la Casamance. Contribution à l'élaboration d'un plan directeur pour le développement des pêches dans le sud du Sénégal. *Convention CRODT/R.I. Doc. int. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 674 p.*

❒ **CRODT, 1985.**- Statistiques de la pêche maritime sénégalaise en 1984. *Arch. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 144, 95 p.*

❒ **CRODT, 1986.**- Statistiques de la pêche maritime sénégalaise en 1985. *Arch. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 153, 98 p.*

❒ **CRODT, 1988.**- Statistiques de la pêche maritime sénégalaise en 1986. *Arch. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 159, 94 p.*

❒ **CRODT, 1989.**- Statistiques de la pêche maritime sénégalaise en 1987. *Arch. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 175, 85 p.*

❒ **CRODT, 1990.**- Statistiques de la pêche maritime sénégalaise en 1988. *Arch. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 178, 90 p.*

❒ **CRODT, 1991.**- Statistiques de la pêche maritime sénégalaise en 1989. *Arch. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 183, 93 p.*

❒ **CRODT, 1993.**- Statistiques de la pêche maritime sénégalaise en 1990. *Arch. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, A paraître.*

❒ **DEME (M.), 1988.**- Etude économique et financière de la pêche sardinière sénégalaise. *Doc. sci. Cent. Rech. océanogr. Dakar-Thiaroye, 107, 66 p.*

❒ **DEME (M.), 1989.**- Les effets du soutien financier de l'Etat à la pêche artisanale : le cas du Sénégal. *In : La Recherche face à la pêche artisanale, Symp. int. ORTSOM-IFREMER, Montpellier-France, 3-7 juillet 1989, J.R. DURAND, J. LEMOALLE et J. WEBER (éds.). Paris, ORSTOM, 1991, t.II : 845-849.*

❒ **DEME (M.) et DIADHIOU (H.), 1990.**- Pêche des pirogues glacières à la ligne en Casamance : aspects biologiques et socio-économiques. *Doc. sci. Cent. Rech. océanogr. Dakar-Thiaroye, 120, 28 p.*

❒ **DEME (M.), 1991.**- Les politiques d'investissement et d'intervention de l'Etat dans le secteur de la pêche depuis l'indépendance : problématique et actions de recherche. *Doc. sci. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 128, 27 p.*

- **DIAW (M.C.), 1985.**- Formes d'exploitation et de distribution dans le secteur des pêches en Casamance. *Doc. sci. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 104 : 107 p.*

- **DURAND (M.H.), 1982.**- Aspects socio-économiques de la transformation du poisson de mer au Sénégal. *Arch. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 103, 95 p.*

- **FREON (P.) et WEBER (J.), 1981.**- Djifère au Sénégal. La pêche artisanale en mutation dans un contexte industriel. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit. 47 (3 et 4) : 261-304, 1983 (1985).*

- **GERARD-BARRY (M.), KEBE (M.) et THIAM (M.), 1992.**- L'exploitation des ressources halieutiques côtières dans les eaux sous juridiction sénégalaise. *Atelier gestion des ressources côtières et littorales au Sénégal, IFAN/ISRA/UICN, Gorée 27-29 juillet 1992, 18 p.*

- **KEBE (M.) et CHABOUD (C.), 1984.**- Le poisson dans les régions d'Oussouye et de Bignona. Evaluation du projet intégré de développement des pêches artisanales en Basse Casamance. *Doc. int. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 93 p.*

- **KEBE (M.) et SAMBA (A.), 1993.**- Les GIE de pêcheurs au Sénégal : bilan diagnostic. *In : HOREMANS B. et SATIA B.(éds): rapport de l'atelier sur les organisations de pêcheurs en Afrique de l'Ouest . Cotonou, programme de développement intégré des pêches artisanales en Afrique de l'Ouest. DIPA/WP/45 : 46 - 62.*

- **KEBE (M.), BAKHAYOKHO et GERARD (M.), 1992.**- Etude de l'exploitation des ressources côtières sénégalaises par les unités de pêche artisanale. *Contrat de sous-traitance PROPECHE/CRODT-ISRA, 64 p.*

- **LALOE (F.) et SAMBA (A.), 1990.**- La pêche artisanale au Sénégal. Ressources et stratégies de pêche. *Etudes et thèses ORSTOM, 199 p.*

- **LOURDELET (E.), 1966.**- La pêche maritime artisanale au Sénégal. Thèse de doctorat en droit. *Fac. de Droit et des Sciences Eco. Université de Dakar, 295 p.*

- **REBERT (J.P.), 1983.**- Hydrographie et dynamique des eaux du plateau continental sénégalais. *Doc. sci. Cent. Rech. océanogr. Dakar-Thiaroye, 89, 99 p.*

- **SAMBA (A.) et FONTANA (A.), 1987.**- Expérimentation d'un vire-ligne adapté à la pirogue sénégalaise : résultats et perspectives. *Doc. int. Cent. Rech. océanogr. Dakar-Thiaroye, 15 p.*

- **SOCECO-PECHART, 1982.**- Recensements de la pêche artisanale maritime au Sénégal, avril et septembre 1981. *Doc. sci. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 83, 38 p.*

- **SOCECO-PECHART, 1983.**- Recensements de la pêche artisanale maritime au Sénégal, avril et septembre 1982. Doc. sci. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 90, 29 p.

- **SOCECO-PECHART, 1985.**- Recensements de la pêche artisanale maritime au Sénégal, mai et septembre 1983. *Doc. sci. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 101, 51 p.*

- **SOCECO-PECHART, 1990a.**- Recensements de la pêche artisanale maritime au Sénégal, mai et septembre 1985. *Arch. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 180, 59 p.*

- **SOCECO-PECHART, 1990b.**- Recensements de la pêche artisanale maritime au Sénégal, avril et septembre 1987. *Arch. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 181, 49 p.*

- **SOCECO-PECHART, 1990c.**- Recensements de la pêche artisanale maritime au Sénégal, avril et septembre 1988. *Arch. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 182, 38 p.*

- **WEBER (J.). 1992.**- Problématique du développement des pêches. *Sixth international Conference IIFET - Paris July 6-9, 1992, 9 p*

Bilan économique du secteur de la pêche au Sénégal en 1987.

F. Foucault, C. Chaboud et R. Brendel.

RÉSUMÉ :

La contribution du secteur de la pêche à l'économie nationale, tant au niveau du P.I.B, de la balance des paiements, ou de l'approvisionnement du marché intérieur en protéines est de première importance.

Basée sur la "méthode des effets", cette étude permet d'appréhender, pour l'année 1987, la valeur et la répartition des richesses dégagées par chaque filière du secteur de la pêche. De même, les coûts en devises sont appréciés par les importations incluses.

Les résultats permettent de mieux mesurer les importances respectives des différentes filières de produits halieutiques en fonction des critères de valeur ajoutée, de contribution à la balance extérieure.

ABSTRACT :

The sector of the maritime fishery makes a handsome contribution to the national economy.

The value and the distribution of the income resulting from each branch of this activity are studied here for 1987 by the " méthode des effets ". The cost in currency are estimated by include importations.

The relative importances of different branches are shown by these results in terms of the criterion of the value-added and the balance of payment.

PROBLÉMATIQUE ET MÉTHODOLOGIE

La production totale de la pêche maritime atteint, en 1987, 310.000 tonnes contre 180.000 tonnes en 1980 (Source CRODT/ISRA[1]). La pêche artisanale représentait, à elle seule, environ trois quarts des débarquements. Pour la pêche thonière, 30.120 tonnes ont été mises à quai et traitées par les conserveries dakaroises.

En 1987, les produits de la pêche couvraient près du tiers des exportations totales du Sénégal. La valeur du poisson, des coquillages, des mollusques et des conserves de poissons (essentiellement de thon) exportés est estimée à 71 milliards de francs CFA[2]. Le secteur de la pêche maritime fournit environ 40.000 emplois directs, soit 1,3% de la population active totale. 60% des protéines animales consommées localement sont d'origine marine. La pêche est, par conséquent, un secteur clé de l'économie du Sénégal.

Pour étudier les implications du secteur sur l'ensemble de l'économie nationale, nous nous proposons de nous inspirer de la méthode des effets (CHERVEL & LEGAL, 1976) et de l'étude réalisée en Mauritanie en 1987 par la cellule d'appui au Ministère des Pêches et de l'Economie Maritime de la République Islamique de Mauritanie. A la valeur ajoutée de chaque produit final du secteur sera additionné le total des valeurs ajoutées des consommations intermédiaires et services consommés en amont. Ce calcul sera également effectué pour les importations. Ceci nous donnera respectivement les valeurs ajoutées et importations incluses du secteur. La répartition des richesses créées sera ensuite estimée.

De façon à mieux visualiser la structure de la branche pêche au Sénégal, nous avons établi, dans un premier temps, l'organigramme des flux de poissons entre les différents agents. Ainsi, nous constatons l'existence de trois principales filières issues respectivement de la pêche artisanale, de la pêche chalutière et de la pêche thonière.

Orientée principalement vers le marché intérieur, la filière pêche artisanale est, en volume, la plus importante avec plus de 230.000 tonnes, soit près des trois quart des captures totales débarquées. Il est à remarquer qu'une partie non négligeable des produits de la pêche artisanale part à l'exportation par le biais des mareyeurs et des sociétés d'exportation. Il s'agit le plus souvent d'espèces démersales nobles, telles que crevettes, céphalopodes, sparidés et mérous. Par la suite, nous considérerons trois sous-filières.

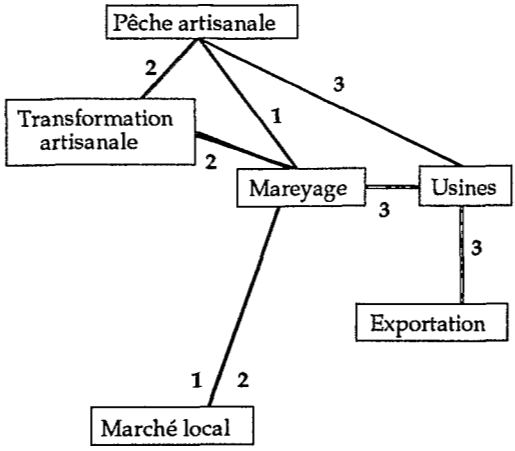
La répartition du volume des prises débarquées par la pêche chalutière est légèrement en faveur des congélateurs, 59% contre 41% aux glaciers. La totalité des débarquements, près de 49.000 tonnes, est exportée par les entreprises d'exportation ou les armements, directement ou après transformation.

La filière du thon appertisé est la plus simple puisque seulement trois agents la composent ; les thoniers, les conserveries et les unités de stockage. En 1987, environ

---

1 Centre de Recherche Océanographique de Dakar Thiaroye,/Institut Sénégalais de Recherches Agricoles.

2 Seuls les prix FOB des principales espèces exportées sont connus. Les autres ont été estimés à partir des marges moyennes des mareyeurs et des prix au débarquement.

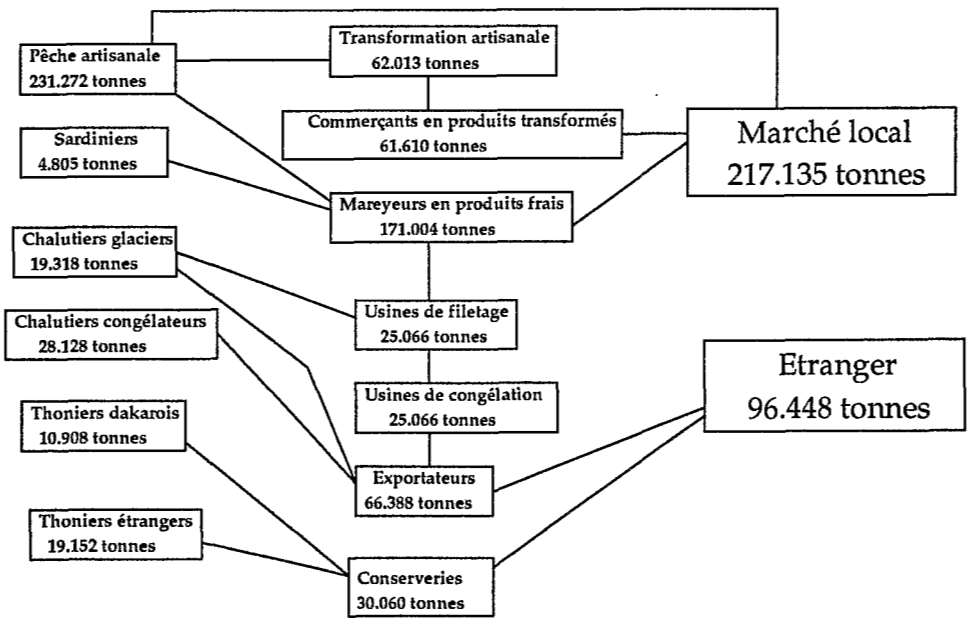


Sous-filière 1 : Pêche artisanale - Mareyage- Marché local
Sous-filière 2 : Pêche artisanale- Transformation artisanale - Marché local.
Sous filière 3 : Pêche artisanale - Mareyeurs ou Usines - Exportation.

30.000 tonnes ont été traitées dans les conserveries dakaroises pour une valeur totale à l'exportation dépassant 17 milliards de francs CFA. Après une croissance régulière entre 1977 et 1984, La production de thon appertisé connaît un ralentissement sensible (CHARNEAU, 1988). A la fin des années 70, les conserveries sénégalaises avaient obtenu de nouvelles parts de marché en Allemagne, au Royaume-Uni et au Danemark. Elles leur ont finalement échappées, notamment en raison de la concurrence accrue des exportations thaïlandaises sur le marché européen.

Les flux figurant sur l'organigramme sont en équivalent frais pour permettre les comparaisons entre les différents agents. Afin de ne pas alourdir inutilement cet organigramme, les unités de stockage n'y figurent pas. En effet, il est légitime de penser que les entrées et sorties de marchandises stockées sont égales. Par contre, les entrepôts interviendront dans le sché-

Organigramme du secteur pêche au Sénégal en 1987, hors importation.



ma en valeur car il existe un coût et une valeur ajoutée lors du stockage du poisson qu'il est indispensable de prendre en compte.

Lors de la réalisation de ce schéma, les agents directs de la branche de la pêche ont ainsi été répertoriés. Pour chacun d'entre eux, les consommations intermédiaires font l'objet d'une enquête. Il en est de même pour leurs charges et profits d'exploitation. Par la suite, les agents fournisseurs du secteur seront incorporés. Ceci nous permettra d'établir un tableau d'échanges économiques du secteur des produits de la mer, outil indispensable à l'estimation du contenu en valeur ajoutée et importations du produit final.

Afin de disposer des informations nécessaires sur l'ensemble du domaine de l'étude, nous avons restreint l'analyse à l'année 1987. En effet, les différentes sources de données dont nous pouvions disposer n'étaient suffisantes que jusqu'à cette période. Néanmoins, ce type d'étude ne peut être un outil d'aide à l'aménagement et au développement du secteur que si ce travail est actualisé régulièrement, dans le cadre d'un observatoire économique de la pêche par exemple.

LES SOURCES D'INFORMATIONS :

Suivant les activités retenues, deux approches ont été considérées ;

- Lorsque l'agent est en situation de monopole sur le marché, nous avons directement recueilli les comptes d'exploitation auprès de l'entreprise concernée. C'est le cas des sociétés nationales comme la SONES[3] pour la distribution de l'eau, de la SENELEC[4] pour l'électricité, ou encore la SAR[5] pour les produits pétroliers. Il en va de même pour les services portuaires avec le Port Autonome de Dakar.
- Pour les autres activités, nous avons multiplié les sources de données afin de pouvoir les recouper entre elles.

Ainsi, les statistiques de débarquement, tant pour la pêche artisanale que pour la pêche industrielle, proviennent à la fois du Centre de Recherche Océanographique de Dakar Thiaroye (C.R.O.D.T.) et de la Direction de l'Océanographie et de Pêches Maritimes (D.O.P.M.). La valorisation par espèces des quantités débarquées par les pirogues a été réalisée à partir des enquêtes du CRODT sur l'ensemble des plages de la Grande et Petite côte. La valeur de la production du Sine-Saloum et de la Casamance a été estimée sur la base des prix moyens recueillis sur les plages enquêtées du littoral.

Pour la pêche industrielle, chalutière et thonière, nous avons considéré les prix figurant sur les feuilles d'achat d'usines. Ces résultats ont été confrontés aux données de la D.O.P.M. et aux déclarations à la Direction de la statistique de vingt quatre armements ; quinze à la pêche chalutière et neuf à la pêche thonière.

---

[3] Société Nationale des Eaux du Sénégal

[4] Société Nationale d'Electricité

[5] Société Africaine de Raffinage

L'activité du mareyage local a été estimée en reprenant et en actualisant la fonction de coût établie par CHABOUD (1983). Un taux de marge constant de 29% a été attribué aux détaillants.

Les soldes caractéristiques de gestion des conserveries et des industries d'emballages nous ont été transmis par la direction de la statistique. Ainsi, nous connaissons, pour ces activités, non seulement leurs résultats, mais aussi leurs consommations intermédiaires.

La Direction de la statistique nous a, d'autre part, communiqué les comptes d'exploitation d'une douzaine d'entreprises dont l'activité principale est l'exportation de produits de la mer, soit directement, soit après transformations. Ces soldes caractéristiques de gestion ont été extrapolés à partir des quantités traitées et vérifiés avec une valorisation suivant les tarifs F.O.B. des usines du volume par espèces déclaré à l'exportation à la D.O.P.M.. Ces entreprises n'ayant pas de comptabilité analytique, il ne nous a pas été possible de distinguer l'activité de transformation et celle d'exportation.

Nous tenons à remercier, ici, la Direction de la statistique, la D.O.P.M., le CRODT ainsi que les sociétés qui ont bien voulu nous fournir les informations indispensables à cette étude. Les comptes de chaque activité ont été estimés suivant les spécificités des données disponibles. Lors du dépouillement des soldes caractéristiques de gestion fournis par la Direction de la statistique, nous n'avons pas retenu les comptes hors exploitation.

LES PRINCIPAUX AGENTS DU SECTEUR DE LA PÊCHE

Nous présentons, pour chacun des principaux agents du secteur, un tableau récapitulatif de leur comptes. Les pertes n'apparaissent pas dans la ventilation de la valeur ajoutée, ce qui explique les écarts qui pourraient exister.

La pêche chalutière côtière (hors sardiniers) :

Les chalutiers congélateurs ont débarqué 28.127 tonnes en 1987 contre 19.318 tonnes pour les chalutiers glaciers. La valeur estimée des prises mises à quai est de 14 milliards de francs CFA pour les premiers et 3,7 milliards de francs CFA pour les seconds. La différence significative qu'on enregistre sur le prix moyen au débarquement s'explique par la structure des prises. Plus de 3.000 tonnes de crevettes ont été congelées en mer et seulement 443 tonnes débarquées fraîches.

Le taux de valeur ajoutée des armements s'élève en 1987 à 37%. La faiblesse de ce ratio s'explique par l'importance des consommations intermédiaires, notamment en produits pétroliers qui représentent à eux seuls près du tiers du chiffre d'affaires de l'ensemble de la flottille.

Les consommations intermédiaires en carburant ainsi qu'en lubrifiant ont été estimées pour chaque navire en fonction de son type, sa puissance et du nombre de jour de mer, d'après l'étude de R. BRENDEL (1990). Ainsi, près de 58 millions de

Compte de la pêche chalutière :	en millions de F CFA	
Chiffre d'affaires	**20.551**	**100%**
Consommations intermédiaires	**12.806**	**62,3%**
dont		
Gas-oil et lubrifiants	6.234	48,6%
Eau	63	0,5%
Electricité	7	0,1%
Transport	1.025	8,0%
Fournitures	983	7,6%
Entretien	1.888	14,8%
Télécommunications	266	2,1%
Frais bancaires	295	2,3%
Transitaires	58	0,5%
Frais de port	310	2,4%
Autres	1.677	13,1%
Valeur ajoutée	**7.745**	**37,7%**
+ Etat (subventions)	+387	
	8.132	
dont :		
Salaires	3.950	48,6%
Etat (Impôts et taxes)	1.162	14,3%
Amortissements	1.936	23,8%
Autres	1.084	13,3%

litres de carburant et 290.000 litres d'huile auraient été nécessaires à la flottille pour une valeur de 6.234 millions de francs CFA.

La structure de la valeur ajoutée dégagée par la pêche chalutière montre que plus de la moitié de celle-ci est distribuée sous forme de salaires.

La pêche artisanale :

La production de la pêche artisanale est en 1987 de 231.272 tonnes pour une valeur estimée de 26,6 milliards de francs CFA.

Pour la valorisation de la production, nous avons utilisé les prix collectés sur les lieux de débarquement par le CRODT. L'indice des prix à la consommation de produits africains publié par la Direction de la statistique servit de déflateur. Un prix constant moyen sur 10 ans a été affecté à chaque espèce.

Les coûts de production de la pêche artisanale ont été estimés par région, type d'engin, grand poste de dépenses et par sortie à partir des travaux de BELLMANS (1983) et DIAKHATE (1984). Ainsi nous avons considéré les consommations intermédiaires en deux catégories : celles représentant des coûts fixes comme l'entretien, le moteur et la pirogue, et celles liées à des coûts variables. C'est le cas des appâts (2,8%* des consommations intermédiaires), du carburant (58,5%*) et de la nourriture (autour de 10%*). Les calculs du nombre de sorties annuelles ont été réalisés à partir des recensements du parc piroguier réalisés semestriellement par le CRODT. Aucune enquête comparable n'est effectuée ni en Casamance ni dans le Sine-Saloum. Nous avons donc extrapolé les résultats de la Grande et Petite côte à ces deux régions sur la base de la production. Pour cela, nous faisons l'hypothèse d'une égalité, en moyenne pour chaque type d'engin, entre les régions quant aux rendements. La séparation géographique retenue entre la grande et la petite côte est la pointe des Almadies. Le taux de valeur ajoutée calculé avec ces hypothèses est de 80% en 1987 pour la pêche artisanale maritime.

* Ces proportions varient suivant les types d'embarcations. Il s'agit ici des chiffres moyens.

Quant à la répartition de la valeur ajoutée, nous nous sommes appuyés sur les travaux de J. WEBER (1980), M.S. BELLEMANS (1983) et T. DIAKHATE (1984). Les trois quarts des richesses dégagées par l'activité des pirogues sont redistribués sous forme de revenu aux pêcheurs.

Il n'existe pas véritablement de subventions à la pêche artisanale. De ce fait, elles n'apparaissent pas dans le tableau d'échanges économiques.

Néanmoins, les unités de pêche bénéficient d'une détaxe sur les moteurs et surtout sur le carburant. De plus, la Caisse de Stabilisation redistribue 55,9 FCFA par litre d'essence. Pour le calcul du manque à gagner de l'Etat, nous n'avons considéré que l'exonération de la TVA. Le litre de carburant est facturé 155 FCFA aux pêcheurs au lieu de 226,4 FCFA (prix T.T.C. sans stabilisation), soit une aide indirecte de 1,4 milliard de FCFA. Celle correspondant aux moteurs s'élèverait à près d'un milliard de FCFA. Cette estimation est calculée sur la base d'une durée de vie moyenne de deux ans. Le taux de taxe est de 78,35% (15% de droits de douane, 30% de taxe d'importation, 20% de TVA et 3% de timbre douanier).

Compte de la pêche artisanale :	en millions de F CFA	
Chiffre d'affaires	**26.666**	**100%**
Consommations intermédiaires	**5.414**	**20,3%**
dont		
Carburant et lubrifiants	3.171	58,6%
Fournitures	169	3,1%
Entretien	366	6,8%
Autres consommations locales	1.554	28,7%
Produits de la pêche artisanale	154	2,8%
Valeur ajoutée	**21.252**	**79,7%**
+ Etat (subventions directes)	0	
	21.252	
Salaires	17.002	80,0%
Etat (Impôts et taxes)	NC	
Amortissements	NC	
Autres	4.250	20,0%

La pêche thonière :

Les prises débarquées des trois principales espèces de thons (Albacore, Listao et Patudo) s'élèveraient à 30.060 tonnes d'après les statistiques du CRODT. La flottille basée à Dakar représente 36% des débarquements. Dans le tableau d'échanges économiques, nous avons comptabilisé les apports de la flottille étrangère non basée à Dakar en importation. Il faut noter que 1.440 tonnes, pour une valeur estimée à 428 millions de FCFA, ont été mises à quai à Abidjan par le seul grand senneur sénégalais en activité. Ceci figure en exportation dans le tableau.

La valorisation des captures a été réalisée à partir des prix de règlement SOVETCO (Coopérative de commercialisation regroupant les armements

Compte de la pêche thonière :	en millions de F CFA	
Chiffre d'affaires	**6.027**	**100%**
Consommations intermédiaires	**1.702**	**28,2%**
dont :		
Gas-oil et lubrifiants	273	16,0%
Transport	41	2,4%
Fournitures	167	9,8%
Entretien	530	31,2%
Transitaires	58	3,4%
Frais de port	359	21,1%
Autres	274	16,1%
Valeur ajoutée	**4.325**	**71,8%**
+ Etat (subventions)	0	
	4.325	
dont :		
Salaires	2.465	57,0%
Etat (Impôts et taxes)	1.038	24,0%
Amortissements	260	6,0%
Autres	562	13,0%

français et africains associés) qui sont représentatifs des cours mondiaux. La comparaison de ce résultat avec les données de la D.O.P.M. et les statistiques d'achats des conserveries fournies par la Direction de la statistique révèle des écarts d'estimation respectivement de 3 et 5%. Par la suite, nous retiendrons, comme pour les conserveries, les chiffres de la Direction de la statistique, soit près de 6 milliards de francs CFA.

La structure des coûts de production et de la valeur ajoutée provient des comptes d'exploitation de 9 armements thoniers. Cet échantillon semble suffisamment représentatif de l'ensemble de la flottille pour permettre une estimation raisonnablement fiable par extrapolation. Les principaux postes en consommations intermédiaires sont les fournitures et les redevances au Port Autonome de Dakar (P.A.D.). Le taux de valeur ajoutée s'élève à plus de 70%. La masse salariale représente plus de la moitié de la valeur ajoutée créée par cette pêcherie.

Les conserveries :

Compte des conserveries :	en millions de F CFA	
Chiffre d'affaires	**17.424**	**100%**
Consommations intermédiaires	**15.869**	**91,1%**
dont		
Gas-oil et lubrifiants	237	1,5%
Eau	80	0,5%
Electricité	184	1,2%
Transport	380	2,4%
Fournitures	1.565	9,9%
Entretien	85	0,5%
Télécommunications	71	0,5%
Frais bancaires	124	0,8%
Achats de thons (Sénégal)	6.027	38,0%
Achats d'emballages (Sénégal)	2.118	13,3%
Achats directs à l'étranger	4.196	26,5%
Frais de port	100	0,6%
Autres	702	4,3%
Valeur ajoutée	**1.555**	**8,9%**
+ Etat (subventions)	700	
	2.255	
dont:		
Salaires	1.415	62,7%
Etat (Impôts et taxes)	218	9,7%
Amortissements	202	9,0%
Autres	420	18,6%

Elles sont au nombre de trois ; la SNCDS, INTERCO, ex-SAPAL et la SAIB. Nous avons pu obtenir leurs comptes d'exploitation agrégés auprès de la direction de la statistique. Ainsi, nous connaissons les soldes caractéristiques de gestion pour l'ensemble de l'activité.

Le chiffre d'affaires de cette activité atteint 17,4 milliards de francs CFA en 1987. La quasi-totalité de la production de thon appertisé est exportée. Le marché intérieur ne représente que 148 millions de francs CFA, soit 1%.

Les conserveries forment l'agent le plus subventionné par l'état. Elles ont reçu, en 1987, pour près de 700 millions de francs CFA. Cette aide significative couvrait alors la moitié des charges salariales. Le taux de valeur ajoutée de moins de 9% s'explique par le coût des consommations intermédiaires. Les emballages et le thon représentent à eux seuls 75% du chiffre d'affaires.

Les industries d'emballages :

Les soldes caractéristiques de gestion de cette branche nous ont été transmis par la Direction de la statistique. Nous avons retenu trois entreprises : la société Carnaud qui a le monopole de la distribution des boîtes en fer blanc, La Rochette et Rufsac qui commercialisent les emballages carton et plastique. Le chiffre d'affaires de cette branche destinée au secteur de la pêche est de 3,9 milliards de francs CFA, dont plus de 2

Compte des **industries de l'emballage:**	en millions de F CFA	
Chiffre d'affaires	**3.902**	**100%**
Consommations intermédiaires	**2.837**	**72,7%**
dont :		
Gas-oil et lubrifiants	38	1,3%
Eau	5	0,2%
Electricité	58	2,0%
Transport	29	1,0%
Fournitures	406	14,3%
Entretien	108	3,8%
Télécommunications	28	1,0%
Frais bancaires	36	1,3%
Achats directs à l'étranger	2.016	71,1%
Autres	113	4,0%
Valeur ajoutée	**1.065**	**27,3%**
+ Etat (subventions)	0	
	1.065	
dont :		
Salaires	511	48,0%
Etat (Impôts et taxes)	85	8,0%
Amortissements	160	15,0%
Autres	309	29,0%

milliards de francs CFA proviennent des trois conserveries dakaroises. Il est à noter que près de la moitié des consommations intermédiaires nécessaires à ces industries sont des importations. Le taux de valeur ajoutée de cette activité est de 27% pour 1987. La masse salariale couvre 50% de la valeur ajoutée.

Le mareyage et la distribution locale :

Nous avons dissocié le mareyage de produits frais et la commercialisation des produits transformés lors de l'estimation de leurs comptes. Toutefois, les méthodes employées sont identiques.

Le chiffre d'affaires de l'activité du mareyage local est de 32,1 milliards de francs CFA pour les produits frais et de 13,8 milliards pour la commercialisation des produits issus de la transformation artisanale. Les taux de valeur ajoutée sont respectivement de 45% et 56%. La différence correspond à un taux de marge supérieur sur les produits transformés dû au faible prix d'achat sur les plages. Ceci se retrouve sur le taux de valeur ajoutée de la transformation artisanale qui n'est que de 33%.

Compte du **Mareyage local** et de la **commercialisation :**	en millions de F CFA	
Chiffre d'affaires	**45.980**	**100%**
Consommations intermédiaires	**23.790**	**51,7%**
dont :		
Gas-oil et lubrifiants	1.405	5,9%
Fournitures	2.635	11,1%
Entretien	1.039	4,4%
Achat à la pêche artisanale	15.201	63,9%
Achat à la transformation artisanale	3.510	14,7%
Valeur ajoutée	**22.190**	**48,3%**
+ Etat (subventions)	0	
	22.190	
dont :		
Salaires	444	2,0%
Etat (Impôts et taxes)	910	4,1%
Amortissements	865	3,9%
Autres	19.971	90,0%

La part de la valeur ajoutée affectée aux amortissements représente moins de 4%. Ceci s'explique par le très faible taux de remplacement des véhicules lié à leur utilisation prolongée.

Les mareyeurs exportateurs et les usines de transformation autres que les conserveries :

Compte des Usines de transformation (unités de filetage et de congélation) :	en millions de F CFA	
Chiffre d'affaires	**8.955**	**100%**
Consommations intermédiaires	**8.644**	**96,5%**
dont		
Gas-oil et lubrifiants	155	1,8%
Eau	80	1,0%
Electricité	1.000	11,6%
Transport	122	1,4%
Fournitures	315	3,6%
Entretien	144	1,7%
Télécommunications	NC	?
Frais bancaires	NC	?
Achats à la pêche chalutière	3.744	43,3%
Achats d'emballages	293	3,4%
Achats entre usines	2.362	27,3%
Frais de port	48	0,6%
Autres	381	4,4%
Valeur ajoutée	**311**	**3,5%**
+ Etat (subventions)	21	
	332	
dont :		
Salaires	177	53,2%
Etat (Impôts et taxes)	37	11,1%
Amortissements	72	21,6%
Autres	47	14,1%

-tion et du mareyage a été établi par comparaison des comptes entre les sociétés de mareyage exclusivement et celles ayant la double activité, transformation et mareyage.

Dans le tableau d'échange économique, nous avons considéré trois agents: les unités de filetage, les unités de congélation et le mareyage international.

Le total des exportations pour cette branche est de 54,4 milliards de francs CFA pour un volume de 66.000 tonnes de poisson en équivalent frais avec un taux de valeur ajoutée de 22%. Une politique commerciale plus attentive au marché mondial, et notamment français, en vue du marché commun européen de 1993 améliorerait sensiblement ces résultats. Notons que les subven-

La Direction de la statistique dispose des comptes d'exploitation d'une douzaine d'entreprises dont l'activité principale est l'exportation de produits de la mer. Les quantités totales exportées déclarées auprès de la D.O.P.M. et les tarifs F.O.B. pratiqués sur le marché de Dakar ont servi de base. Nous avons extrapolé les comptes fournis par le Ministère des Finances sur la base du chiffre d'affaires "poisson" de la branche. Les prix F.O.B. ont été vérifiés à partir des quantités déclarées à l'exportation par les entreprises de l'échantillon et leur chiffre d'affaires.

Pour ce qui est de la transformation des produits, nous n'avons eu que des informations partielles. Les entreprises ont rarement une comptabilité analytique. La séparation des coûts de l'activité de transforma-

Compte du Mareyage vers l'exportation :	en millions de F CFA	
Chiffre d'affaires	**54.396**	**100%**
Consommations intermédiaires	**42.016**	**77,2%**
dont :		
Gas-oil et lubrifiants	739	1,8%
Eau	182	0,4%
Electricité	880	2,1%
Transport	2.179	5,2%
Fournitures	207	0,4%
Entretien	769	1,8%
Télécommunications	323	0,8%
Frais bancaires	125	0,4%
Frais de stockage	113	0,3%
Transitaire	69	0,2%
Achats à la pêche artisanale	7.604	18,1%
Achats à la pêche chalutière	16.807	40,0%
Achats d'emballages	1.491	3,5%
Achats aux usines	6.593	15,7%
Frais de port	280	0,7%
Achats directs à l'étranger	2.409	5,7%
Autres	1.246	2,9%
Valeur ajoutée	**12.380**	**22,8%**
+ Etat (subventions)	867	
	13.247	
dont :		
Salaires	7.057	53,3%
Etat (Impôts et taxes)	1.486	11,2%
Amortissements	2.847	21,5%
Autres	1.857	14,0%

tions attribuées couvrent plus de 10% de la masse salariale distribuée par la branche.

LES PRINCIPAUX RÉSULTATS :

Les exportations

Les exportations des produits de la pêche sont estimées à 71.672 millions de Francs CFA pour 96.448 tonnes d'équivalent frais.

Les importations incluses du secteur

Les importations incluses du secteur s'élèvent à près de 20 milliards de Francs CFA. Le pétrole représente 20% des coûts en devises du secteur. La filière du thon appertisé est la plus grosse consommatrice de produits étrangers. En valeur, les apports de thon débarqués par la flotte non basée à Dakar sont aussi importants que les importations de produits pétroliers destinés à l'ensemble des activités liées au secteur de la pêche.

La valeur ajoutée incluse du secteur

La valeur ajoutée induite, toutes pêcheries confondues, se monte à plus de 115 milliards de Francs CFA pour l'année 1987.

La consommation intérieure

La consommation intérieure apparente de poisson est de 248.000 tonnes équivalent frais, dont 30.000 tonnes importées, pour une valeur de 60 milliards de Francs CFA. La consommation apparente moyenne par habitant serait donc de 38 Kg par an, soit près de 9.000 Francs CFA annuel per capita. Les résultats de l'enquête consommation en milieu urbain réalisée par le CRODT de mars 1986 à mars 1987 estimait la quantité de poisson frais par tête à 114 grammes par jour, soit 41,6 Kg par an. L'écart semble pouvoir s'expliquer par le biais urbain de l'enquête. Celle-ci concernait un échantillon de 4.472 ménages dont 4.150 répartis dans treize agglomérations.

La valeur ajoutée incluse et la balance en devise par tête et par pêcherie

En termes de valeur ajoutée par tête ou de revenu en devises, la pêche thonière est la plus performante. La pêche artisanale, quant à elle, dégage bien moins de richesses par tête que les pêcheries industrielles. Néanmoins, elle fournit plus de vingt fois plus d'emplois directs, près de 45.000 (source D.O.P.M.) contre à peine plus de 2.000 aux pêcheries indus-

	VA incl. /tête	Coûts en devises /tête	Recettes indirectes en devise /tête	Balance en devises /tête	Product/ tête en Kg
Pêche artisanale	594	30	313	283	5.441
Pêche chalutière	8.305	1201	19.008	17.807	21.944
Pêche thonière	13.694	487	40.162	39.675	25.666
TOTAL PECHE	1.095	91	1.609	1.518	6.435

trielles. Les emplois indirects dégagés par les différentes pêcheries sont difficiles à évaluer en raison de l'importance des emplois saisonniers ou à temps partiel. Les estimations du CRODT s'élèvent à 35.000 pêcheurs artisans. Néanmoins, il est raisonnable de penser que ce rapport de un à vingt demeure.

La dépendance du secteur de la pêche.

La pêche artisanale est la moins liée au reste de l'économie. Sa demande en carburant résume sa consommation en services.

Les filières de la pêche industrielle, quant à elles, dépendent largement de leurs consommations intermédiaires. Le taux de valeur ajoutée des agents directs est, à l'exception des thoniers, inférieur à 40%. Les conserveries n'atteignent pas 10%. Une telle dépendance envers des fournisseurs de biens et services en position d'oligopole, et bien souvent de monopole, fragilise les filières issues des pêcheries industrielles.

Dans un contexte d'internationalisation accrue du marché des produits de la mer, et notamment du thon, cela constitue un handicap certain pour le secteur de la pêche.

~~~~~~~~~~~~

RÉFÉRENCES

- **BELLMANS (M.S.)**, 1983.- Les revenus et la rentabilité des différents engins de pêche artisanale à Mbour. *Doc. Sci. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 86.*
- **BRENDEL (R.)**, 1990.- Analyse de la consommation de carburant des chalutiers de pêche démersale côtière au Sénégal. Conséquence sur la rentabilité des armements et la gestion des pêcheries. *Doc. Sci. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 121, 61 pages.*
- **CAISSE CENTRALE DE COOPERATION ECONOMIQUE**, 1989.-Sénégal, note de conjoncture, *43 pages.*
- **C.E.A.M.P.E.M.N.** , 1987.- Analyse économique du secteur de la pêche. Cellule d'appui au Ministère des Pêches et de l'Economie Maritime, République Islamique de Mauritanie, *152 pages.*
- **CHABOUD (C.)**, 1983.-Le mareyage au Sénégal. *Doc. Sci. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 87, 112pages.*
- **CHABOUD (C.), KEBE (M.)**, 1989.-La distribution en frais du poisson de mer au Sénégal, commerce traditionnel et interventions publiques. *Cah. Sci. Hum. 25 (1-2) : 125-143.*
- **CHABOUD (C.), KEBE (M.)**, 1989.- Les relations entre producteurs et commerçants, ou les mareyeurs sont-ils des exploiteurs ? Le cas du Sénégal. *Communication pour le symposium Orstom-Ifremer "La recherche face aux pêches artisanales", Montpellier, 3-7 juillet 1988, 15 pages.*
- **CHABOUD (C.), KEBE (M.)**, 1990.- La commercialisation du poisson de mer dans les régions intérieures du Sénégal, données statistiques, *CRODT/ISRA, Contrat FAO/TCP/SEN/6653(T), 300 pages.*
- **CHARNEAU (D.)**, 1988.- L'économie du thon au Sénégal : intégration nationale et internationalisation de la filière. *Doc. Sci. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 109, 194 pages.*
- **CHERVEL (M.), LE GALL (M.)**, Manuel d'évaluation économique des projets, la Méthodes des Effets. *Ministère de la Coopération, République Française, 204 pages.*
- **CRODT**, 1988.- Statistiques de la pêche maritime sénégalaise en 1986. *Arch. Cent. Rech. océanogr. Dakar-Thiaroye, 159, 94 pages.*
~~~~~~~~~~~~

❒ **CRODT,** 1989.- Statistiques de la pêche maritime sénégalaise en 1987. *Arch. Cent. Rech. océanogr. Dakar-Thiaroye, 175, 85 pages.*

❒ **CRODT,** 1989.- Statistiques de la pêche maritime sénégalaise en 1988. *Arch. Cent. Rech. océanogr. Dakar-Thiaroye, 178, 90 pages.*

❒ **DEME (M.),** 1988. Etude économique et financière de la pêche sariniaire sénégalaise. *Doc. Sci. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 107, 66 pages.*

❒ **DOPM,** 1989.- Résultats généraux de la pêche maritime sénégalaise, année 1986, *107 pages.*

❒ **DOPM,** 1990.- Résultats généraux de la pêche maritime sénégalaise, année 1987, *96 pages.*

❒ **DOPM,** 1990.- Résultats généraux de la pêche maritime sénégalaise, année 1988, *118 pages.*

❒ **FAO,** 1989.- Statistiques des pêches, produits, vol 65, *369 pages.*

❒ **SOCECO-PECHART,** 1982.- Dictionnaire des points de débarquement de la pêche artisanale maritime sénégalaise en 1981. *Arch. Cent. Rech. océanogr. Dakar-Thiaroye, 109, 90 pages.*

❒ **SOCECO-PECHART,** 1982.- Recensement de la pêche artisanale maritime au Sénégal, avril et septembre 1981, *Doc. Cent. Rech. océanogr. Dakar-Thiaroye, 83, 38 pages.*

❒ **SOCECO-PECHART,** 1983.- Recensement de la pêche artisanale maritime au Sénégal, avril et septembre 1982, *Doc. Cent. Rech. océanogr. Dakar-Thiaroye, 90, 29 pages.*

❒ **SOCECO-PECHART,** 1985.- Recensement de la pêche artisanale maritime au Sénégal, avril et septembre 1983, *Doc. Cent. Rech. océanogr. Dakar-Thiaroye, 101, 51 pages.*

❒ **WEBER (J.),** 1980.- Socio-économie de la pêche artisanale en mer au Sénégal : hypothèses et voies de recherches. Rev. socio-éco. ISRA, 4 ; *Doc. Cent. Rech. océanogr. Dakar-Thiaroye, 84,* 3-24.

Les statistiques de pêche au CRODT : description des systèmes de collecte et de traitement des données.

J. Ferraris, B. Samb et M. Thiam.

RÉSUMÉ :

Dans le cadre de ses programmes de recherche halieutique, le Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye produit chaque année une archive scientifique sur les statistiques de pêche maritime du Sénégal. Ces résultats concernent la pêche artisanale, la pêche chalutière, la pêche sardinière et la pêche thonière. Les statistiques de pêche sont produites pour les flottilles industrielles et artisanales basées au Sénégal et pour les flottilles étrangères opérant dans les eaux sénégalaises mais non basées à Dakar. Ce document présente l'historique et le principe de base des systèmes d'enquête développés au CRODT. Il décrit la nature des données, les méthodes de collecte et le traitement informatique pour les pêcheries exploitant les ressources accessibles à la pêche piroguière : la pêcherie artisanale elle-même, la pêcherie industrielle pélagique et la pêcherie chalutière côtière.

ABSTRACT :

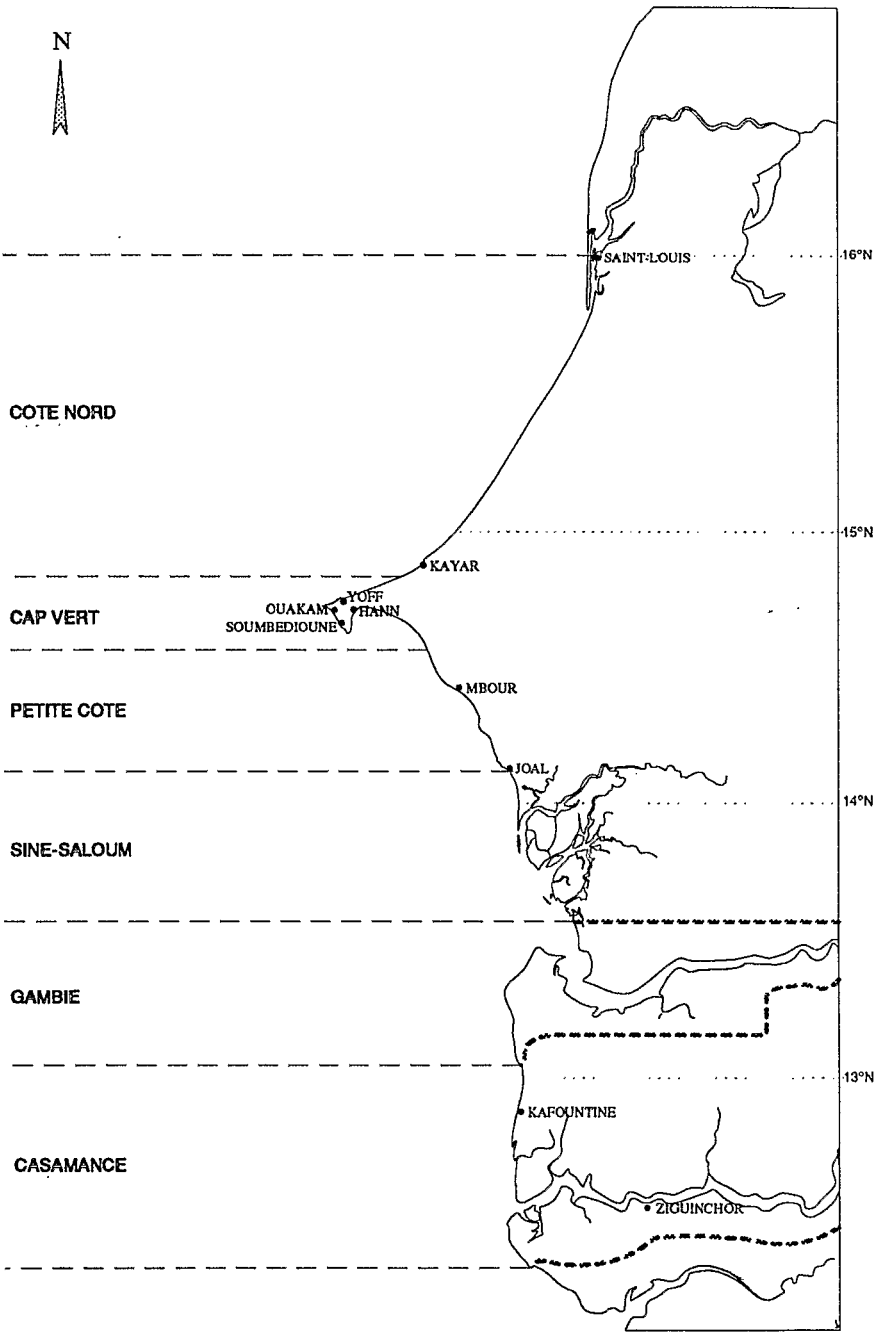
Within the framework of its fishery research programs, the Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye produces annually one scientific report on marine fisheries statistics of Senegal. These results concern small scale fishing, trawling, purse seining and tuna fishing. The fisheries statistics are published for industrial and artisanal fleets based in Sénégal and for foreign fleets fishing in Senegalese waters but non based in Dakar. This document presents the historical account and bases of survey systems performed in CRODT. It describes the kind of data, collection methods and computer processing for fisheries catching accessible resources to canoe fleet : the artisanal fishery, the sardinella fishery with purse seiners and the coastal trawling fishery.

LA PÊCHE ARTISANALE

Historique

La collecte des données en pêche artisanale a été initiée au début des années 1970 dans le cadre d'études monographiques menées sur quelques espèces principales (tassergal, thiof, sardinelles). A partir de 1975, le système de collecte a été étendu à l'ensemble des espèces et des engins de pêche. Les premiers recensements des unités de pêche menés en 1977 et 1978 ont permis de mieux se rendre compte de la diversité du système d'exploitation, du caractère multispécifique de la ressource et de l'importance de la dimension sociale pour la pêche artisanale. Le schéma de collecte et le traitement statistique des données ont alors été améliorés par l'intervention de biométriciens et de socio-économistes. A partir de 1982, le système de collecte est étendu à l'ensemble des principaux points de débarquement du littoral (figure 1). Le document PECHART (1982) présente le système d'enquête utilisé au début des années 80 dont le principe général est resté le même malgré quelques adaptations en fonction de l'évolution de la pêcherie et des besoins liés à la recherche. On trouvera une description et étude critique des enquêtes dans GERARD et GREBER (1985), GERARD (1985) ainsi qu'une analyse sur la précision des estimations des captures et prises par unité d'effort dans LALOE (1985). Les systèmes de codage et les programmes informatiques utilisés à l'époque (CURY,1981) ont été remaniés au cours

Figure 1 : Principaux centres de débarquements de pêche artisanale sénégalaise enquêtés par le CRODT.



des ans en fonction des moyens informatiques disponibles mais le principe de base des traitements reste identique. Une présentation détaillée du recueil et du traitement des données de pêche artisanale est donnée dans LALOE & SAMBA (1990). En 1992, l'ensemble des fichiers de données de pêche artisanale ont été structurés en une base de données homogènes et harmonisées avec les autres données halieutiques du CRODT (FERRARIS *et al*, 1993).

La mise en place de ce système de collecte a été réalisée dans un contexte d'études de dynamique de population en vue d'une gestion rationnelle de leur exploitation. Cependant l'analyse de la précision des estimations et de la variabilité des données a mis en évidence la nécessité de rechercher de nouveaux cadres de synthèse mieux adaptés à une représentation générale de la pêche artisanale. Si le système permet de répondre au besoin de production de statistiques de pêche, de nouveaux programmes de recherche et de collecte d'information se sont avérés nécessaires pour répondre aux questions sur la dynamique des unités de pêche (LALOE, 1992).

Enquête - cadre

Une enquête-cadre régulière comprenant un recensement du parc piroguier et une enquête-village permet d'évaluer globalement le potentiel de la pêche maritime artisanale et de calculer les facteurs d'extrapolation nécessaires à l'estimation de la production halieutique. La grande variabilité observée dans la répartition et l'importance des captures par plage de débarquement est due entre autre à l'alternance de deux saisons hydrologiques. La physionomie des centres de pêche change en fonction des saisons suite à la migration des pêcheurs et/ou aux changements de tactiques de pêche. C'est pourquoi l'enquête-cadre est réalisée deux fois par année (en général en avril et septembre), et ce depuis 1981. Les résultats sont publiés annuellement sous la forme d'archives scientifiques du CRODT.

Le recensement couvre systématiquement les régions de la Côte Nord, du Cap-Vert et de la Petite-Côte et occasionnellement le Siné-Saloum et la Casamance. Pour ces deux dernières régions, qui ne sont pas couvertes par les enquêtes de routine sur les prises et l'activité de pêche, ce sont les données de la Direction de l'Océanographie et des Pêches Maritimes (DOPM) qui sont utilisées pour la production des statistiques annuelles de l'ensemble de la pêche piroguière maritime du Sénégal. Les neuf centres de débarquement enquêtés de façon routinière par le CRODT représentent environ 70% du parc piroguier national. L'extrapolation des données enquêtées à l'ensemble des points de débarquement présuppose que la pêche se pratique de la même manière et sur les mêmes stocks dans les ports secondaires que dans les ports principaux voisins (taux d'activité et rendements équivalents). Le recensement est réalisé dans un temps le plus bref possible, afin d'éviter des doubles comptages dus à des migrations entre les ports, par des équipes des programmes "Pêche Artisanale" et "Socio-Economie des Pêches" du CRODT.

Stratégie d'échantillonnage

L'estimation des captures est obtenue à partir des prises par sortie multipliées par le nombre de sorties. La stratégie d'échantillonnage comporte deux étapes et concerne :

- l'effort de pêche, soit le nombre de sorties par engin de pêche,
- et les prises par sortie et par engin de pêche.

Le plan d'échantillonnage, dont on trouvera une présentation et le principe de calcul des estimateurs dans LALOE (1985) et BARRY-GERARD (1988), correspond à un échantillonnage stratifié tenant compte des variabilités spatiale, temporelle et technologique de la pêcherie ; les strates sont définies par le croisement de trois variables qualitatives : la plage de débarquement des pirogues, la période (quinzaine) et l'engin de pêche. Sept engins principaux sont considérés : pirogue voile ligne (PVL), pirogue moteur ligne (PML), pirogue glacière ligne (PGL), filet dormant (FD), senne tournante (ST), filet maillant encerclant (FME) et divers comme senne de plage, épervier, etc. (DIV). A partir de 1985, afin de diminuer la variabilité intra-strate, les engins de pêche ont été séparés en 24 catégories, avec notamment la séparation au sein des lignes, des lignes traînes (LT), lignes-casiers à seiche (turlutte et casier, LCS), palangres (PAL), lignes rhinobatos (LR) et au sein des filets fixes, cinq types de filet dormant (FDPoisson, FDSole, FDEthmalose-Sardinelle, FDLangouste et FDYet) et quatre types de filet dérivant (FMDSurface : Etmalose et Mulet, FMDFond : Yolal et à Trachinote). Les effectifs des différentes strates sont obtenus par le comptage des sorties quotidiennes. Dans chaque strate, on sélectionne des jours d'enquêtes pour lesquels des pirogues sont échantillonnées au sein desquelles on mesure quelques poissons. La stratégie d'échantillonnage répond à un plan stratifié à plusieurs niveaux, mais les unités d'échantillonnage ne sont pas sélectionnées aléatoirement. Les jours d'enquête correspondent aux jours ouvrables, les pirogues sont échantillonnées au fur et à mesure des retours et les poissons d'une pirogue sont choisis le plus "au hasard" possible par l'enquêteur pendant que le pêcheur négocie la vente de son produit... Sur l'hypothèse d'une sélection des unités respectant les règles de l'échantillonnage aléatoire, LALOE (1985) estime que la meilleure précision possible sur les estimations des captures d'une espèce fréquemment observée se situe entre 15 à 20 %.

Echantillonnage des efforts

Les efforts de pêche sont mesurés en général six jours par semaine (lundi au samedi), les absences d'information étant remplacées par la moyenne des jours adjacents afin de tenir compte du continuum temporel. Les efforts pour les sennes tournantes et les filets maillants encerclants de Joal et Mbour sont comptabilisés tous les jours. Cette pêcherie, qui est suivie en détail depuis 1977, présente un taux d'échantillonnage supérieur pour les efforts et pour les prises en raison de l'importance des petits pélagiques dans la production halieutique du Sénégal.

Trois systèmes sont utilisés :

- Système du double décompte : La connaissance de la physionomie de la pêcherie (heures de départ et de débarquement, lieux de débarquement par type de pêche...) permet de déduire le nombre de sorties par type d'engin par différence du décompte des pirogues restées sur la plage une fois les départs effectués et du décompte des pirogues après le retour de pêche. Ainsi, à Saint-Louis, les pirogues moteurs lignes dont les départs avaient lieu en 1975

vers 6-7 heures étaient comptabilisées vers 10 heures du matin puis de nouveau vers 20 heures après les derniers débarquements. Ce système est cependant de plus en plus abandonné en raison des horaires variables des sorties, des sorties supérieures à 12 heures, des double-sorties pour une même pirogue et de la variabilité d'utilisation des engins de pêche (phénomène de mixité d'utilisation des engins). Il est remplacé par un système d'interview auprès des pêcheurs à partir de la liste du parc piroguier actif. Le système par décompte est encore utilisé à Kayar où il est difficile d'obtenir une liste exhaustive et à jour des campagnards Saint-Louisiens durant la pleine campagne de pêche.

- Système de pointage des arrivées : Un aide de plage note par tranche horaire les fréquences des arrivées par type de pêche. Ce système est utilisé à Mbour et au Cap-Vert.

- Système des interviews : Le nombre de sorties par jour et par engin de pêche est obtenu à partir de la liste des pêcheurs, tenue régulièrement à jour, et d'interviews effectuées auprès de pêcheurs personnes-ressources se tenant sur la plage. L'informateur pointe les pêcheurs en sortie et la nature du type de pêche pratiquée. Ce système, initialement développé à Joal, est utilisé à Mbour (ST et FME), Pointe Sarène, Kayar (pour les non migrants) et Saint-Louis.

Echantillonnage des prises

L'échantillonnage des captures répond à un plan d'échantillonnage stratifié à deux niveaux : les unités primaires correspondent aux pirogues échantillonnées au cours des journées d'enquête et les unités secondaires aux poissons sélectionnés au sein de la capture des pirogues échantillonnées pour les fréquences de tailles.

Les poids sont estimés par :

- le nombre d'individus lorsque ce nombre est peu élevé : les mesures de taille d'un échantillon de quelques individus choisis "au hasard" (unités secondaires) permet de déduire le poids de la capture à l'aide des relations "taille/poids" établies pour les principales espèces (FRANQUEVILLE et FREON, 1976).

- estimation à vue du poids par espèce : pour les espèces d'intérêt secondaire et les espèces abondantes, les captures sont estimées par évaluation du poids des tas de poissons ou par comptage du nombre de paniers ou de caisses. Ainsi, pour les ST et FME, le débarquement du poisson se fait à l'aide de paniers standardisés qui servent à la vente. Des tests de pesée et de mesure ont été effectués afin de contrôler le poids moyen du contenu des paniers utilisés. En 1981, un contrôle du biais d'estimation des prises par les enquêteurs a été réalisé à partir de tas de poissons de poids connus et de tailles différentes (DESTANQUES, 1982).

L'échantillonnage des pirogues permet d'évaluer les captures par espèce (une liste de 200 espèces est actuellement utilisée) et de prendre en note toutes les informations

pertinentes sur l'effort de pêche :

- type de pêche (engin)
- heure de départ et heure de retour
- temps de route
- météo
- nombre de coups de filets (total et positifs) pour ST et FME
- lieu de pêche
- nombre de pêcheurs
- profondeur de pêche

En parallèle, le programme Socio-Economie des Pêches effectue des enquêtes sur les prix de vente par espèce au débarquement.

Un résumé de la couverture spatio-temporelle du système de collecte est donné au tableau 1, système qui implique la participation de 9 enquêteurs et 13 aides de plage dont 8 à temps plein et 5 à mi-temps. Les aides de plage prennent en charge les efforts de pêche et/ou les mesures de taille des poissons. Le taux d'échantillonnage visé par engin de pêche (soit la proportion de pirogues enquêtées) est fixé à environ 10% des sorties (ce qui peut représenter 30 à 40 pirogues par jour d'enquête pour certains ports mais ne peut pas être toujours réalisé durant certaines périodes de pleine campagne de pêche). Pour les ST et FME de Joal et de Mbour, le taux d'échantillonnage varie entre 60 à 100% des sorties du jour.

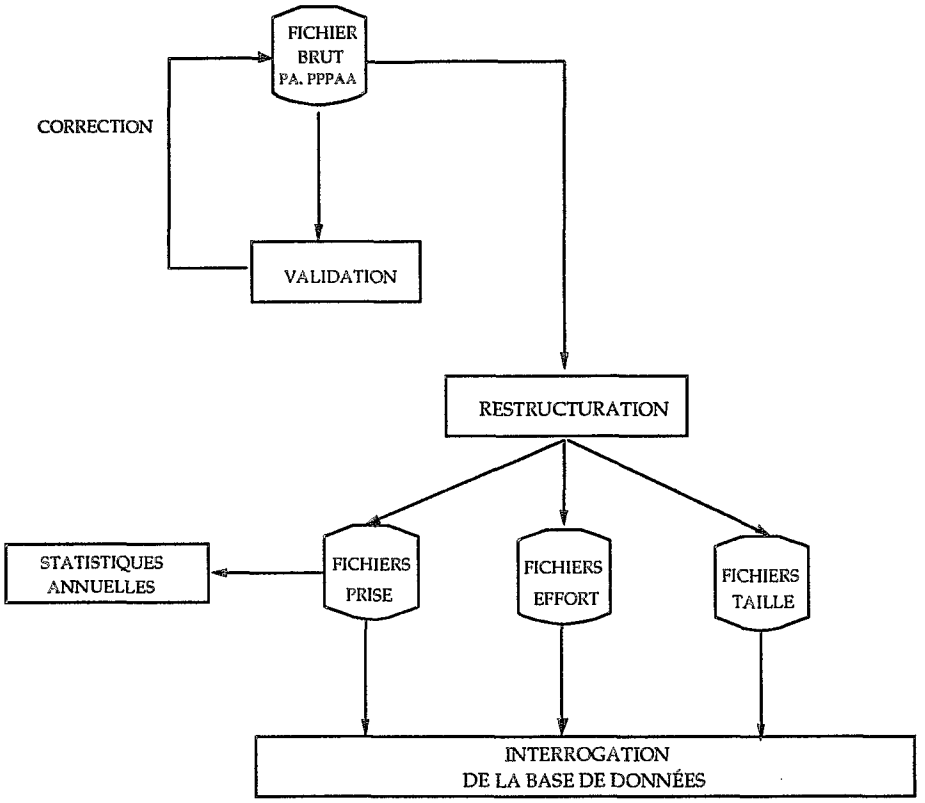
PORT	DEBUT	PERSONNEL	FREQUENCE PRISES	FREQUENCE EFFORTS
Saint-Louis	1974	1 enquêteur 2 aides de plage	5 jours/semaine	6 jours/semaine
Kayar	1974	1 enquêteur 2 aides de plage	5 jours/semaine	6 jours/semaine
Yoff	1979	1 enquêteur 2 aides de plage	2 jours/semaine	6 jours/semaine
Ouakam	1982	1 enquêteur	2 jours/semaine	2 jours/semaine
Soumbédioune	1976	1 enquêteur 1 aide de plage	2 jours/semaine	6 jours/semaine
Hann	1981	1 enquêteur 2 aides de plage	2 jours/semaine	6 jours/semaine
Mbour-PA Mbour-PPC	1981 1978	2 enquêteurs 2 aides de plage	5 jours/semaine 5 jours/semaine	6 jours/semaine 7 jours/semaine
Joal-PA Joal-PPC	1982 1978	2 enquêteurs 2 aides de plage	5 jours/semaine 5 jours/semaine	6 jours/semaine 7 jours/semaine
Pointe Sarène	1988	1 enquêteur	5 jours/semaine	6 jours/semaine

Tableau 1 : Couverture spatiale et temporelle du système de collecte de statistiques de pêche artisanale

Traitement des données

La chaîne de traitement des données, réécrite intégralement en 1991/92 (FERRARIS *et al.*, 1993) est illustrée à la figure 2. Outre les programmes de validation et de structuration des données en une base de données homogènes au cours des ans, la chaîne de traitement est basée sur le principe suivant :

Figure 2 : Description générale de la chaîne de traitement des statistiques de pêche artisanale.



- Extrapolation des captures échantillonnées pour chaque strate port*quinzaine*engin : la capture totale de la quinzaine est obtenue par la PUE moyenne de la quinzaine multipliée par le nombre total de sorties de la quinzaine. Pour les ST et FME de Joal et Mbour, l'extrapolation se passe à deux niveaux : au niveau journalier par le rapport du nombre de sorties du jour considéré sur le nombre de pirogues échantillonnées et au niveau de la quinzaine par le rapport du nombre total de sorties de la période sur le nombre de sorties des jours avec enquêtes.

- Substitution pour les absences d'information : les prises des quinzaines sans enquête (mais avec efforts) sont remplacées par des captures substituées selon le principe suivant :

  1- utilisation de la PUE moyenne d'une des quinzaines adjacentes

  ou 2- utilisation de la PUE moyenne de la saison ou de l'année du port concerné

  ou 3- utilisation de la PUE moyenne de la saison ou de l'année de la région concernée

  ou 4- utilisation de la PUE moyenne de la saison ou de l'année de l'ensemble des ports.

- Extrapolation des ports enquêtés à l'ensemble des ports de la région à l'aide des facteurs calculés d'après les données de recensement donnant le rapport entre le nombre de pirogues de la région sur le nombre de pirogues des ports enquêtés par engin de pêche.

La quantité des données et la nature des statistiques de pêche artisanale sont résumées à la figure 3. La base de données "Pêche Artisanale" est constituée de plusieurs fichiers (cf annexe A) :

1- Données de recensement :	RECLIEUAN.DAT	(nb de pirogues/lieu/engin)
2- Données échantillonnées :	PORT.CAPTPIR	(rendement/pirogue)
3- Données extrapolées au port :	PORTAN.CQZSUB	(prises/qz/engin)
4- Données extrapolées aux zones de pêche :	PORTAN.CQZZONE	(prises/qz/engin)
5- Données extrapolées à l'ensemble du littoral :	PORTAN.CQZDEF	(prises/qz/an)

L'extrapolation à la zone de pêche est effectuée sur la base des lieux de pêche fournis par les pêcheurs lors des enquêtes qui sont localisés en fonction de la zonation géographique et bathymétrique indiquée sur la carte de la figure 4. Cette répartition spatiale par bandes de 30 mn de latitude subdivisées en fonction des isobathes de 25, 75 et 150 mètres correspond au quadrillage statistique utilisé en pêche sardinière. A partir de ces extrapolations par zone, une animation sur un des ordinateurs SUN du CRODT permet de visualiser les captures totales, avec choix de l'espèce, par zone de pêche et par pêcherie (cf annexe B).

Les données de pêche artisanale sont synthétisées dans un atlas de variabilité spatio-temporelle présentant les points suivants (Ferraris, 1993) :

Le parc piroguier:

- Nombre de pirogues /région/engin.
- Evolution de la motorisation.

Les captures totales extrapolées de 1981 à 1991 pour les régions au nord du Siné-Saloum.

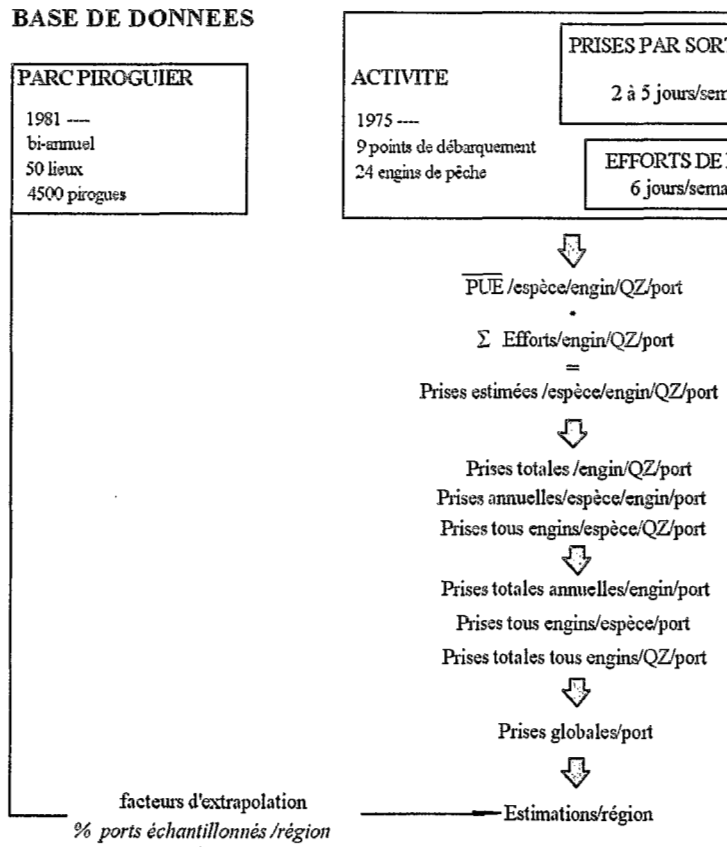
- Captures totales /région/engin.
- Variabilité saisonnière :
  - Importance relative des espèces par région et saison.
  - Variabilité mensuelle des captures par région .

- Captures des espèces principales/région/engin :
  - Thiof (*Epinephelus aeneus*)
  - Tassergal (*Pomatomus saltator*)
  - Pageot (*Pagellus bellottii*)
  - Chinchard jaune (*Decapturus rhonchus*)
  - Pagre (*Sparus caeruleostictus*)
  - Sole langue (*Cynoglossus sp*)
  - Sardinelle plate et ronde (*Sardinella aurita* et *maderensis*).

Les captures extrapolées au port :

- Effort et captures totales
- Composition des prises par engin et par famille.

Figure 3 : Présentation des principales statistiques de pêche artisanale traitées au CRODT.



LA PÊCHE INDUSTRIELLE PÉLAGIQUE

Les systèmes de collecte des données de la pêche industrielle ne sont pas les mêmes suivant que l'on considère les sardiniers dakarois ou les bateaux de gros tonnage opérant dans le cadre d'affrètement pour des sociétés de pêche installées au Sénégal.

Les sardiniers dakarois sont généralement des navires de pêche fraîche de moins de 100 TJB qui effectuent des marées de courtes durées et débarquent au port de Dakar durant la journée. Ce qui permet à l'enquêteur du CRODT basé au port d'accéder facilement à bord du bateau. En revanche, pour les autres bateaux de gros tonnage, la durée de la marée est longue et les horaires de débarquement irréguliers. De plus, ces navires peuvent procéder à des transbordements en mer par le biais de navires de ramassage. Ce sont des observateurs du Projet de Surveillance de la Pêche du Sénégal, embarqués dans ces bateaux, qui assurent la collecte des données.

Sardiniers dakarois

L'étude de cette pêcherie a commencé en 1965 et un système d'enquêtes a été progressivement mis en place avec un enquêteur basé au port de Dakar.

Comme les patrons de pêche ne tiennent pas souvent de livres de bord, il est nécessaire que l'enquêteur rencontre ces derniers au retour de la pêche pour collecter les renseignements, et du même coup il peut vérifier l'authenticité au vu des prises effectivement débarquées. Ces renseignements portent sur les zones de pêche fréquentées (positions du coup de filet), le nombre de coups de filet (avec ou sans pêche), la composition des captures par espèce et par classe de taille, les heures de départ et de retour, les temps de route.

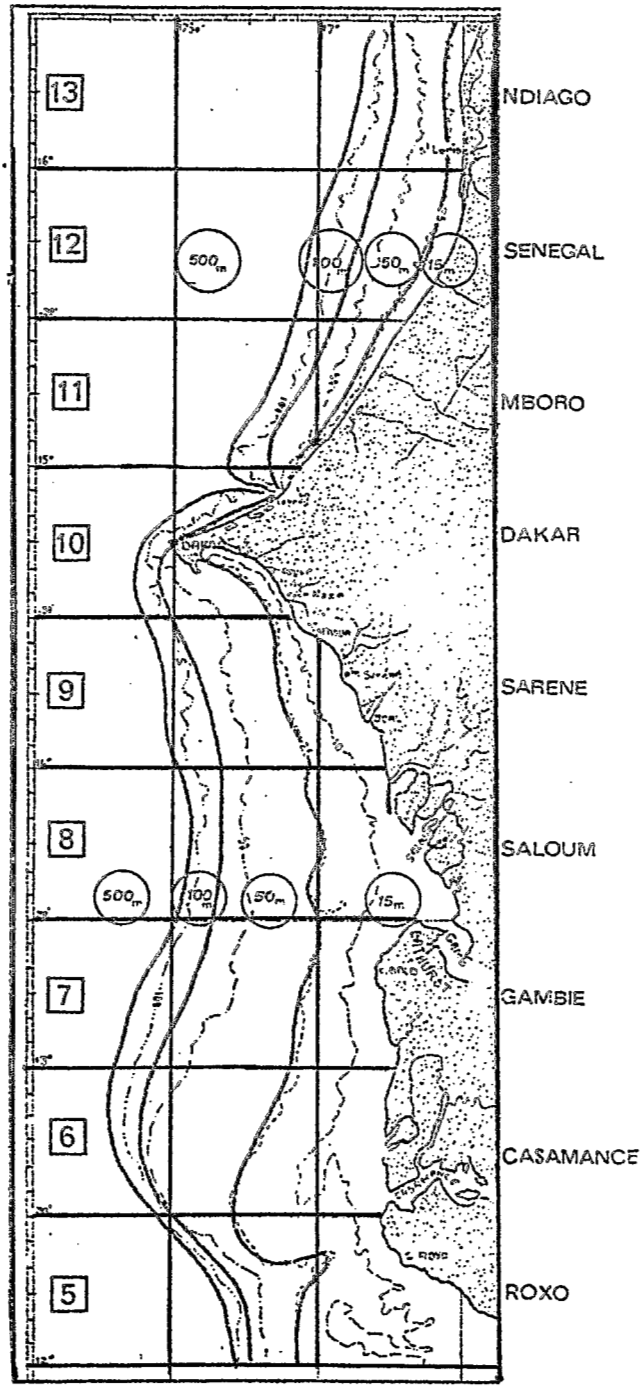
Depuis 1971, un quadrillage statistique de la zone de pêche a été conçu afin de déterminer la répartition géographique et bathymétrique de l'effort. La zone a été divisée en bandes de 30 mn de latitude, qui à leur tour sont subdivisées en suivant les isobathes de 25, 75, et 150 mètres, créant ainsi quatre secteurs, de 0 à 25 m, de 26 à 75 m, de 76 à 150 m et de plus de 150 m (figure 4)

Les poissons de la prise plurispécifique ne sont pas triés à bord et le débarquement se fait à l'aide d'une salabarde en remplissant indistinctement des caisses de 50 Kg environ, qui sont entreposés côte à côte sur le quai.

C'est alors qu'est effectué l'échantillonnage pour connaître la distribution par espèce et les classes de taille représentées pour chacune d'elles. Pour ce faire, deux caisses sont en général sélectionnées à des moments distincts du débarquement, donc provenant de cales différentes. Les poissons contenus dans environ un tiers de chaque caisse sont mesurés au demi-centimètre inférieur par défaut et le reste est compté en notant la composition spécifique. Toutefois, quand il y a une grande variété d'espèces représentées, tous les individus de la caisse sont mesurés.

Les données sont prétraitées , codées puis saisies sur support informatique par des techniciens du CRODT. Une chaîne de programme a été élaborée pour d'une part, assurer le contrôle technique en cas d'erreurs dans la collecte ou la saisie et d'autre part, pour effectuer le traitement (FREON et NDIAYE, 1979).

Figure 4 : Quadrillage statistique de la zone de pêche des sardiniers déterminé par bandes de 1/2 degré de latitude et isobathes de 25, 75 et 150 mètres .



Bateaux de gros tonnage

Les données disponibles sont de deux types : celles obtenues auprès des observateurs du projet PSPS et celles collectées auprès de l'usine.

Sur les formulaires mis à la disposition des observateurs sont mentionnés :

- le nom de l'observateur
- le jour de départ et le jour d'arrivée au port de Dakar
- la date, l'heure et la position des coups de senne ou de chalut
- les noms des principales espèces
- le poids estimé des captures
- des remarques pouvant renseigner sur l'activité à bord et la stratégie de pêche.

Ces formulaires sont remplis pour chaque marée et toutes ces informations parviennent au CRODT qui les traite suivant la même procédure décrite pour les sardiniers Dakarois.

Certains observateurs peuvent à la demande du CRODT effectuer des mensurations.

Pour le cas où ces bateaux débarquent au port de Dakar les données des observateurs sont souvent complétées par les enquêtes au niveau des usines. A ce niveau les données sont moins détaillées et portent sur les captures globales par marée. Toutefois, elles permettent de vérifier l'exactitude des informations relatives aux dates de débarquement, au nombre de marées et aux prises mensuelles pour certaines espèces.

LA PÊCHE CHALUTIÈRE CÔTIÈRE

Historique

Avant 1969, les seules statistiques chalutières disponibles ont été celles recueillies par le Bureau de la Production de la Direction de l'Océanographie et des Pêches Maritimes (DOPM). Pour la période 1959-1970, seul le nombre total de navires recensés au port est indiqué, sans aucune spécification de nationalité (GARCIA *et al.*, 1979). Leur activité réelle n'est pas non plus indiquée. Les débarquements sont classés en quelques catégories commerciales pouvant regrouper plusieurs espèces.

La mise en place, au CRODT, d'un système de collecte de statistiques de pêche chalutière remonte à 1969. Ce système s'est progressivement amélioré grâce à des études effectuées sur le terrain, soit du fait des mutations quantitatives et qualitatives de la pêcherie (THIAM, 1979), soit de la conduite d'études souvent monospécifiques (LHOMME *et al.*, 1972 ; GARCIA et LHOMME, 1977 ; CHABANNE, 1987 ; FRANQUEVILLE, 1983).

Description du système de collecte

Flottille basée à Dakar

Pour ces unités qui débarquent à Dakar, les statistiques de pêche sont obtenues à partir de trois sources de données.

☞ *Les enquêtes au port*

Elles sont effectuées quotidiennement à bord des chalutiers qui reviennent au port à la fin de leur marée. Les renseignements recueillis sur bordereaux auprès du patron de pêche (ou du "bosco") sont les suivants :

- le nom du chalutier ;
- la date et l'heure précises de départ en mer ;
- la date et l'heure précises de retour au port ;
- les zones de pêche fréquentées et les sondes ;
- la durée et le nombre moyens de traits de chalut par jour ;
- l'usine de débarquement ou le mareyeur acheteur ;
- les poids par espèce (ou groupe d'espèces);
- le poids total ;
- les quantités moyennes rejetées par trait.

A partir de 1982, l'espèce-cible (ou groupe-cible) de la marée a été ajoutée à la fiche d'enquête ; il s'agit de l'espèce (ou du groupe d'espèces) que le patron de pêche déclare avoir recherché en priorité au cours de la marée. Le poids total, calculé a posteriori, a été supprimé de l'enquête.

☞ *Les cahiers de mouvement de la flotte*

Un système de pointage quotidien des chalutiers est parallèlement effectué au port de Dakar. Cet inventaire exhaustif des unités restées à quai permet de compléter les données d'enquêtes et de contrôler le mouvement de la flotte ; le temps d'absence du port (effort nominal) est connu avec plus de précision.

☞ *Les fiches de marée des usines*

Les débarquements des navires au niveau des usines (ou des mareyeurs), après tri et pesée, font l'objet d'un bordereau d'achat ou d'une facture ; ces documents indiquent :

- le nom du navire et la date de débarquement ;
- les tonnages débarqués par catégories commerciales (espèces ou groupes d'espèces) ;
- le prix au kilo de chaque catégorie (selon les usines) ;
- la valeur totale de la marée (selon les usines).

Le pourcentage de marées pour lesquelles ces fiches sont disponibles a évolué de 1969 à nos jours ; il est actuellement proche de 100%. Il est important de noter que

lorsqu'un navire ventile son débarquement dans plusieurs usines, le système permet de reconstituer la marée à partir de plusieurs fiches collectées au niveau de ces usines ou à partir d'une fiche unique fournie par l'armateur.

Flottille non basée à Dakar

Cette flottille est composée de navires battant divers pavillons étrangers ne débarquant que très occasionnellement au Sénégal. Les statistiques de pêche de ces unités proviennent de deux sources :

- les déclarations de capture ;
- les données collectées par les observateurs.

☞ *Les déclarations de captures*

Elles sont fournies par les armateurs étrangers à la Direction de l'Océanographie et des Pêches Maritimes. Les fiches de déclaration indiquent, entre autres, les prises journalières, la liste des principales espèces pêchées, la position et la profondeur moyennes de pêche. Ces statistiques, seules données disponibles sur ces navires jusqu'en 1982, sont souvent incomplètes, peu fiables et difficilement utilisables.

☞ *Les données des observateurs*

A partir de 1982, des observateurs sont embarqués à bord des chalutiers étrangers afin de collecter des statistiques de pêche détaillées mais également contrôler le respect des réglementations en matière de pêche. Depuis 1991, l'embarquement d'observateurs a été étendu aux navires sénégalais de fort tonnage.

Les bordereaux de statistiques remplis à bord, par trait de chalut, indiquent :

- les caractéristiques du trait de chalut (les heures de calée et de virée, les positions de début et fin de pêche, les profondeurs correspondantes) ;
- les prises conservées par espèce ou groupes d'espèces ;
- le total rejeté par trait ;
- la (les) principale(s) espèce(s) rejetée(s) par trait.

Des rapports hebdomadaires, également élaborés à bord, mentionnent le déroulement des opérations de pêche (les avaries, les traitements de produits, les problèmes rencontrés, etc).

Validation, codage et traitement des données

Statistiques de la flotte basée à Dakar

☞ *Extrapolation des prises*

Les fiches de marées des chalutiers basés à Dakar n'étant pas disponibles pour l'ensemble des navires ou des marées effectuées, les prises des marées manquantes sont extrapolées manuellement. Trois méthodes sont fréquemment utilisées selon les informations disponibles :

- les marées manquantes d'un navire sont reconstituées à partir des marées effectuées par le navire concerné dans les mêmes zones de pêche et durant les mêmes saisons ; la prise totale et les prises spécifiques de chaque marée sont calculées proportionnellement au temps de mer obtenu par enquête ; la composition spécifique est éventuellement complétée par les données d'enquêtes sur les principales espèces ;
- les marées d'un navire manquant sont reconstituées à partir des statistiques disponibles sur des navires ayant des caractéristiques similaires (tonnage de jauge brute, puissance motrice) et des types de pêche identiques (espèces-cibles, zones) ; la prise totale est calculée proportionnellement au temps de mer obtenu soit par enquête soit par les pointages de la flotte ;
- dans les rares cas où les données disponibles pour les extrapolations sont incomplètes, les statistiques de la D.O.P.M. sont utilisées.

☞ *Estimation des efforts de pêche*

Les données issues des enquêtes et des pointages permettent de calculer les efforts de pêche nominaux :

- le nombre de marées ;
- l'effort de pêche en "temps d'absence du port" (en heures) ;
- le temps moyen de pêche par jour, si la durée et le nombre moyens de traits sont disponibles ;

La zone de pêche étant connue, le temps de présence sur les lieux de pêche est calculé en fonction d'un temps de route moyen.

☞ *Codage et traitement des données*

La confrontation des trois sources de données (enquêtes, pointages et fiches de marées) permet de compléter et de reconstituer les marées des différents navires. Ces données par marée sont codées sur des bordereaux de 80 colonnes avant d'être saisies pour traitement informatique. Ces bordereaux ont été complétés au fur et à mesure selon l'évolution de la pêcherie ou les besoins en matière de recherche.

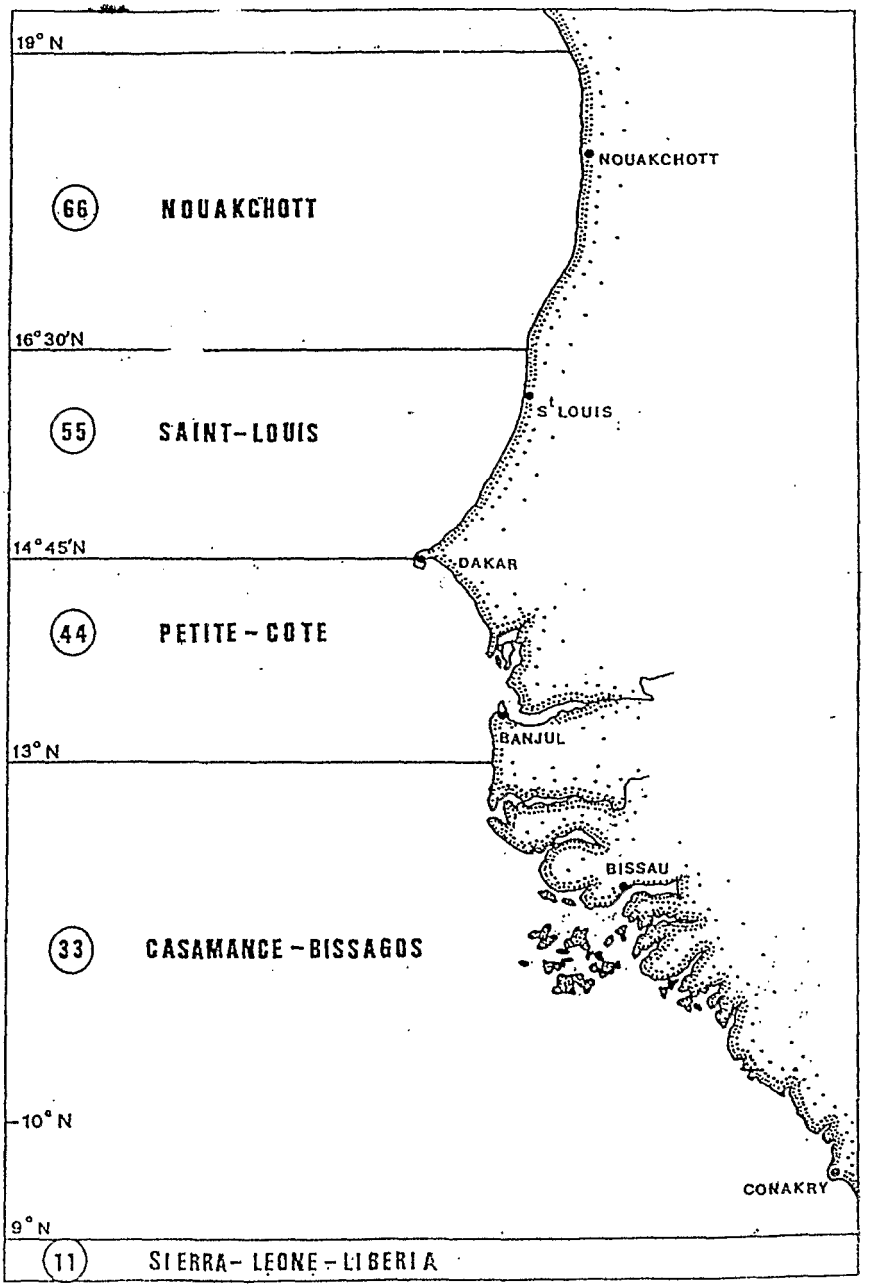
Le format actuel du fichier annuel de statistiques comporte, entre autres informations :

- l'année de pêche ;
- la quinzaine de débarquement ;
- le code du navire ;
- le temps de mer ;
- le code de la zone de pêche ;
- les codes des espèces (de 1 à 38) ;
- les poids des espèces.

Il est à souligner qu'à partir de 1985, la rubrique "divers" (regroupant plusieurs espèces) a été éclatée en 4 catégories commerciales : les "divers", le poulpe (*Octopus vulgaris*), la ceinture (*Trichiurus lepturuus*) et les ombrines.

La carte de la figure 5 indique les zones de pêche fréquentées par les chalutiers basés à Dakar et les codes correspondants.

Figure 5 : Carte des zones de pêche des chalutiers de pêche démersale côtière.



Un fichier sur les caractéristiques individuelles de l'ensemble des chalutiers est réactualisé annuellement. Une importante chaîne de traitement a été mise progressivement en place selon les besoins des chercheurs ayant eu en charge les statistiques de pêche au niveau du programme de recherche. Les différents programmes (FORTRAN, COBOL), outre les contrôles techniques, permettent des traitements avec diverses options d'échelles spatio-temporelles (mois, année, zone). En outre, les traitements peuvent être effectués par navire ou par classe de navires (selon le tjb ou le type de conservation).

La base de données de la flottille chalutière côtière comprend ainsi :

-20 fichiers de statistiques annuelles de prises et d'effort (de 1971 à 1990) ;

- et, 1 fichier général sur les caractéristiques de près de 550 chalutiers ayant été présents dans la pêcherie depuis 1971.

Flottille non basée à Dakar

Les données des observateurs sont codées sur des bordereaux STATICOM dont le format comporte :

- le nom et la nationalité du navire ;
- les classes de puissance et de tjb du navire ;
- les types de pêche et conservation ;
- les caractéristiques techniques des traits de chalut (heures, positions, profondeurs et zone de pêche) ;
- la prise totale conservée ;
- les rejets totaux et l'espèce dominante ;
- les prises par espèce ou groupes d'espèces (près de 60).

Une importante chaîne de traitement (programmes COBOL) permet de disposer de différentes options de sortie. La base de données sur cette flottille est alimentée depuis 1983. Elle comprend également un fichier sur les caractéristiques des navires étrangers.

Il est important de souligner que de 1975 à 1983, les statistiques de pêche des chalutiers étrangers (italiens et grecs) ne sont pas incluses dans les bases de données. En effet, ces données, qui proviennent uniquement de déclarations de captures, sont présentées dans des formats différents et sont par ailleurs très globales.

Avant 1975, les statistiques des quelques navires étrangers ayant eu des licences au Sénégal sont prises en compte dans les données de la flotte basée à Dakar.

~~~~~~~~~~~
~~~~~~~~~~~

RÉFÉRENCES

❒ **ANONYME., 1986** - Rapport du Groupe de travail ad hoc sur les stocks démersaux côtiers (Mauritanie, Sénégal, Gambie). *COPACE/ TECH /86/69 : 181 p.*

❒ **BARRY M., 1985** - Contribution à la connaissance de la pêche artisanale sur la Petite Côte : Description et étude critique du système d'enquête à Mbour et à Joal. Doc. *Scient. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, N°137, 40 p.*

❒ **BARRY-GÉRARD M, 1991** - Echantillonnage des pêches commerciales au Sénégal. *Session 5, Cours d'évaluation des stocks, COPACE/CIEO. CRODT-DAKAR, 1988.*

❒ **BARRY M. et P. GREBER, 1985** - Analyse de la pêche artisanale au Cap-Vert : Description et étude critique du système d'enquête. *Doc. Scient. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 98, 77 p.*

❒ **CHABANNE J., 1987** - Le peuplement des fonds durs et sableux du plateau continental sénégambien. Etude de la pêcherie chalutière. Biologie et dynamique d'une espèce caractéristique: le rouget (*Pseudupeneus pragensis*). *Thèse de Doctorat es Sciences naturelles. Univ. Brest Occident., 355 p.*

❒ **CURY, 1981** - Présentation et utilisation des programmes informatiques de la section pêche artisanale. *Arch. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 89, 105 p.*

❒ **DESTANQUES, C. 1982** - Etude de la qualité des estimations à vue du poids des prises débarquées par les pêcheurs artisans sénégalais. *Rapport interne Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye. Multig., 19 p. + fig.*

❒ **FERRARIS J., 1993** - Atlas de variabilité spatio-temporelle de la pêche artisanale au Sénégal. *Arch. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, (à paraître).*

❒ **FERRARIS J., V. FONTENEAU et A. SY BO, 1993** - Structuration de la base de données "Pêche artisanale" et chaîne de traitement informatique. *Arch. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, N° 192, 208 p.*

❒ **FRANQUEVILLE C., 1983** - Biologie et dynamique de population de daurades (*Pagellus bellottii*, Stein., 1882) le long des côtes sénégambiennes. *Thèse de Doctorat d'état, Univ. Aix-Marseille II, 276 p.*

❒ **FRANQUEVILLE C. et P. FREON. 1976** - Relations poids-longueurs des principales espèces de poissons marins du Sénégal. *Doc. Scient. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, N°60, 37 p.*

❒ **FREON P. et M. NDIAYE, 1979** - Les poissons pélagiques côtiers au Sénégal : chaîne des programmes de traitement informatique des données statistiques et démographiques issues de la pêcherie sardinière Dakaroise. *Arch. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, N°74, 25 p. + fig.+ tab.+ annexes.*

❒ **GARCIA LHOMME (F.), CHABANNE (J.) et FRANQUEVILLE (C.), 1979** - La pêche démersale au Sénégal : Historique et potentiel. *COPACE/PACE SERIES /78/8 (F) : 59-77.*

❒ **LHOMME (F.), DOMAIN (F.) et BOUR (W.), 1972.** - La pêche chalutière à Dakar de 1965 à 1972. *Doc. Sci. Prov. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye - ORSTOM, (52) : 45 p.*

❒ **LALOË F., 1985** - Etude de la précision des estimations de captures et prises par unité d'effort obtenues à l'aide du système d'enquête de la section "Pêche artisanale" du CRODT au Sénégal. *Doc. Scient. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, N° 100, 36 p.*

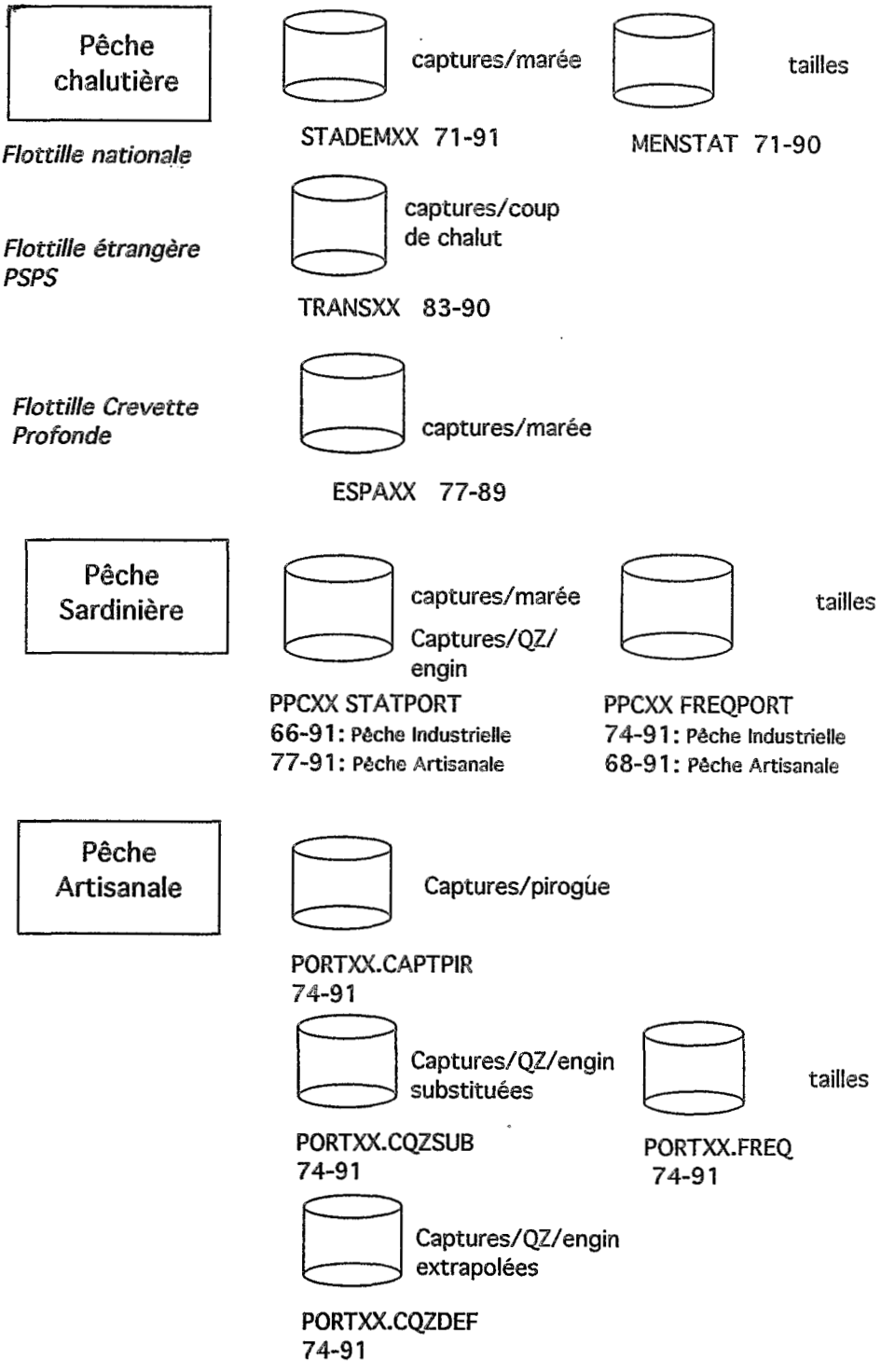
❒ **LALOË F. et A. SAMBA, 1990** - La pêche artisanale au Sénégal : ressources et stratégies de pêche. *Etudes et Thèses, Paris, ORSTOM. 395 p.*

❒ **LALOE F., 1992** - Collecte d'information sur la pêche artisanale au Sénégal. *SEMINFOR 5 : Statistique impliquée, ORSTOM-Montpellier, septembre 91.pp 37-44.*

❒ **PECHART, 1982** - Les enquêtes sur la pêche artisanale sénégalaise au Centre de Recherche océanographique de Dakar-Thiaroye. *Arch. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 112*

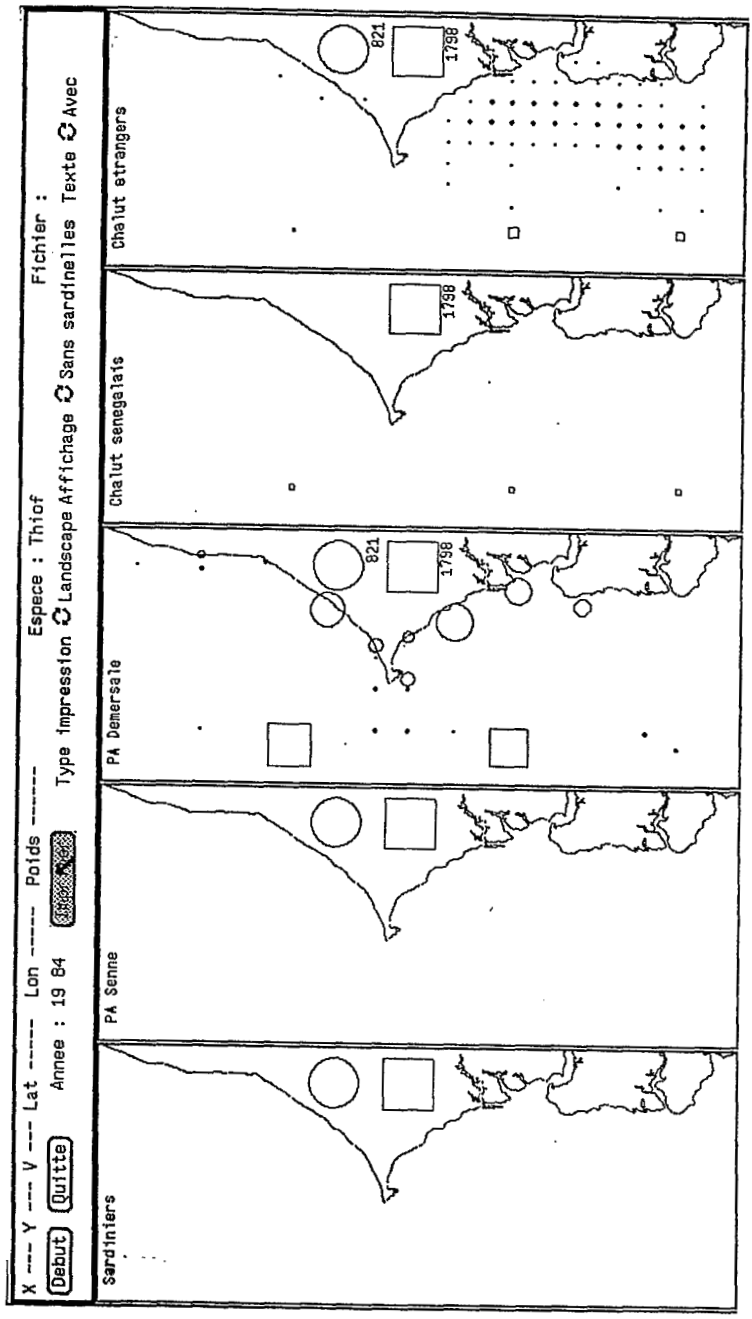
❒ **THIAM (M.), 1979** - La pêche chalutière dakaroise : description et analyse du système de récolte des statistiques de pêche (efforts, prises) et du plan d'échantillonnage des espèces. *Doc. Int.. CRODT,18p.*

ANNEXE A : Description des principaux fichiers de données du CRODT.



ANNEXE B : Comparaison de la répartition spatiale des captures d'une espèce par pêcherie: exemple du thiof

(Sortie d'une animation réalisée sur SUN ; les symboles "ronds" représentent les captures avec référence géographique et les symboles "carrés" les captures non géoréférencées. La grosseur du symbole est proportionnelle à l'importance des captures; les captures maximales sont données en guise d'échelle)



J. Ferraris, B. Samb et M. Thiam.

Quelques suggestions pour l'échantillonnage des pêcheries artisanales avec référence particulière à la pêche Sénégalaise

J.M. Hoenig et G.A. Chouinard.

RÉSUMÉ :

Cet article présente des options pour l'échantillonnage des pêcheries artisanales comme celles qui existent au Sénégal. Nous nous attardons sur les problèmes de sélection des unités d'échantillonnage primaires (dans ce cas les combinaisons plage x jour) plutôt que sur la façon de recueillir des sous-échantillons à l'intérieur d'une unité d'échantillonnage primaire. L'échantillonnage en treillis peut être préférable à l'échantillonnage aléatoire stratifié et à l'échantillonnage en deux étapes pour ses avantages pratiques et pour le contrôle qu'il offre pour arriver à un plan d'échantillonnage équilibré. Nous présentons une description et un exemple de l'échantillonnage avec probabilités non-uniformes ainsi que l'emploi d'un estimateur calculé par analyse de régression. Les méthodes d'étude développées pour estimer l'effort de la pêche sportive à partir des relevés de bateaux de pêche peuvent être adaptées aux pêcheries artisanales. Ces méthodes peuvent être mises en oeuvre conjointement avec des patrouilles aériennes.

ABSTRACT :

Options for sampling artisanal fisheries such as those that exist in Senegal are discussed. We focus on the problem of selecting primary sampling units (i.e., beach x day combinations) rather than on how to subsample within a primary sampling unit. Lattice sampling may be preferred over stratified random sampling and two-stage sampling for logistical convenience and for the control it affords in choosing a balanced sample of beaches. The use of sampling plans with non-uniform sampling probabilities is reviewed and illustrated, as is the use of a regression estimator. Survey methods developed for estimating sport fishing effort from counts of fishing boats can be adapted for use with artisanal fisheries. The counts of boats can be made during aerial surveys.

INTRODUCTION

La pêche artisanale au Sénégal est caractérisée par un parc piroguier maritime de près de 5000 unités opérationnelles qui débarquent leurs prises sur des dizaines de plages le long du littoral. L'échantillonnage des prises et des efforts à une plage donnée dans cette pêcherie artisanale pose plusieurs problèmes logistiques non-négligeables. Le nombre élevé de pirogues, la diversité des espèces et des types d'engins, l'étendue de la plage et les estimations des poids sont tous des facteurs qui rendent cette activité plus complexe. Plusieurs travaux ont été effectués pour palier à ces difficultés (e.g., Destanques, 1992). Laloë (1985) et Barry-Gérard (1990) présentent une description des méthodes d'échantillonnage en usage pour ces pêcheries. L'échantillonnage de la pêcherie artisanale au Sénégal est caractérisé par un niveau d'effort élevé. Pourtant, un problème avec la stratégie d'échantillonnage présentement utilisée est que seulement neuf des centres de débarquements, représentant environ 70% du parc piroguier, sont enquêtés (Ferraris et al., 1993). On suppose donc que les points de débarquement non-échantillonnés sont semblables ou comparables à ceux étudiés.

S'il n'y a pas de débarquements aux plages non-échantillonnées, cette méthode donnera une erreur dans l'estimé des prises de 43% (3/7 = 0,43). A l'autre extrême, si

la plupart des débarquements s'effectuent dans ces sites non-échantillonnés alors il n'y a pas, théoriquement, de limite à la sous-estimation des captures. Même si l'estimé des débarquements totaux est près de la valeur réelle, il est fort possible que les estimés des paramètres biologiques (par exemple, les fréquences de taille) soient biaisés. Il semble donc important d'échantillonner tous les points de débarquements même si l'intensité de l'échantillonnage à certains endroits est faible.

Ce document présente quelques options qui peuvent être mises en oeuvre pour échantillonner ces plages d'importance secondaire de façon efficace. Les méthodes traitées ici sont d'usage général pour échantillonner les pêcheries artisanales dans les pays tropicaux.

TROIS OPTIONS POUR L'ÉCHANTILLONNAGE DES PLAGES SECONDAIRES

L'unité d'échantillonnage est la combinaison plage-jour. Conséquemment, une liste des unités peut être écrite sous la forme d'un tableau:

Plage	Jour										
	1	2	3	4	5	6	7	8	.	.	.
A											
B											
C											
D											
E											
.											
.											
.											

Dans cette situation, on emploie souvent un plan d'échantillonnage aléatoire stratifié dans le but de réduire la variabilité des estimés. Lorsque la stratification se fait selon les plages, certains problèmes pratiques peuvent survenir. Par exemple, s'il n'y a qu'une personne (équipe) pour effectuer l'échantillonnage, il est possible qu'on devra être à deux ou trois plages en même temps. En effet, cette stratégie suppose que les strates doivent être échantillonnées indépendamment les unes des autres, c'est à dire que le fait d'échantillonner une plage ne doit pas affecter la possibilité d'échantillonner une autre plage.

D'autre part, on peut utiliser un plan d'échantillonnage en deux étapes. La première phase consistera à choisir les journées à échantillonner. Ensuite, on choisira une plage à visiter pour chaque jour. Ceci préviendra la possibilité de choisir deux plages sur la même journée.

Il est à remarquer que si on ne visite qu'une plage par jour, il n'est pas possible

d'estimer la variation intra- et inter-journalière. Cependant, si on échantillonne pour quelques (n) jours, on pourra, quand même, estimer la variance de l'effort moyen par jour de façon conventionnelle:

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(f_i - \bar{f})^2}{n(n-1)}$$

où f_i est l'estimation de l'effort de pêche pour l'$i^{ème}$ jour échantillonné (= observation obtenue à la plage échantillonnée x nombre de plages) et représente la moyenne des estimations d'effort pour les n jours. Ceci donne un estimé de la variance qui est conservateur (probablement trop élevé).

L'échantillonnage en deux étapes peut lui aussi présenter un problème. Il est possible d'obtenir un plan où il n'y aura qu'une plage visitée. Un moyen de contrôler un peu mieux l'échantillonnage est d'utiliser un plan en "treillis" ('lattice sampling') tel que décrit par Yates (1981) et développé en plus de détails par Jessen (1978). Pour ce faire, on peut choisir un certain nombre total de jours à échantillonner et puis assigner pour chacune des plages un nombre déterminé de jours de manière aléatoire. Par exemple, on pourrait décider d'échantillonner sur 27 jours et établir que chacune de neuf plages sera échantillonnée 3 fois (jours), ce qui nous donnera au total 27 jours d'échantillonnage. La théorie de l'échantillonnage en treillis peut être généralisée pour s'assurer de la balance (ou contrôle) par rapport à plusieurs facteurs. Par exemple, on peut s'assurer que chaque semaine et que chaque plage soient échantillonnées un certain nombre de fois.

En choisissant un plan d'échantillonnage, il est important de considérer quatre aspects: l'efficacité statistique (variance), la possibilité de mieux comprendre le système étudié (les caractéristiques de la pêcherie, distribution spatiale et temporelle, méthodes et engins de pêche, etc.), le degré de complexité du travail et la logistique associée. Le plan d'échantillonnage aléatoire stratifié est le plus simple et le plus familier. Il permet de prendre en compte l'hétérogénéité de la population inventoriée. Ce type de plan d'échantillonnage, utilisé au Sénégal pour échantillonner les plages principales, permet de tenir compte de la grande variabilité géographique et temporelle des débarquements. Ce type de plan peut cependant présenter des inconvénients, par exemple si deux plages doivent être échantillonnées simultanément. Le plan d'échantillonnage en deux étapes permet d'éviter certains problèmes logistiques mais peut donner un plan déséquilibré du point de vue de la couverture des plages. Le plan d'échantillonnage en treillis peut être utilisé pour assurer que chacune des plages soit visitée un certain nombre de fois au cours de la saison. Ceci permet de mieux connaître le nombre de pirogues et son évolution à chacune des plages ainsi que d'autres aspects de ces pêcheries artisanales.

Indépendamment du plan d'échantillonnage choisi parmi les trois plans, des problèmes logistiques peuvent se poser si les plages sont séparées par de longues distances. C'est à dire, qu'il est possible que selon le plan d'échantillonnage, il serait nécessaire de passer trop de temps à voyager d'une plage à l'autre par rapport au temps passé à échantillonner. Dans ce cas, une solution peut être de redéfinir l'unité

d'échantillonnage primaire comme étant la combinaison plage x période de 3 jours. Ainsi, quand une plage a été sélectionnée pour l'échantillonnage, on passera trois jours à cette plage.

L'ÉCHANTILLONNAGE PPP (PROBABILITÉ PROPORTIONNELLE À LA PRÉDICTION)

Supposons qu'il y ait cinq plages pour lesquelles il faut développer un plan d'échantillonnage et, de plus, supposons que le nombre de pirogues varie grandement selon les plages (voir ci-dessous).

Plage	Nombre de pirogues basées à la plage
A	20
B	80
C	20
D	40
E	40
Total	200

Un plan très simple est de choisir une plage de façon aléatoire, de déterminer le nombre de sorties et les débarquements pour la journée à cet endroit, et ensuite de multiplier par 5 pour obtenir un estimé du nombre de sorties et des débarquements pour les cinq plages. Il est presque certain que si on avait choisi la plage A, on obtiendrait un estimé trop bas, par contre, si on avait choisi la plage B, on obtiendrait probablement un estimé trop élevé. Si on possède de l' information sur le nombre de pirogues à chaque plage, on peut se servir de cette information pour améliorer nos estimés si le nombre de pirogues est un indicateur de l'effort et des débarquements relatifs.

La probabilité de sélectionner une plage pour l' échantillonnage ne doit pas être la même pour toutes les plages. On peut attribuer à chaque plage une Probabilité d'échantillonnage Proportionnelle à la Prédiction (PPP).

Exemple:

Plage	Nombre de pirogues	%	Nombres aléatoires
A	20	10	01 - 10
B	80	40	11 - 50
C	20	10	51 - 60
D	40	20	61 - 80
E	40	20	81 - 99 + 00
Total	200	100	

On peut imaginer qu'à la plage A, où il y a 20 pirogues (10% du total), il y aurait aussi environ 10% de l'effort total. De même, à la plage B où il y a 80 pirogues, c'est-à-dire 40% du total, on pourrait prédire que 40% de l'effort total proviendrait de cette plage. Donc, on assigne une probabilité de faire l'échantillonnage à la plage A de 10% (0,1), à la plage B de 40% (0,4) et ainsi de suite.

On peut ensuite utiliser les probabilités développées ci-dessus afin de choisir la plage à visiter durant la journée. Une manière de choisir est d'utiliser un tableau de nombres aléatoires. On choisi 2 chiffres au hasard, et si le nombre se trouve entre 01 et 10 (inclusivement) alors on visite la plage A; si c'est entre 11 et 50, on visite la plage B, etc.

L'estimé de l'effort total est:

$$\hat{f}_{total} = \frac{effort\ à\ la\ plage\ choisie}{probabilité\ de\ choisir\ cette\ plage}$$

Logiquement, si on pense qu'une certaine plage compte pour 10% du total, on peut estimer le total en multipliant ce qu'on observe à cette plage par 10. Il est intéressant de noter que cet estimateur est non-biaisé même si les probabilités ne reflètent pas adéquatement les efforts relatifs actuels pour chacune des plages. La preuve est simple; la valeur attendue de l'estimateur étant par définition:

$$E(\hat{f}_{total}) = \sum_{plages} estimé \times probabilité\ de\ l'estimé$$

$$= \sum_{plages} \frac{effort\ à\ la\ plage}{probabilité\ de\ choisir\ la\ plage} \times probabilité\ de\ choisir\ la\ plage$$

$$= \sum_{plages} (effort\ à\ la\ plage) = effort\ total$$

Il faut noter:

a) Cette méthode peut donner une variance très basse si on peut bien faire les prédictions des pourcentages de l'effort et des débarquements pour chacune des plages. Par contre, si ces prédictions sont erronées, la variance peut être énorme.

b) La méthode peut être généralisée pour visiter plus d'une plage par jour d'échantillonnage. Dans ce cas, on fait la sélection en utilisant une stratégie d'échantillonnage avec remplacement pour simplifier les calculs.

c) Si on visite une seule plage lors d'une journée, on ne peut pas estimer la variance pour ce jour. Mais, comme pour l'échantillonnage en deux étapes, on peut calculer un estimé conservateur de la variance de l'effort moyen par jour en calculant la variance de la moyenne des estimations journalières à partir de la formule habituelle.

d) Un autre nom pour l'échantillonnage PPP est l'échantillonnage PPZ (voir Cochran, 1977)

ESTIMATEUR DE RÉGRESSION

Supposons qu'on recueille des échantillons aux plages principales pendant 30 jours et que, sur 5 de ces trente jours, on prélève des échantillons aussi aux plages secondaires.

Supposons maintenant, que pour les cinq journées où les plages principales et les plages secondaires ont été échantillonnées, le nombre moyen de sorties par jour soit de 25 pour les plages secondaires et de 300 pour les plages principales. Sur la période entière, le nombre moyen de sorties aux plages principales est de 400. On peut donc supposer que les 5 jours choisis pour visiter les plages secondaires n'étaient pas de très bons jours pour la pêche (météo, rareté des poissons, etc) et de même pour les plages principales. L'hypothèse de base (qu'on peut vérifier) est qu'il existe une corrélation élevée entre l'effort sur les plages principales et les plages secondaires. On peut employer cette corrélation pour réduire la variance de l'estimé du nombre de sorties (ou des débarquements) pour les plages secondaires en employant la méthode de l'estimation de régression.

L'estimateur à la forme (Cochran, 1977):

$$f_{reg} = f_{5s} - b(f_{5p} - f_{30p})$$

où

f_{reg} = estimé de l'effort moyen (par jour) des plages secondaires prédit par la méthode de régression

f_{5s} = moyenne des 5 estimés du nombre de sorties à partir des plages secondaires

f_{5p} = moyenne des 5 estimés du nombre de sorties à partir des plages principales

f_{30p} = moyenne des 30 estimés du nombre de sorties à partir des plages principales

b = pente de la régression reliant l'effort des plages principales (X) et l'effort des plages secondaires (Y).

Il est à noter que cette méthode peut être appliquée *a posteriori* pour réduire la variance des estimés pour les plages secondaires.

Un exemple de l'emploi de l'estimateur de régression afin d'estimer l'effort de pêche a été présenté par Hoenig et Heywood (1990). Ils ont développé un modèle qui permet de prédire l'effort de pêche en fonction de la période de l'année et ils ont utilisé les prédictions du modèle comme variable auxiliaire (au lieu d'utiliser directement les observations des plages principales). Donc, si les prédictions du modèle pour les jours où les plages ont été échantillonnées est moindre que la moyenne des prédictions du modèle pour toute la saison, alors l'estimation de la moyenne dans l'échantillon est probablement plus faible que l'effort moyen réel sur toute la saison. Le modèle possède également une valeur intrinsèque car il produit une description détaillée de la pêcherie (Hoenig et Heywood, 1985).

APPLICATION DE LA THÉORIE DE BASE D'ÉCHANTILLONNAGE DE LA PÊCHE SPORTIVE

Il existe des cas où on connaît le nombre de bateaux dont la base d'opération est localisée à une certaine plage. S'il existe un moment de la journée où tous les bateaux qui vont aller pêcher ce jour-là sont en mer, il suffit de compter, à ce moment, les bateaux qui sont restés sur la plage et de soustraire ce nombre du nombre total de bateaux qui fréquentent cette plage. Ceci donne un effort de pêche exprimé en nombre de voyages. Cette technique a déjà été utilisée au Sénégal pour la pêche artisanale (Ferraris *et al.*, 1993).

D'autre part, il est possible que les bateaux partent et arrivent à la plage à tous temps de la journée. Dans ce cas, il n'existe pas de moment dans la journée où un relevé des bateaux donnerait une indication du nombre de bateaux actifs ce jour là. Il existe, cependant, une façon d'estimer l'effort en effectuant le décompte des bateaux.

Supposons qu'un moment soit choisi de façon aléatoire durant la journée de pêche et que le nombre de bateaux qui pêchent à ce moment soit déterminé en comptant les bateaux restés sur la plage. Ceci représente une estimation du nombre moyen de bateaux qui pêchent pendant cette journée; estimation basée sur un échantillon dont la taille est égale à un. (Bien sûr, on peut obtenir une meilleure estimation de la moyenne en prenant plusieurs relevés au cours de la journée.) Le nombre de bateaux comptés (ou la moyenne de plusieurs relevés) multiplié par la longueur de la journée de pêche (en heures) est une estimation de l'effort de pêche pendant la journée mesuré en bateaux-heures. Cette méthode d'estimation de l'effort de pêche est connue sous le terme de "relevé instantané".

Souvent, le temps nécessaire pour faire le relevé n'est pas négligeable. Par exemple, il peut prendre une heure pour parcourir la plage. Ce type de relevé est mieux connu sous le terme de "relevé progressif". Théoriquement, chaque point le long de la plage n'est observé que pour un instant. Donc, le nombre de bateaux comptés multiplié par la longueur de la journée de pêche est une estimation de l'effort de pêche en bateaux-heures. Hoenig *et al.* (1993) font un compte-rendu de ces méthodes.

RELEVÉS AÉRIENS

Un des moyens utilisés pour la protection des ressources consiste à faire des patrouilles aériennes pour vérifier les opérations de la pêche industrielle. Ceci pourrait constituer un moyen efficace de déterminer avec précision les zones d'opération, les engins déployés et autres caractéristiques de la pêche artisanale (orientation des filets, taille des pirogues en fonction de la proximité de la côte, etc.). En même temps, on peut accumuler des informations sur le nombre et la taille des bancs de poissons pélagiques (Squire, 1983). Ces relevés pourraient être combinés avec les opérations normales des missions de protection ce qui n'entraînerait que des coûts additionnels minimes. Ces informations pourraient être utilisées pour optimiser les opérations d'échantillonnage. D'autre part, on peut accumuler des données selon un plan statis-

tique en vue de produire des estimations appropriées sur l'effort de pêche à l'aide des méthodes décrites dans la section précédente.

CONCLUSIONS

Les contraintes logistiques parfois rencontrées dans l'échantillonnage des pêcheries artisanales peuvent rendent difficile l'application d'un plan d'échantillonnage respectant une méthodologie statistique rigoureuse. Les méthodes proposées dans cet article ne peuvent régler tous les problèmes d'échantillonnage des pêcheries artisanales, cependant elles peuvent servir à pallier à certaines lacunes. En particulier, l'échantillonnage des plages secondaires permettrait de détecter des changements dans ces pêcheries au fur et à mesure qu'ils se produisent. Les méthodes décrites ont l'avantage d'être simples et peuvent être adaptées à une multitude de situations.

Remerciements

Nous remercions J. Ferraris et A. Fonteneau pour nous avoir montré la plage de Kayar et nous avoir expliqué les conditions d'échantillonnage. N. Hoenig a offert des commentaires utiles.

RÉFÉRENCES

❒ **Barry-Gérard, M. 1990.** L'échantillonnage des pêches commerciales. p. 45-75 *Dans Bréthes, J.C. et R.N. O'Boyle (eds.). Méthodes d'évaluation des stocks halieutiques. Projet CIEO-860060, Centre International d'Exploitation des Océans, Halifax.*

❒ **Cochran, W.G. 1977.** Sampling techniques, third *ed. John Wiley & Sons., New York.*

❒ **Destanques, C. 1982.** Étude de la qualité des estimations à vue des poids des prises débarquées par les pêcheurs artisans Sénégalais. *Rapport Interne Centre de Recherche Océanographiques Dakar-Thiaroye. Multig., 19p. + fig.*

❒ **Ferraris, J., B. Samb et M. Thiam. 1993.** Les statistiques de pêche au CRODT -Description des systèmes de collecte et de traitement des données. *Symposium Évaluation des ressources exploitées par la pêche artisanale au Sénégal, Dakar, 8 au 13 février 1993, Doc. # 7.*

❒ **Hoenig, J.M. et C.M. Heywood. 1989.** Model-based sampling methods for effort and catch estimation. *Amer. Fish. Soc. Sympos. 6:181-189.*

❒ **Hoenig, J.M. et C.M. Heywood. 1991.** Use of model predictions as an auxiliary variable to reduce variance in a creel survey. *Amer. Fish. Soc. Sympos. 12:292-297.*

❒ **Hoenig, J.M., D.S. Robson, C.M. Jones et K.H. Pollock. 1993.** Scheduling counts in the instantaneous and progressive count methods for estimating sport fishing effort. *North Amer. J. Fish. Manage. 13:723-736.*

❒ **Laloë, F. 1985.** Étude de la précision des estimations de captures et prises par unité obtenues à l'aide du système d'enquête de la section "pêche artisanale" du CRODT au Sénégal. *Document scientifique du Centre de recherche océanographique de Dakar-Thiaroye, 100:36p.*

❒ **Jessen, R.J. 1978.** Statistical survey techniques. *John Wiley & Sons, New York.*

❒ **Squire, J.L. 1983.** Abundance of pelagic resources off California, 1963-78, as measured by an airborne fish monitoring program. *U.S. Dep. Comm. NOAA Tech. Rep. NMFS SSRF-762: 75 p.*

❒ **Yates, F. 1981.** Sampling methods for censuses and surveys, *fourth edition. Oxford University Press, New York.*

Prise par unité d'effort et indice d'abondance en pêche artisanale : Quelques éléments de réflexion à partir de la pêcherie sénégalaise.

J. Ferraris.

RÉSUMÉ :

Les prises par unité d'effort en pêche artisanale sont sujettes à multiples sources de variabilité dues à la nature composite de la pêcherie. La recherche d'un indicateur fiable des fluctuations d'abondance de la ressource implique l'analyse des composantes de l'effort de pêche, des interactions technologiques et biologiques et de la stabilité de la relation entre effort nominal et effort effectif. L'étude des capacités de capture de la flottille passe par la connaissance de la dynamique du système d'exploitation et des tactiques et stratégies du pêcheur artisan qui varient en fonction des facteurs biologiques, environnementaux et socio-économiques. Ces différents aspects sont illustrés à partir de la pêche au thiof (Epinephelus aeneus) au Sénégal.

ABSTRACT :

The catches per unit of effort from artisanal fishery data are liable to multiple causes of variability due to the composite nature of the fishery. The investigation of one reliable indicator of fluctuations in the resource abundance involves the analysis of fishing effort components, technological and biological interactions and stability of the relation between nominal and effective effort. The study of catch capacities of the fleet pass by the knowledge of the exploitation system's dynamics and of artisan fisherman's tactics and strategies that depend on biological, environmental and socio-economical factors. These different points are shown from the case of thiof fishing (Epinephelus aeneus) in Senegal.

DÉFINITION

La pêche artisanale maritime sénégalaise est suivie par le Centre de Recherches Océanographiques de Dakar Thiaroye depuis bientôt deux décennies. Après une première compilation des données, les statistiques de pêche sont exprimées en termes d'efforts de pêche par engin/quinzaine/port (soit le nombre de sorties) et de captures par espèce/engin/quinzaine/port (cf. Ferraris et *al.*, 1993). Le rapport entre la capture et le nombre de sorties exprime une prise par unité d'effort (PUE) par engin/espèce/quinzaine/port. Les engins de pêche artisanale sont classés en 24 catégories définies en fonction des caractéristiques technologiques associées souvent à des espèces cibles; on distingue par exemple pour les lignes et les filets, la ligne traîne de la palangre et le filet dormant à sole du filet dormant à yet (*Cymbium*). Cette prise par unité d'effort exprime le rendement moyen de pêche pour une sortie de l'engin considéré. Cette notion n'intègre pas le temps de pêche ou la puissance de pêche mesurée par le nombre de pêcheurs, le nombre d'hameçons, de lignes ou de nappes de filet. Suivant la nature de l'engin, une sortie, et donc l'unité d'effort, correspond à une durée de 24h (pose d'un filet), à une durée inférieure à 12 heures (lignes normales) ou à plusieurs jours (pirogues glacières lignes).

Le biologiste des pêches utilise généralement la prise par unité d'effort en tant qu'indice d'abondance et pour l'estimation du niveau d'exploitation de la ressource. La PUE permet d'analyser la disponibilité du poisson par rapport à un certain type d'engin de pêche et, par exemple, de déterminer le nombre d'unités d'exploitation qu'une pêcherie peut supporter en fonction d'un objectif ou d'une gamme d'objectifs donnés. Dans les modèles halieutiques, la notion d'effort de pêche (effort effectif) se rattache au calcul d'une prise par unité d'effort qui doit traduire sans biais les fluctuations de densité et d'abondance du stock: la mortalité par pêche est appréhendée à travers l'effort de pêche et la biomasse à travers la PUE. La définition d'un tel indice d'abondance pose cependant le problème du choix d'une mesure d'unité d'effort de pêche adéquate. Dans l'hypothèse la plus simple, une unité d'effort prélève une proportion constante du stock, directement proportionnelle à la mortalité par pêche à une constante près, le coefficient de capturabilité. L'effort de pêche effectif est calculé en divisant les prises totales par une PUE moyenne qui permet d'évaluer les fluctuations de densité de biomasse du stock. Si la capturabilité est constante, une PUE représentative serait proportionnelle à l'abondance du stock ou tout du moins à la densité locale dans le cas où l'effort de pêche ne s'exerce que sur une partie de l'aire de distribution du stock.

Une unité d'effort ayant été définie, le rapport des prises à l'effort pour une période donnée correspond à l'indice d'abondance du stock le plus immédiat. Cependant, les relations entre PUE et abondance ne sont pas nécessairement simples. Elles peuvent l'être dans le cas d'une zone homogène où les poissons sont distribués au hasard et indépendamment les uns des autres, quand aucune variation dans le temps n'intervient et qu'il n'existe ni saturation des engins, ni interaction entre les bateaux (Laurec et Leguen, 1981). Bien que les relations entre PUE et abondance peuvent varier suivant de nombreux facteurs, l'évolution temporelle des PUE peut

être interprétée comme un indicateur de l'abondance du poisson. Il convient donc d'estimer cet indice de la manière la plus satisfaisante possible.

UNITÉ D'EFFORT

Dans la recherche d'une unité d'effort de pêche pour les pêcheries sénégalaises aux petits pélagiques, Fréon (1988) a calculé quatre types de PUE en fonction:

1- du nombre total de coups de filets;

2- du nombre de sorties en mer ou marées;

3- du temps sur les lieux de pêche;

4- du temps de recherche du lieu de pêche.

La comparaison de ces différents indices d'abondance, obtenus d'une part à partir des sardiniers dakarois et d'autre part des pirogues à senne tournante et à filet maillant encerclant, montre une mauvaise corrélation entre les profils. Les PUE des sardinelles plates et rondes calculées pour les deux types d'engins de pêche artisanale, sennes tournantes et filets maillants encerclants, donnent des résultats plus cohérents avec les troisième et quatrième indices qui tiennent compte du temps de la sortie de pêche. Les PUE des sardinelles plates capturées par les piroguiers ne constitueraient cependant pas un bon indicateur d'abondance en raison de leur grande variabilité due au fait que la sardinelle plate n'est pas l'espèce cible des sennes tournantes. Les prises par unité d'effort calculées à partir des sardiniers sont finalement considérées plus fiables et plus représentatives de l'abondance des sardinelles.

L'estimation d'un effort de pêche artisanale par la mesure du temps moyen de pêche ou du nombre de pêcheurs à bord de la pirogue ne s'avère pas toujours pertinente. La diminution du temps de sortie de pêche observée au cours des années dans la pêcherie artisanale sénégalaise est par exemple imputable au développement de la motorisation. Laloë et al. (1981) ont également montré que pour les pirogues-moteurs-lignes le nombre de thiof (mérou) n'est pas proportionnel au nombre de pêcheurs présents dans la pirogue, mais surtout que la relation entre la durée ou l'intensité de pêche et l'abondance de la prise pour un même engin varie suivant l'espèce considérée. Cet effet "espèce" pose le problème d'un choix adéquat d'une unité d'effort en fonction de l'espèce cible.

PÊCHE ARTISANALE / PÊCHE INDUSTRIELLE

L'effort effectif est généralement appréhendé à partir de la PUE jugée la plus représentative des variations d'abondance du stock étudié. Une ressource exploitée par la pêche artisanale et la pêche industrielle peut ainsi être analysée à travers les rendements de l'une ou l'autre des pêcheries. Dans l'analyse des ressources démersales exploitées par ces deux pêcheries, Caverivière et Thiam (1993) traitent le problème par le biais de la pêcherie industrielle et estiment un effort théorique à partir des prises totales des deux pêcheries et des PUE des chalutiers glaciers. La

pêcherie artisanale intervenant dans plus des 2/3 de la production totale halieutique (CRODT, 1993); il apparaît dommage d'exprimer les captures en fonction d'une PUE industrielle sans prendre en considération l'information apportée par les rendements de pêche artisanale. De plus, il s'avère difficile d'interpréter les variations d'une PUE pour une ressource qui ne représente pas une espèce cible de la pêcherie: ainsi, l'espèce *Epinephelus aeneus* (thiof) qui est capturée par les deux pêcheries (figure 1) ne représente pas plus de 2% des espèces démersales de pêche industrielle et constitue une espèce accessoire des différents métiers distingués parmi les chalutiers. C'est pourquoi Cury et Worms (1982) ont analysé l'évolution du stock de thiof en exprimant l'effort effectif à partir des PUE des pirogues-moteurs-lignes. Dans leur étude de cas sur le pageot (*Pagellus bellottii*), Brêthes et O'Boyle (1990) ont quant à eux réalisé deux analyses séparées à partir des efforts standardisés par rapport aux chalutiers et par rapport aux piroguiers. Les deux indices relatifs aux tendances de la biomasse des stocks montrent des évolutions différentes au cours du temps et fournissent deux images différentes de la pêcherie. Ces auteurs considèrent que les variations d'abondance exprimées par les variations de PUE des pêcheurs artisans sont meilleures sur la base du fait que les pirogues de par leur faible rayon d'action s'orientent vers une capture plus opportuniste sur les stocks momentanément les plus abondants: c'est pourquoi, seuls les mois durant lesquels le pageot est le plus abondant sont considérés dans leur étude, les auteurs estimant qu'au cours de ces mois la pêche est surtout dirigée vers cette espèce. Une analyse parallèle sur les structures de taille des pageots montre cependant que les deux flottes n'exploitent pas les mêmes classes d'âge et donc que les captures de l'une ne peuvent pas être utilisées pour déduire un effort théorique de l'autre, les deux stocks exploités n'étant pas équivalents. Les conclusions tirées à partir d'une pêcherie ne doivent donc pas être extrapolées à l'autre pêcherie mais être utilisées en complémentarité pour l'analyse globale de l'état de la ressource (problème des interactions séquentielles entre pêcheries).

Figure 1 : Evolution des prises de thiof (*Epinephelus aeneus*) des pêcheries artisanale et industrielle au Sénégal de 1981 à 1990.

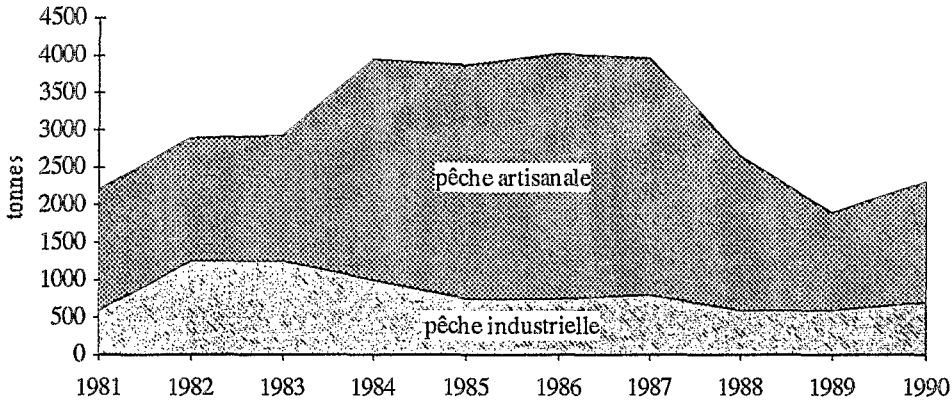
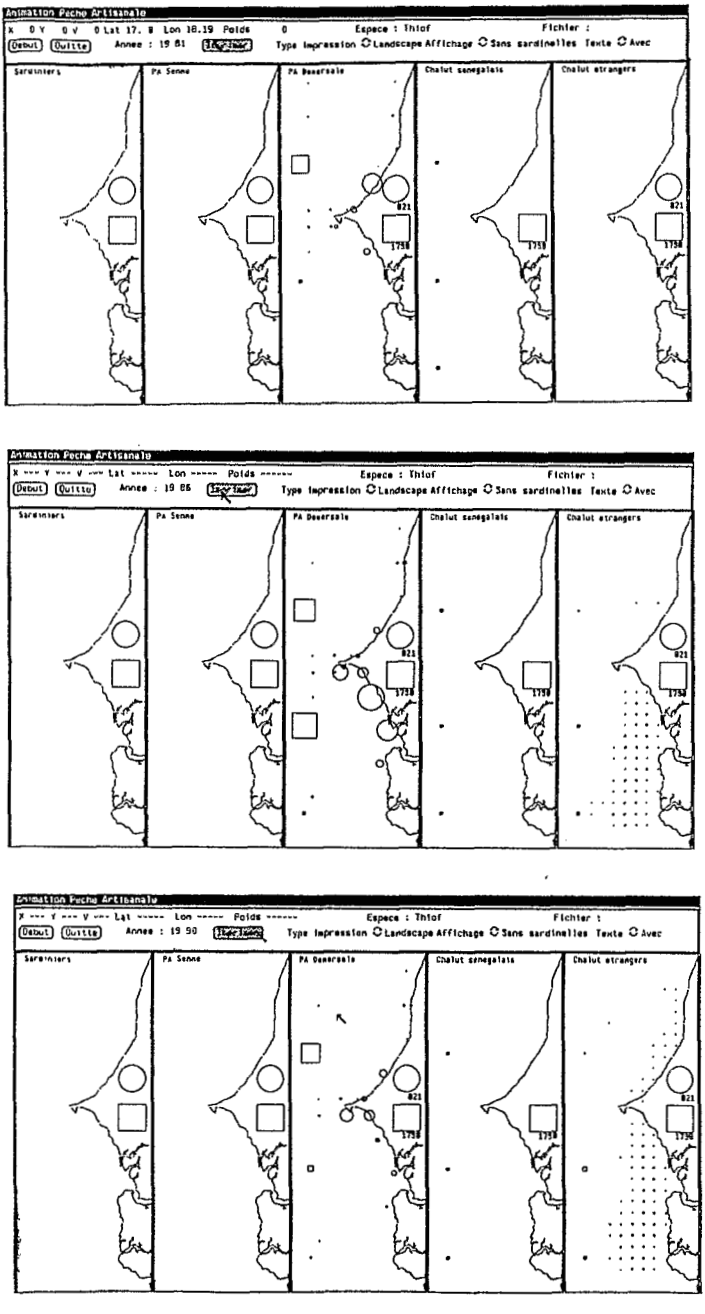


Figure 2 : Localisation des zones de pêche de thiof (*Epinephelus aeneus*) des pêcheries artisanale et industrielle sénégalaise et étrangère

(les carrés représentent le total des prises en fonction du système de zonation en trois régions et les ronds les prises par zone de pêche précise lorsqu'elles sont disponibles).



L'utilisation des résultats d'une pêcherie à partir des rendements d'une autre pêcherie pose le problème de la comparabilité des données. Ainsi, l'analyse des lieux de pêche des chalutiers et des piroguiers pour les prises de thiof des dix dernières années dégage des différences importantes dont il faut tenir compte avant l'utilisation conjointe des données (figure 2)* :

- en 1981, les captures de thiof proviennent essentiellement de la pêcherie artisanale (1356 tonnes) localisée principalement dans la partie nord du littoral. La pêcherie industrielle est représentée uniquement par les chalutiers sénégalais (372 tonnes);
- en 1986, les prises artisanales (3209 tonnes) sont réparties entre le nord et le sud alors que la pêche industrielle (chalutiers sénégalais: 371 tonnes, chalutiers étrangers: 339 tonnes) concernent essentiellement le sud du littoral;
- en 1990, les captures de pêche artisanale proviennent en majorité du Cap Vert et de la côte Nord (1604 tonnes) et celles des chalutiers du sud (chalutiers sénégalais: 236 tonnes; chalutiers étrangers: 418 tonnes).

Outre le problème de la comparaison des pêcheries opérant dans des zones différentes, l'évolution des données d'une même pêcherie doit également être analysée en fonction de la localisation des lieux de pêche. Ainsi, l'augmentation des captures de thiof de la pêche artisanale entre 1984 et 1987 (figure 1) est associée au développement d'une pêcherie sur la côte Sud du Sénégal.

PÊCHERIE MULTI-ENGINS

Une des caractéristiques de la pêcherie artisanale est l'exploitation de mêmes espèces par différents engins de pêche. Dans le cas du thiof, l'espèce est essentiellement ciblée par deux catégories de pirogues à ligne - la pirogue-glacière-ligne (PGL: sortie > 24 h avec moyen de conservation) et la pirogue-moteur -ligne (PML: sortie < 12 h) - et les fluctuations globales des captures s'expliquent en grande partie par les fluctuations observées avec les pirogues glacières (figure 3). L'étude de la distribution des prises entre les points de débarquement (figure 4) révèle une part différente des régions suivant les années; les fluctuations de captures reflètent essentiellement les fluctuations observées sur la Petite Côte (Thiès sud). Les hypothèses sur, d'une part, l'existence d'une barrière entre la fosse de Kayar et la presqu'île du Cap-Vert pour la migration des espèces à affinité saharienne (Champagnat et Domain, 1978) et, d'autre part, l'existence de deux stocks de thiof de part et d'autre de la presqu'île du Cap-Vert (Cury et Worms, 1982), soulignent la pertinence de séparer ces deux zones dans la recherche d'un indice d'abondance. Outre les différences de taille de thiof observées entre les captures de la Petite Côte et celles de la Grande Côte, on constate également une différence dans la structure des tailles suivant les engins de pêche.

* (cartes issues d'une simulation informatique développée au CRODT permettant de visualiser les captures des différentes pêcheries: les deux premières cartes de chaque série représentent la pêcherie pélagique – sardiniers industriels et espèces pélagiques de la pêche artisanale– et les trois dernières la pêcherie démersale – espèces démersales de la pêche artisanale, chalutiers nationaux et chalutiers étrangers)

Figure 3 : Evolution des captures de thiof (*Epinephelus aeneus*) de la pêcherie artisanale sénégalaise de 1981 à 1991 par engin de pêche.
[ST: Senne Tournante; PVL: Pirogue-Voile-Ligne; PML: Pirogue-Moteur-Ligne; PGL: Pirogue-Glacière-Ligne; FME: Filet Maillant Encerclant; FD: Filet Dormant; DIV: Divers].

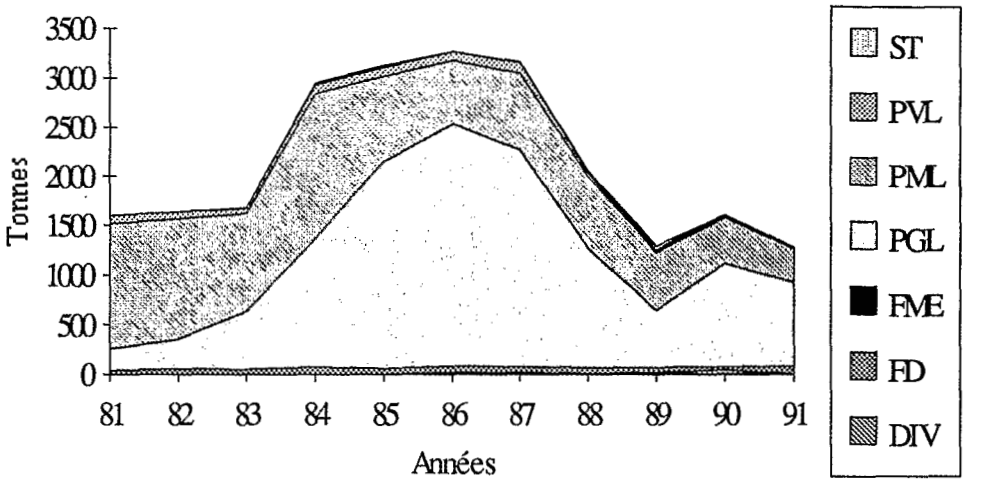
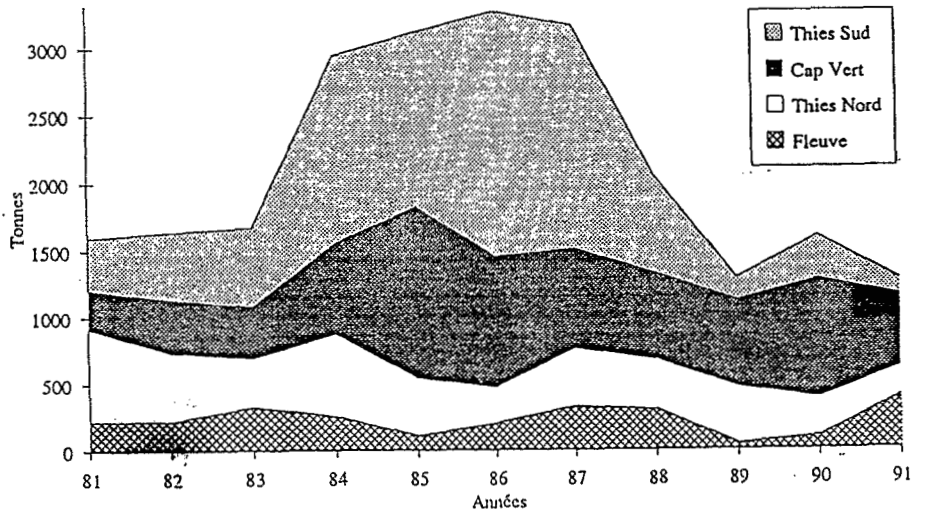
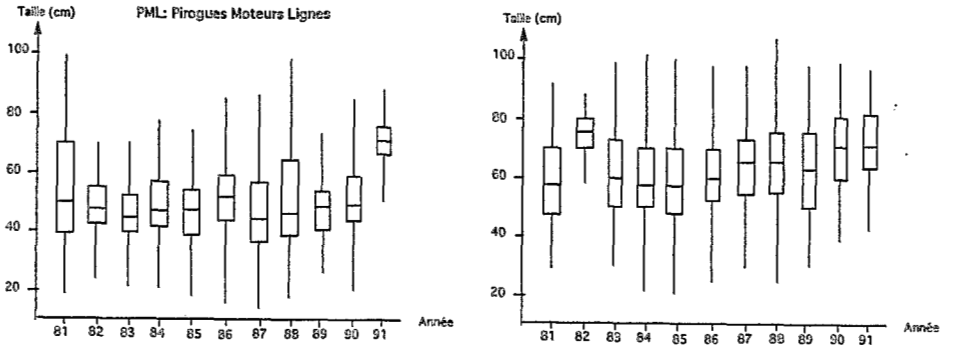


Figure 4 : Evolution des captures de thiof (*Epinephelus aeneus*) de la pêcherie artisanale sénégalaise de 1981 à 1991 par région.
[ST: Senne Tournante; PVL: Pirogue-Voile-Ligne; PML: Pirogue-Moteur-Ligne; PGL: Pirogue-Glacière-Ligne; FME: Filet Maillant Encerclant; FD: Filet Dormant; DIV: Divers].



Les diagrammes de dispersion de la figure 5 indiquent pour la même région (côte Sud) une taille moyenne inférieure de 10 cm pour les thiofs capturés à la ligne normale comparés à ceux capturés par les pirogues glacières.

Figure 5 : Comparaison des tailles de thiofs (*Epinephelus aeneus*) capturés par les pirogues lignes normales (sortie < 12 h) et les pirogues lignes glacières (sortie > 24 h) sur la côte sud du Sénégal de 1981 à 1991.

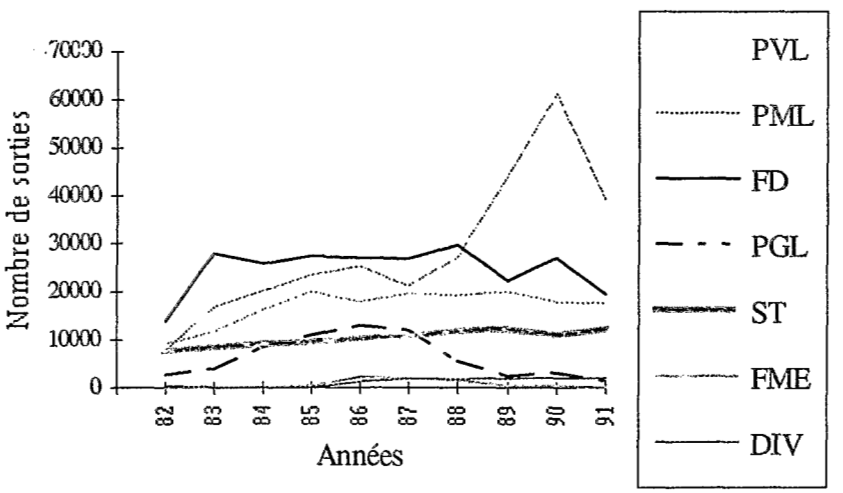


PML : Pirogues Moteur Lignes

PGL : Pirogues Glacières Lignes

Figure 6 : Evolution des efforts de pêche de Joal (Petite Côte, région Thiès Sud) entre les différents engins de pêche artisanale.

(PVL: Pirogue Voile Ligne, PML: Pirogue Moteur Ligne; FD: Filet Dormant; PGL: Pirogue Glacière Ligne; ST: Senne Tournante; FME: Filet maillant Encerclant; DIV: Divers).

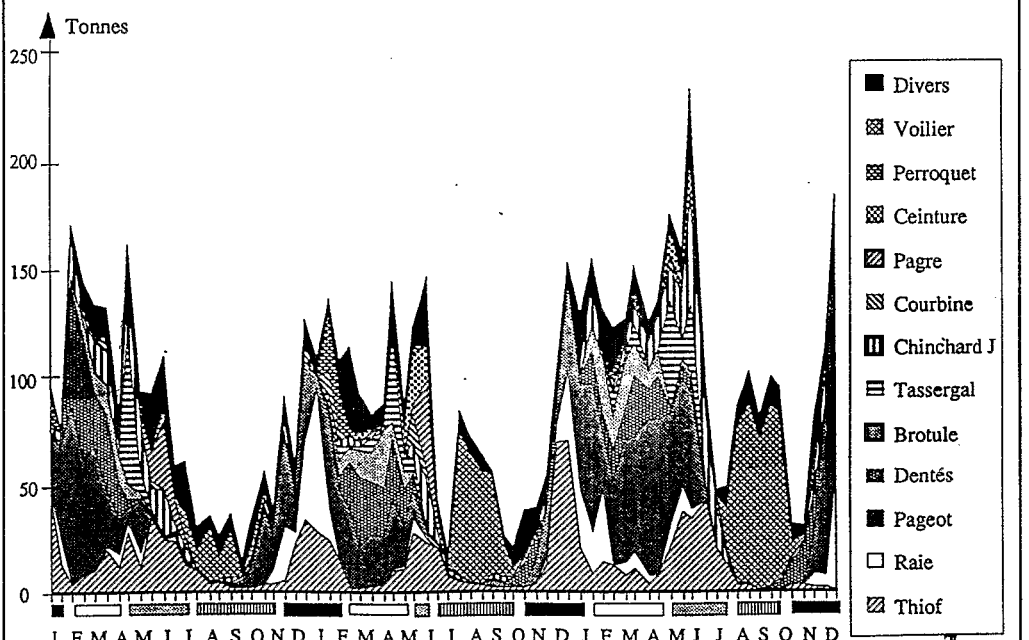


La diminution des captures de thiof observée sur la Petite Côte est donc surtout liée aux pirogues glacières. Ces dernières, faute de marché à Mbour et Joal, seraient allées débarquer et vendre leur produit à Hann. Ce transfert de points de débarquement ne compense pas cependant la chute observée pour la région Thiès sud mais peut expliquer le maintien des captures observé au Cap Vert. La figure 6, qui illustre les efforts de pêche annuels à Joal, permet de constater une inversion entre le profil des glacières (PGL) et celui des pirogues-moteurs-lignes (PML). La chute globale des captures de thiof depuis 1987 pourrait éventuellement s'expliquer par un report des efforts de pêche dû entre autre au développement des céphalopodes.

PÊCHERIE MULTI-ESPÈCES

Une autre caractéristique de la pêcherie artisanale est son caractère multispécifique. La figure 7 illustre les captures des espèces supérieures à 5% de la prise totale pour les pirogues-moteurs-lignes de Kayar: la diversité des prises traduit d'une part la variation dans la disponibilité des espèces au cours des saisons et d'autre part l'existence de plusieurs tactiques de pêche chez les ligneurs.

Figure 7 : Evolution de la composition des prises des pirogues moteurs lignes de Kayar de 1988 à 1990 (espèces représentant au moins 5% par quinzaine de la prise totale).



Les deux pics de thiofs observés chaque année correspondent aux deux passages des individus migrateurs: la descente de Mauritanie au début de la saison froide avec l'installation de l'upwelling et la remontée en fin de saison froide. Cury et Worms (1982), afin de ne considérer que la cible "thiof", ont préféré utiliser comme effort de pêche le nombre de sorties de pirogues lignes à moteur ayant effectivement ramené du thiof. Cette mesure sous-estime l'effort réel puisque certaines pirogues qui ont le thiof comme espèce cible reviennent sans thiof ou changent d'espèce cible au cours de la sortie. Inversement, la prise en considération de l'ensemble des sorties de pirogues lignes surestime l'effort puisque tous les ligneurs ne ciblent pas le thiof, notamment les Saint-Louisiens privilégiant le pageot.

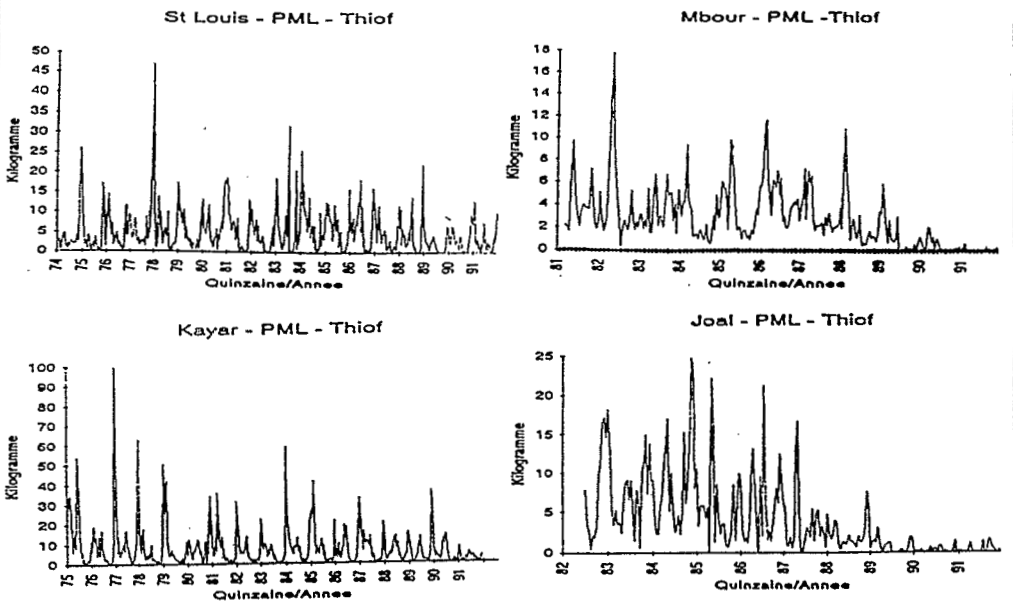
EFFORTS NOMINAUX / EFFORTS EFFECTIFS

La variabilité des PUE calculées en pêche artisanale est généralement considérée supérieure à la variabilité des biomasses. Divers types de biais peuvent affecter la relation entre la PUE et la densité du stock: biais introduit par les pêcheurs, par la nature même des ressources, par les méthodes de collecte ou d'analyse, etc (FAO, 1983). On distingue par exemple:

- les variations de capturabilité et d'accessibilité des ressources;
- les variations de l'environnement: au Sénégal, le déclenchement et l'intensité des migrations du thiof seraient liés à la dynamique spatio-temporelle de l'upwelling (Cury et Roy, 1988);
- les variations de densité dans la zone de pêche; en pêche artisanale la zone de pêche est très inférieure à la zone de distribution du stock et les PUE traduisent une exploitation locale;
- les variations dans les composantes de l'effort de pêche (puissance de pêche):
    - nombre d'engins (nombre de nappes, d'hameçons),
    - temps de mer, temps de route, temps de recherche,
    - nombre de pêcheurs,
    - habilité du pêcheur;
- les problèmes de saturation de l'engin de pêche;
- les variations du marché: l'adaptation du pêcheur et l'ajustement des captures et de l'effort de pêche se répercutent en terme de variation des capturabilités apparentes;
- les variations des tactiques de pêche:
    - variations de tactiques d'une même unité de pêche au cours de la journée,
    - variations de tactiques des unités d'un même engin le même jour,
    - variations de tactiques d'une même unité de pêche sur plusieurs jours.

Les sources de variabilité des rendements de pêche artisanale sont multiples. La comparaison des profils de rendement de pêche et l'identification des facteurs discriminants de la variabilité permettent de mieux évaluer la pertinence de la PUE en tant qu'indice d'abondance: l'observation de redondance entre différents profils conforte l'existence d'une hypothèse alors que le contraire évite de généraliser une hypothèse reliée à des phénomènes locaux; de par le caractère multidimensionnel des phénomènes étudiés, il s'avère nécessaire d'interpréter au préalable les profils de prise par unité d'effort en fonction des facteurs non biologiques pouvant introduire un biais dans la relation entre PUE et densité de la ressource. La figure 8 illustre l'évolution des prises de thiof par sortie des pirogues-moteurs-lignes pour quatre plages de débarquement du Sénégal. On constate un parallélisme entre les séries chronologiques des ports de la Petite Côte, Joal et Mbour, avec une baisse très marquée des rendements à la fin des années 80 qui n'est pas aussi marquée dans les ports de la Grande Côte. Les différences de moyenne entre le nord et le sud traduisent d'une part la variabilité spatiale de la ressource mais également des différences dans les stratégies de pêche des ligneurs. La baisse des rendements de thiof observée sur la Petite Côte est observée en parallèle à l'augmentation des prises pour d'autres espèces: ces phénomènes peuvent refléter un changement de tactiques de pêche pouvant résulter d'une baisse effective de la ressource initialement ciblée et/ou d'un intérêt croissant pour une autre ressource dû à sa rentabilité financière ou à sa plus grande disponibilité.

Figure 8 : Profils de rendement de thiof des Pirogues Moteurs Lignes (PML) des principales plages de débarquement du Sénégal.
(rendement = captures des PML /nombre de sorties de PML).



Les statistiques de pêche artisanale, telles qu'elles sont récoltées au CRODT, s'avèrent finalement trop imprécises pour une évaluation quantitative de la biomasse en raison de la grande variabilité de l'environnement (au sens large) et des stratégies de pêche. Il apparaît alors difficile de déduire avec précision des efforts effectifs à partir des efforts nominaux (Barry-Gérard *et al.*, 1989). Plusieurs études menées au CRODT ont visé à montrer ces différentes sources de variabilité afin d'affiner la relation entre effort nominal et effort effectif et mieux appréhender les éléments entrant dans la détermination de l'effort effectif.

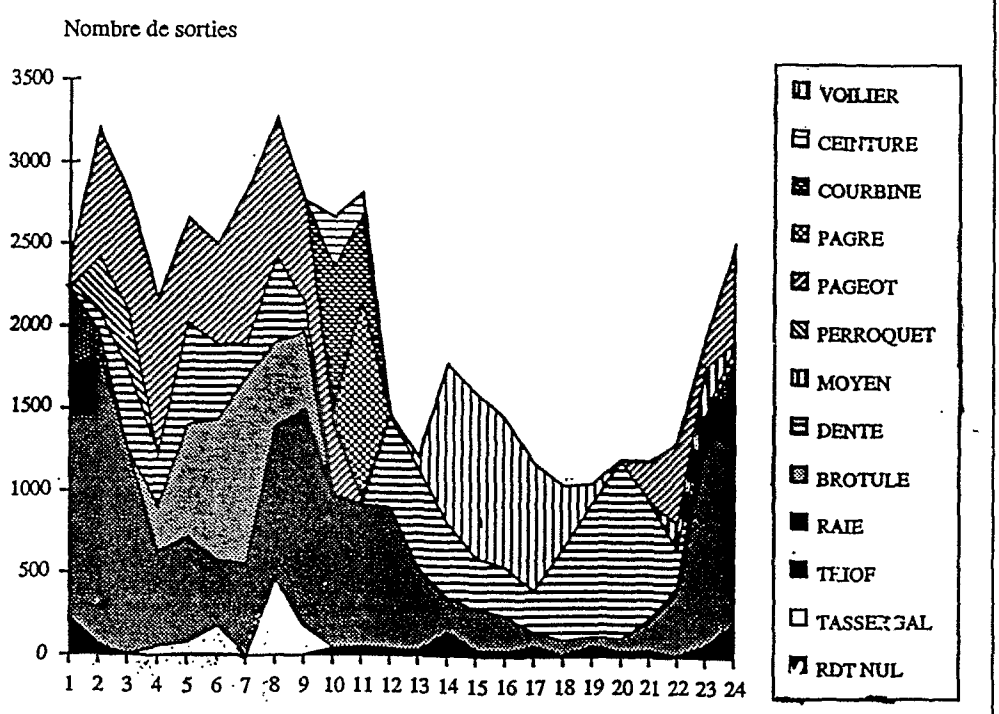
- Le suréchantillonnage de Kayar en 1978 a permis de cerner les sources de variations affectant les résultats des sorties pour un même type d'engin, une même période et un même port. L'analyse de variance réalisée sur 731 sorties de pirogues-moteurs-lignes observées au cours de 6 jours a fait ressortir un effet jour pour certaines espèces, une interaction entre le nombre de pêcheurs et l'espèce ciblée et un effet lieu de pêche. Ces facteurs traduisent la flexibilité de la pêcherie artisanale avec notamment un transfert d'espèce cible au cours de la période de 6 jours et l'existence de choix tactiques différents par la taille de l'équipage et le lieu de pêche.

- Une analyse en composantes principales (Gérard et Greber, 1985) sur 284 sorties de pirogues-moteurs-lignes à Yoff caractérisées par les cinq espèces principales a mis en évidence l'existence de trois tactiques différentes en fonction des espèces cibles: les espèces démersales caractéristiques de la palangrotte, les thonines et pélagiques caractéristiques de la ligne traîne et les lagocéphales caractéristiques de sorties de courte durée à proximité de la plage.

- L'analyse de la variabilité intra et inter-annuelle des observations en pêche artisanale des 15 dernières années a révélé de profondes modifications dans la distribution et l'exploitation de certains stocks et mis en évidence l'adaptabilité et la vitalité de la pêcherie (Laloë et Samba, 1990). Un modèle de simulation de la dynamique de la flottille est proposé illustrant la reconversion des unités de pêche en fonction de la variation de la ressource. Ce modèle souligne le besoin de connaissances sur les schémas d'exploitation en pêche artisanale pour déterminer les mortalités par pêche (Laloë et Samba, 1991).

- L'analyse typologique de 5000 sorties de pirogues-moteurs-lignes à Kayar en 1989, caractérisées par l'ensemble du cortège spécifique des rendements de pêche (90 espèces), a permis d'affecter *a posteriori* les pirogues échantillonnées à une tactique de pêche, le descriptif de la capture avec les espèces secondaires reflétant les choix tactiques du pêcheur (Ferraris et Samba, 1992). Le pourcentage de pirogues des différentes prises-types est ensuite appliqué à l'ensemble des efforts afin de décomposer le profil d'effort d'un même engin en différentes tactiques de pêche. A Kayar en 1989, on distingue ainsi des prises-types de début de saison froide correspondant aux tactiques à thiof, raie et pageot, des tactiques à dentés et brotule durant la saison intermédiaire aux deux passages du thiof migrant, des tactiques à pagre, courbine et ceinture en début de saison chaude et une tactique à voilier durant l'hivernage (figure 9).

Figure 9 : Décomposition du profil d'efforts des Pirogues Moteurs Lignes en tactiques de pêche déterminées par l'analyse typologique des prises (Kayar, 1989).



TACTIQUES ET STRATÉGIES DE PÊCHE

L'affectation *a posteriori* d'un rendement de pêche à une tactique de pêche et la décomposition de l'effort en sous-catégories ne permettent pas cependant d'affiner l'estimation des captures. Mais il est possible de parler plus précisément des rendements et de mieux appréhender le phénomène de report d'efforts de pêche (Laloë, 1992). Les rendements individuels de pêche, qui sont à la base des analyses bio-économiques et dont les variations affectent le comportement des pêcheurs, mériteraient cependant d'être mieux étudiés. Garcia et Revéret (1991) considèrent que des estimations plus grossières sur les captures totales, qui impliquent des efforts d'échantillonnage considérables, permettraient de mettre l'accent sur l'estimation précise de rendements dans des zones sélectionnées et pour des unités de pêche et des espèces jouant un rôle fondamental pour la pêcherie du point de vue économique et biologique. L'évaluation des stocks ne consiste pas à chercher uniquement un effort optimal et une production maximale équilibrée mais à analyser la dynamique de réponse des pêcheries aux changements (Hilborn et Walters, 1992). L'étude des variations d'abondance de la ressource passe alors par la dynamique des flottilles et la connaissance des tactiques et stratégies de pêche.

Laë (1992) montre que les captures par unité d'effort restent un bon indicateur de l'abondance du stock pour les pêcheries artisanales africaines en milieu lagunaire si on tient compte de l'hétérogénéité spatiale et du degré de professionnalisme des pêcheurs. Les calculs et extrapolations sur le niveau de la ressource nécessitent au préalable d'établir une classification des villages et des campements de pêche et de prendre en considération la qualification des pêcheurs. L'analyse de la dynamique des flottilles de sennes tournantes de Côte d'Ivoire (Ecoutin, 1992) révèle des approches différentes pour un même engin et une même espèce selon l'appartenance ethnique des communautés de pêcheurs. Les rendements observés ainsi que l'activité de pêche sont fonction des stratégies de pêche qui ne sont pas toujours identifiables aux fluctuations de la ressource exploitée. L'association entre des rendements de pêche-type et des tactiques de pêche implique une analyse fine du comportement des communautés de pêcheurs. Un suivi de 200 unités de pêche mis en place en 1992 dans les principaux points de débarquement du littoral maritime sénégalais vise ainsi à mieux cerner les tactiques et stratégies du pêcheur artisan (Ferraris, 1993). Les unités, choisies sur la base de la mixité d'utilisation d'engins de pêche - utilisation simultanée ou alternée de différents engins de pêche - et sur la base de la mobilité - campagnes de pêche effectuées à l'extérieur du village d'origine -, ont été suivies pendant un an avec des enquêtes décrivant les calendriers et tactiques de pêche précisant les choix d'engins, de lieux, de taille d'équipage et d'espèces cibles. Une première typologie des tactiques observées à Kayar a permis de retrouver et préciser les catégories dégagées dans l'étude des rendements de pêche. Les résultats de la classification par analyse numérique sont présentés dans le langage des objets symboliques qui s'expriment à l'aide de conjonction de propositions logiques portant sur les valeurs prises par les variables discriminantes des différentes classes. On obtient par exemple (Perinel, 1992):

Tactique 1: Espèce cible 1= pageot

^ Espèce cible 2= aucune

^ Engin = {0.70 (PML<12 cv), 0.30 (PML>12 cv)}

^ Lieu = {0.28 (Pass Gop), 0.18 (Rhyboté), 0.11 (Filao), 0.17 (Bereup), 0.26 (autre)}

Tactique 2: Lieu= Tabaldji - Bount bi

^ Espèce cible 1= thiof

^ Espèce cible 2= {0.45 (poulpe), 0.33 (courbine), 0.22 (aucune)}

^ Equipage=0.60 (2 pêcheurs), 0.40 (1 pêcheur)}.

En interaction entre l'analyse des données et la modélisation par programmation orientée objet, l'approche symbolique favorise la formalisation et la description d'objets en vue de structurer une base de connaissance. Cette démarche permet de faire une jonction entre l'analyse statistique et la modélisation par intelligence artificielle de la pêche artisanale sénégalaise (Ferraris et Le Fur, 1993). Le projet MOPA - MOdélisation de la Pêche Artisanale - (Le Fur, 1993) aborde le problème de la modélisation des réponses des exploitants aux perturbations de leur environnement à travers la compréhension et la représentation des processus de décision des communautés de pêcheurs. D'une approche conceptuelle et méthodologique intéressante

pour aborder le problème de la représentation des interactions entre une ressource et son usage, ce modèle de simulation par système expert devrait permettre d'évaluer l'existence et les modalités de transfert de communautés d'une tactique à une autre et apporter un complément descriptif de la distribution de l'effort nécessaire aux modèles d'évaluation de la ressource.

CONCLUSION

La prise par unité d'effort est d'une manière générale l'un des paramètres fondamentaux de l'évaluation des stocks. Mais il existe de multiples façons de calculer le taux de capture d'une pêche en tenant compte de la composition de la flottille, des engins et saisons de pêche, des comportements du poisson et du pêcheur, des fluctuations du marché, ... Ce problème est amplifié dans le cas des pêcheries composites et particulièrement pour les pêcheries artisanales caractérisées par leurs complexité et grande adaptabilité face aux fluctuations de leur environnement. La difficulté d'estimer l'abondance à partir des PUE de pêche artisanale est reconnue en raison des nombreux facteurs intervenant dans la variabilité des prises et des efforts. Afin de tendre vers une meilleure adéquation entre la capacité de capture des flottilles et la disponibilité des ressources halieutiques, il est impératif de mieux comprendre les interactions entre les compartiments naturel et social du "système pêche". Les statistiques de pêche qui peuvent toujours être interprétées en tant qu'indicateurs de la ressource doivent être analysées en fonction de la dynamique du système d'exploitation. La pêche qui est généralement perçue comme un moyen d'échantillonnage de l'abondance de la ressource fournit avant tout des indicateurs sur le comportement de la pêcherie, comportement qui reflète souvent un signal sur les fluctuations d'abondance de la ressource.

~~~~~~~~~~~~

RÉFÉRENCES

- **BARRY-GERARD M., M. BAKHAYOKHO, F. LALOE, A. SAMBA, H. DIADHIOU, J.J. LEVENEZ, 1989.** Hétérogénéité et variabilité de la pêche artisanale: méthodologie d'étude de l'activité de pêche et mortalité induite. *in : Symp. Int. "La Recherche face à la Pêche Artisanale", Montpellier, 3-7 juillet 1989, Durand J.R., Lemoalle J., Weber J., éds, Paris, ORSTOM, Tome 2: 551-558.*

- **BRETHES J.C., R.N. O'BOYLE, (éd.) 1990.** Analyse de la pêcherie de Pagellus bellottii au large des côtes du Sénégal, au moyen d'un modèle global de dynamique de population. *in "Méthodes d'évaluation des stocks halieutiques" . Projet CIEO 860060, Halifax, pp 681-723.*

- **CAVERIVIERE A., M. THIAM, 1993.** Essai d'application d'un modèle global" à l'ensemble des espèces démersales côtières du Sénégal. Symposium "Méthodologies d'évaluation des ressources exploitables par la pêche artisanale au Sénégal, CRODT 8-13 février 1993, Dakar, Sénégal.

- **CHAMPAGNAT C., F. DOMAIN, 1978.** Migration des poissons démersaux le long des côtes ouest-africaines de 10° à 24° de latitude nord. Cah. ORSTOM, sér. Océanogr., 16 (3-4): 239-261.
~~~~~~~~~~~~

❒ **CRODT (1993)** Statistiques de la pêche maritime sénégalaise en 1990. Archive N°191. Cent. Rech. Océanogr. de Dakar-Thiaroye.

❒ **CURY P., C. ROY, 1988.** Migration saisonnière du thiof (Epinephelus aeneus) au Sénégal: influence des upwellings sénégalais et mauritanien. *Oceanologica acta, vol. 11 n°1, 25-36.*

❒ **CURY P., J. WORMS, 1982.** Pêche, biologie et dynamique du thiof (Epinephelus aeneus) sur les côtes sénégalaises. *Document scient. N°82. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 88 p.*

❒ **ECOUTIN J.M. (1992)** - Dynamique des flottilles en pêche artisanale: l'emploi des sennes tournantes de Côte d'Ivoire. *Etudes et Thèses, Paris ORSTOM, 208 p.*

❒ **FAO, 1983.** Rapport du groupe de travail sur les statistiques de prises et d'effort de la pêche artisanale. *COPACE/TECH/83/51. 56 p.*

❒ **FERRARIS J., 1993.** Démarche méthodologique pour l'analyse des comportements tactiques et stratégiques du pêcheur artisan sénégalais. *Table ronde "Questions sur la dynamique de l'exploitation halieutique", Montpellier, septembre 1993.*

❒ **FERRARIS J., 1993.** La pêche artisanale au Sénégal: atlas de variabilité spatio-temporelle. *Arch. Scient. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye (à paraître).*

❒ **FERRARIS J. et J. LE FUR, 1993.** Méthodes d'analyse et de représentation d'un système d'exploitation: synergies et redondances. *Premier Forum Halieumétrique. Rennes, juin 1993.*

❒ **FERRARIS J., A. SAMBA, 1992.** Variabilité de la pêche artisanale sénégalaise et statistique exploratoire. *In F. Laloë ed. Sémonfor V, Statistique Impliquée, 5ième séminaire informatique de l'ORSTOM. Montpellier, 2-4 sept 1991. Coll. Colloques et Séminaires. ORSTOM ed. 169-190.*

❒ **FERRARIS J., SAMB B. et M. THIAM, 1993** - Les statistiques de pêche au CRODT: Description des systèmes de collecte et de traitement des données. *Symposium "Méthodologies d'évaluation des ressources exploitables par la pêche artisanale au Sénégal, CRODT 8-13 février 1993, Dakar, Sénégal.*

❒ **FREON P., 1988.** Réponses et adaptations des stocks de clupéïdés d'Afrique de l'Ouest à la variabilité du milieu et de l'exploitation: analyse et réflexion à partir de l'exemple du Sénégal. *Thèse Doc. Univ. Aix-Marseille, tome 1, 287 p.*

❒ **GARCIA S. et J.P. REVERET, 1991.** Recherche et structure des pêches artisanales: paradigmes et méthodes de recherche. Une introduction. *"La recherche face à la pêche artisanale". Symposium ORSTOM-IFREMER, Montpellier, juillet 1989. Tome 1, pp: 253-268.*

❒ **GERARD M., P. GREBER, 1985.** Analyse de la pêche artisanale au Cap-Vert: description et étude critique du système d'enquête. *Document scientifique N°98. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 77 p.*

❒ **HILBORN R. et C.J. WALTERS, 1992.** Quantitative fisheries stock assessment. Choice, dynamics and uncertainty. *Capman and Hall, N.Y., Lond., 570 p.*

❒ **LAË R., 1992.** Les pêcheries artisanales lagunaires ouest-africaines: échantillonnage et dynamique de la ressource et de l'exploitation. *Thèse de l'Univ. Bretagne occidentale (décembre 1990). Coll. Etudes et thèses, ORSTOM. ed., 201 p.*

❒ **LALOË F. (1992)** - Collecte d'information sur la pêche artisanale au Sénégal. *pp 37-44, SEMINFOR 5: Statistique impliquée, ORSTOM-Montpellier septembre 91.*

❒ **LALOË F., P. BERGERARD, A. SAMBA, 1981.** Contribution à l'étude de la pêcherie de Kayar. Etude d'une partie des résultats du suréchantillonnage de 1978 concernant les pirogues motorisées pêchant à la ligne. *Doc. Sci. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 45 p.*

❒ **LALOË F., A. SAMBA, 1990.** La pêche artisanale au Sénégal: ressource et stratégies de pêche. *Thèse de l'Univ. Paris Sud (juin 1989). Coll. Etudes et thèses, ORSTOM. ed., 393 p.*

❒ **LALOË F., A. SAMBA, 1991.** A simulation model of artisanal fisheries of Senegal. *ICES Mar. Sump., 193: 281-286.*

❒ **LAUREC A., J.C. LEGUEN, 1981.** Dynamique des populations marines exploitées, concepts et modèles. *Tome I,Rapp. Sci. Tech..CNEXO, 45, 117p*

❒ **LE FUR J., 1993.** Dynamique du système Pêche Artisanale et intelligence artificielle: projet MOPA. *Symposium "Méthodologies d'évaluation des ressources exploitables par la pêche artisanale au Sénégal, CRODT 8-13 février 1993, Dakar, Sénégal.*

❒ **PERINEL E. 1992.** Analyse numérique / symbolique des tactiques de pêche artisanale au Sénégal. *DEA de Mathématiques Appliquées aux Sciences Economiques. Univ. Paris-IX Dauphine-Paris /CRODT-Dakar Sénégal, 74 p.*

Synthèse bibliographique des connaissances sur la biologie de quelques espèces de poissons concernant le symposium.

J.J. Lévénez.

RÉSUMÉ :

L'ensemble écologique complexe sous-régional marque profondément la biologie et le comportement des espèces. La forte variabilité saisonnière des upwellings conditionne la répartition mais aussi l'abondance des espèces. Si les paramètres morphométriques des espèces faisant l'objet de cette synthèse biologique sont bien étudiés et donnent des résultats cohérents entre auteurs, il apparaît néanmoins que les coefficients de mortalité naturelle sont mal connus et des doutes sont encore permis sur l'identité des stocks.

ABSTRACT :

L'ensemble écologique complexe sous-régional marque profondément la biologie et le comportement des espèces. La forte variabilité saisonnière des upwellings conditionne la répartition mais aussi l'abondance des espèces. Si les paramètres morphométriques des espèces faisant l'objet de cette synthèse biologique sont bien étudiés et donnent des résultats cohérents entre auteurs, il apparait néanmoins que les coefficents de mortalité naturelle sont mal connus et des doutes sont encore permis sur l'identité des stocks.

INTRODUCTION

Les objectifs de ce Symposium étant centrés sur les espèces exploitées par la pêche artisanale au Sénégal, cette synthèse concerne en grande priorité les études de biologie réalisées au CRODT. Les informations qu'elle contient sur la zone mauritanienne ne sont données qu'en complément d'informations.

Huit (8) espèces ou groupes d'espèces de poissons capturés de manière significative à la fois par la pêche artisanale et la pêche industrielle sénégalaise, ou présentant des caractéristiques d'exploitation délicates à analyser, ont été retenus.

On y rencontre :

- 4 espèces de poisson pélagiques :
  + la sardinelle ronde : *Sardinella aurita* (Valenciennes, 1847) ;
  + la sardinelle plate : *Sardinella maderensis* (Lowe, 1839) ;
  + le chinchard jaune : *Decapterus rhonchus* (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817)
  + le tassergal : *Pomatomus saltator* (Linnaeus, 1766).
- 1 espèce démersale :
  + le thiof : *Epinephelus aeneus* (Geoffroy Saint-Hilaire, 1809).
- 3 groupes d'espèces démersales :
  + les pageots : famille des Sparidés
  + les soles langues : famille des Cynoglossidés
  + les pagres : famille des Sparidés.

Chacun de ces trois groupes nous est imposé pour des raisons purement pratiques : en effet, les différentes espèces qui les composent ne sont pas toujours distinguées séparément dans les statistiques de pêche qui sont recueillies au niveau des usines ou des plages de débarquement. Dans cette présentation, chacun de ces groupes sera représenté par l'espèce la plus abondante dans les pêcheries sénégalaise, notamment dans la pêche artisanale, et la mieux étudiée dans la zone sénégambienne.

Les pageots seront donc illustrés par *Pagellus bellottii* (Steindachner, 1862), les soles langues par *Cynoglossus canariensis* (Steindachner, 1882) et les pagres par *Sparus caeruleosticus* (Valenciennes, 1830).

Cette approximation ne devrait pas avoir de conséquences majeures pour l'évaluation des ressources en pageots, le *Pagellus bellottii* représentant la quasi-totalité des captures dans la Z.E.E. sénégalaise. Elle est plus risquée pour les cynoglosses dont 6 espèces sont présentes au Sénégal et pour les pagres qui sont commercialisés sous le nom de "daurade rose" en compagnie de 5 autres espèces dont des *Dentex spp*.

SARDINELLE RONDE: *Sardinella aurita* (VALENCIENNES, 1847)

Répartition géographique et migration

Elle est présente dans trois secteurs de l'Atlantique centre-est dont celui de la zone s'étendant de la Mauritanie à la Guinée (26°N - 10°N) où réside le communément appelé "stock sénégalo-mauritanien".

Cette espèce vit sur le plateau continental, préférant les eaux froides (18 à 25°C) et salées (> 35 ‰) (CAMARENA LUHRS 1986, FRÉON 1988). Formant des bancs de surface pendant la période d'upwelling, elle peut se retirer en dessous de la thermocline en saison chaude jusqu'à des profondeurs de 200 à 300 mètres (FISHER *et al.* 1981).

Alimentation

Espèce planctonophage à alimentation opportuniste (FRÉON 1988), plus riche en phytoplancton chez les juvéniles. Elle sélectionne ses proies (MEDINA-GAERTNER 1985), en particulier des copépodes, des euphausides et des larves de cirripèdes et cladocères.

Conversion longueur totale - longueur fourche

Les relations LT-LF sont peu utilisées, la plupart des mesures étant réalisées en longueur à la fourche. Elles sont cependant citées dans les groupes de travail (ANONYME 1988). On trouve ainsi :

- pour la zone sénégalaise :

$$LT = 1{,}21 \times LF - 0{,}857 \qquad \text{(BOELY } et\ al. \text{ 1982)}$$

- pour le zone mauritanienne :

$$LF = 0{,}843 \times LT \qquad \text{(HOLZLÖHNER et KLOXIN 1982)}$$

Relation taille - poids : $p = a\,L^{b}$

L'étude la plus récente, CAMARENA (1986), a contrôlé par test statistique de FISHER que les effets sexe et port de débarquement pouvaient être éludés car n'apportant qu'un gain de précision négligeable à cette relation.

L'auteur a calculé, pour P exprimé en g et L = longueur fourche en cm, à partir d'un échantillon de 2 147 individus de taille comprise entre 5 et 32 cm, les paramètres suivants :

$$a = 6{,}1104 \times 10^{-3} \qquad b = 3{,}2901 \qquad \text{avec } c = 0{,}9931$$

FREON (1988) , pour sa part, a utilisé le plus grand nombre de classes de tailles à sa disposition. Un échantillon de 2433 individus de taille comprise entre 4 et 32 cm l'a conduit aux résultats suivants :

$$a = 6{,}392 \times 10^{-3} \quad b = 3{,}274$$

Chacun de ces deux résultats, obtenus par régression linéaire après transformation logarithmique, donne une relation utilisable pour les calculs de dynamique car cette régression offre de bonne qualités prédictives (FREON 1988) (CAMARENA LUHRS 1986).

On peut noter les études réalisées sur une base trimestrielle en Mauritanie par HOLZLÖNER *et al.* (1983), qui concernent des individus de grande taille (longueur totale atteignant 40 cm).

La croissance

La croissance de cette espèce est rapide et de courte durée (FREON 1988). BOELY *et al.* (1982) ont présenté l'étude la plus complète réalisée à ce jour au Sénégal. Les calculs réalisés à partir de lectures d'âges sur des écailles et d'analyses de fréquences de taille sur un ensemble d'individus mesurant de 6 à 32 cm ont permis d'estimer les paramètres de l'équation de VON BERTALANFFY suivants :

$$L_\infty = 30{,}63 \text{ cm} \qquad K = 1{,}206 \qquad t_o = -0{,}062$$

(L_∞ est exprimé en longueur à la fourche ; K et t_o sont calculés sur une base annuelle).

PHAM THUOC et SCYPULA (1973), qui ont utilisé les longueurs totales, ont estimé L_∞ à 40,7 cm en région mauritanienne.

Reproduction et fécondité

L'ensemble des auteurs ayant étudié les RGS, IGS ou ayant effectué des campagnes de prospection de larves s'accorde à confirmer que si l'activité sexuelle est très étalée au cours de l'année, il existe deux saisons principales de ponte au Sénégal:

+ mai - juin pour les adultes (LF > 25 cm) et les jeunes reproducteurs

(18 cm < LF >25 cm).

+ octobre - novembre pour les jeunes reproducteurs.

La ponte en Mauritanie aurait lieu de mai à juillet (FRANQUEVILLE 1980).

D'après la distribution des larves (CONAND 1977) ces pontes auraient lieu sur des fonds de 30 à 150 mètres.

La contribution de chacune de ces pontes au recrutement est discutée (FREON 1988).

Le sex-ratio est voisin de 1 (CAMARENA LUHRS 1986) et la fécondation estimée à 400 oeufs par grammes de poisson femelle (FAO 1979).

Mortalité

CAMARENA (1986) et FREON (1988) ont chacun utilisé d'une part la méthode de TAYLOR (1959) et d'autre part la méthode de PAULY (1980) pour estimer la mortalité naturelle. Ces deux méthodes "globalisantes" reposent sur l'hypothèse que plus une espèce bénéficie d'une croissance rapide, plus son taux de mortalité est élevé ; celle de PAULY intègre le paramètre température du milieu (d'où les deux valeurs indiquées ci-dessous pour 17 et 27°C) et admet une spécificité pour les clupéidés (correction par un facteur multiplicatif de 0,6).

Nous avons ainsi :

d'après CAMARENA 1986

méthode de TAYLOR M = 0,72

méthode de PAULY $M_{17} = 0,61$ et $M_{27} = 0,75$

et d'après FREON (1988) :

méthode de TAYLOR M = 1,24

méthode de PAULY $M_{17} = 0,96$ et $M_{27} = 1,19$.

Pour sa part, FREON (1988) n'a pas choisi parmi ces différentes valeurs mais a réalisé ses modélisation suivant trois hypothèses de travail :

M = 0,8 ; M = 1,0 ; M = 1,2

Unité de stock

Les auteurs s'accordent à reconnaître un stock sénégalo-mauritanien : BOELY (1980), FREON (1983)(1988). La "fraction sénégalaise" fait partie de cet ensemble. Si les adultes effectuent de vastes déplacements saisonniers, les juvéniles et jeunes reproducteurs restent au niveau de la Petite Côte sénégalaise (entre Dakar et l'embouchure du Saloum).

SARDINELLE PLATE: *Sardinella maderensis* (LOWE, 1839)

Répartition géographique et migration :

Elle se rencontre sans interruption de la Mauritanie jusqu'à Luanda (Angola) au moins.

Euryhaline, elle vit sur le plateau continental en zone côtière, de préférence dans des eaux de température supérieure à 25°C (HOLZLÖHNER et KLOXIN 1982, FISHER *et al* 1981).

Elle forme des bancs à la surface ou au fond jusqu'à 50 mètres au moins (FISHER *et al* 1981).

Alimentation :

Son régime alimentaire est similaire à celui de la sardinella ronde (MEDINA GAERTNER 1985) avec copépodes et larves de crustacés. les larves de poissons sont mentionnées dans les fiches FAO (1983).

Conversion longueur totale - longueur fourche :

En zone mauritanienne, HOLZLÖNER et KOXIN (1982) ont calculé :

$$LF = 0,843 \times LT$$

Relation taille - poids : $P = a\ L^{b}$

Comme pour la sardinelle ronde, CAMARENA (1986) a contrôlé par test de FISHER que le sexe et le port de débarquement influaient peu sur cette relation.

Utilisant un échantillon de 3078 individus de 5 à 29 cm, il a calculé pour P exprimé en grammes et L en cm de longueur à la fourche :

$$a = 9,8535 \times 10^{-3} \quad b = 3,1673 \quad \text{avec} \quad r = 0,9886$$

FRÉON (1988) sur des données comprises entre 4 et 29 cm et concernant 1849 individus a présenté les paramètres suivants :

$$a = 1,304 \times 10^{-2} \quad b = 3,142$$

Ces résultats, calculés de la même manière que ceux exposés pour la sardinelle ronde, sont utilisables pour des calculs de dynamique (FREON 1988)].

Notons l'étude ponctuelle de HOLZLÖNER et al. (1983), effectuée en Mauritanie sur des sardinelles plates atteignant 38 cm de longueur totale.

La croissance :

CAMARENA (1986) a utilisé la combinaison de deux méthodes pour déterminer les paramètres de la courbe de croissance de cette espèce : d'une part la méthode de Petersen pour les individus de taille comprise entre 4,5 et 13,0 cm de longueur à la fourche et d'autre part par lecture directe des écailles (en faisant l'hypothèse de 2 ralentissement annuels de croissance) pour les individus plus grands.

Il obtient ainsi, pour l'équation de Von Bertalanffy, les paramètres suivants :

$$L_{\infty} = 30,34 \text{ cm} \quad K = 0,49 \quad t_o = -0,589$$

SAMB (1986), utilisant le programme ELEFAN1 de PAULY et DAVID (1981) sur une gamme de tailles de 9 à 30 cm, provenant des mensurations effectuées par plusieurs centres de débarquement de pêche, obtint pour ces mêmes paramètres les valeurs:

$$L_{\infty} = 37,5 \text{ cm} \quad K = 0,3 \quad t_o = 0$$

Mortalité :

Utilisant les méthodes de TAYLOR (1959) et PAULY (1980), CAMARENA (1986) a calculé :

méthode de Taylor : M = 0,54

méthode de Pauly : $M_{17} = 0,53$ et $M_{27} = 0,66$

Pour les besoins des modélisations, CAMARENA (1986) a travaillé selon 3 hypothèses :

M = 0,6 M = 0,7 M = 0,8

Unité des stocks :

Les auteurs s'accordent à reconnaître un stock sénégal-mauritanien : BOELY (1980) et FREON (1983, 1988) rappellent que les juvéniles et jeunes reproducteurs de la fraction sénégalaise du stock,restent au niveau de la Petite Côte.

Fécondité et reproduction :

Les oeufs et les larves de cette espèce sont présents tout au long de l'année sur les côtes sénégalaises (FREON 1988), mais avec un maximum de ponte de mai à juillet. Certaines années, une ponte de moindre importance a lieu en novembre-décembre CAMARENA (1986).

Ces pontes, plus côtières que pour la sardinelle ronde, s'effectuent sur des fonds de 10 à 50 mètres.

La taille à la première maturité est voisine de 16 cm.

Le sex-ratio des femelles serait voisin de 1 pour FRÉON (1988), proche de 1,2 selon, CAMARENA (1986), tandis que LAWAL et MYLNIKOV en Mauritanie (1988) l'estiment à 1,56.

La fécondité serait de même ordre que celle de la sardinelle ronde (FREON 1988), soit 400 oeufs par gramme de femelle.

LE CHINCHARD JAUNE : *Decapterus rhonchus*

(E.GEOFFROY SAINT-HILAIRE, 1817)

Répartition géographique et migration :

Le chinchard jaune est réparti de l'Espagne au Sud de l'Angola.

Il forme des bancs à proximité du fond sur des sondes de 30 à 50 mètres et parfois plus profond (>200m). Il a aussi un comportement pélagique et s'observe en bancs près de la surface (FISHER *et al* 1981)

Il effectue des migrations nord-sud en liaison avec les conditions hydrologiques. Des migrations longitudinales est-ouest sont signalées en Mauritanie (FAO 1983)].

Alimentation :

Petits poissons et invertébrés (FISHER *et al* 1981)

Conversion longueur totale - longueur fourche :

En Mauritanie, HOLZLÖNER et KLOXIN (1982) indiquent :

$$LF = 0{,}882 \times LT$$

Relation taille - poids : $P = a\,L^b$

Après avoir vérifié sur 648 individus répartis entre 7 et 38 cm que ni le port de débarquement ni le sexe n'intervenaient de manière significative dans la précision des résultats, CAMARENA (1986) donne les paramètres suivants :

$$a = 1{,}233 \times 10^{-2} \quad b = 3{,}0608 \quad \text{avec } r = 0{,}9939$$

pour P exprimé en gramme et LF en cm de longueur à la fourche.

Ces résultats sont très proches de ceux obtenus par FRANQUEVILLE et FRÉON (1976) puis FRÉON *et al.*(1978).

Noter qu'en Mauritanie, HOFFMANN (1987) a établi une relation sur des individus atteignant 49 cm de longueur totale.

Les fiches FAO (1983) indiquent que cette espèce peut atteindre au moins 60 cm de longueur totale.

La croissance :

Pour cette espèce, les courbes de croissance obtenues par différents auteurs dans la zone sénégalo-mauritanienne présentent des différences marquées.

Les experts du Groupe de travail ad-hoc de 1983 (FAO 1983), avaient convenu de travailler avec les paramètres proposés à l'époque par la délégation sénégalaise, à savoir :

$$L_\infty = 44 \text{ cm (LF)} \quad K = 0{,}448 \text{ an}^{-1} \quad t_o = 0{,}114 \text{ an}$$

Plus récemment, RASOARIMANANA (1990), utilisant des données recueillies par BOÉLY (1976) en baie de Gorée au Sénégal concernant des individus de tailles échelonnées de 5 à 34 cm, employa le logiciel MULTIFAN conçu par FOURNIER *et al.* (1989).

Elle détermina ainsi les paramètres de l'équation de VON BERTALANFFY suivants :

$$L_\infty = 45{,}1 \text{cm (LF)} \quad K = 0{,}337 \text{ an}^{-1} \quad t_o = 0{,}004 \text{ an}$$

Reproduction et fécondité :

Au Sénégal, la maximum de ponte se situe aux mois de mai et juin (CONAND et FRANQUEVILLE 1973, CAMARENA (1986)).

Tous les auteurs confirment que la taille à la première maturité est voisine de 20 cm.

Par contre, leurs estimations sur le sex-ratio divergent : en effet, au Sénégal CAMARENA (1986) l'estime à 1,3 en faveur des femelles tandis que RASOARIMANANA (1990) le trouve égal à 0,77 (pour une zone très restreinte). En Mauritanie, MAXIM et STAICU (1976) le situent à 1,4 alors que LAWAL et MYLNIKOV (1988) le calculent voisin de 1,13.

Selon OVERKO (1978), la fécondité moyenne pour des individus de 29 à 35 cm serait voisine de 680 000 oeufs.

Mortalité :

Nous avons repris les paramètres de croissance retenus lors du Groupe de travail ad-hoc de 1983 (FAO 1983), pour calculer selon les méthodes de TAYLOR (1959) et de PAULY (1980) un estimateur du vecteur mortalité naturelle.

Nous avons ainsi pu obtenir :

Méthode de TAYLOR : $M = 0,45$

Méthode de PAULY : $M_{17} = 0,75$ et $M_{27} = 0,93$

Identité des stocks :

L'ensemble des auteurs s'accorde à ne reconnaître qu'un seul stock dans la zone sénégalo-mauritanienne La distribution indiquée va de l'Espgne au Sud de l'Angola (effectuant en fonction des conditions hydrologiques des migrations entre 11°N et 24°N).

LE TASSERGAL: *Pomatomus saltator* (LINNAEUS, 1966) (*Pomatomus saltatrix* DANS LA CLÉ FAO)

Répartition géographique et migration :

Cette espèce est présentée en Afrique de l'ouest sur tout le littoral de Madère à l'Afrique du Sud (FISHER *et al* 1981).

En zone sénégalo-mauritanienne, la liaison entre le déplacement des tassergals et l'hydrodynamisme est particulièrement nette : ils migrent vers le sud avec les eaux froides mais de manière différentielle en fonction de leur taille. En effet, les individus les plus petits arrivent les premiers et migrent plus au sud que les individus plus grands (ORSTOM 1983).

Ils ne sont capturés dans les eaux sénégalaises que de décembre à juin. Ils quittent les eaux sénégalaises lorsque la température dépasse 22 °C (individus de 3 à 6 ans) ou 24 °C (individus d'âge > 6ans)(ORSTOM 1983).

Alimentation :

Les jeunes chassent en bancs, les adultes en groupes isolés, attaquant souvent des bancs de mulets et en détruisant des nombres apparemment bien supérieurs à leurs besoins (FISHER *et al* 1981).

Ils peuvent aussi être dispersés au dessus des fonds de 70 à 120 mètres où la nourriture (sardinelles, chinchards) est abondante (ORSTOM 1983).

Conversion longueur totale - longueur à la fourche :

CHAMPAGNAT (ORSTOM 1983) a réalisé une conversion des mensurations polonaises (effectuées en cm de longueur totale) en longueur à la fourche ; sa relation calculée par régression (axe majeur réduit) à partie de 1 000 couples de points s'exprime ainsi :

$$LT = 1{,}141 \times LF - 6{,}12 \quad \text{avec } r = 0{,}9998$$

Mortalité :

Les études sur le dynamique du stock de tassergal sénégalo-mauritanien (ORSTOM 1983) aboutissent à la conclusion que la valeur la plus vraisemblable du coefficient de mortalité naturelle pour cette espèce est :

$$M = 0{,}35$$

A titre de comparaison, nous avons calculé ce même paramètre par les méthodes déjà citées de TAYLOR (1959) et PAULY (1980). On obtient de la sorte :

méthode de TAYLOR : $M = 0{,}21$

méthode de PAULY : $M_{17} = 0{,}38$ et $M_{23} = 0{,}43$

Identité des stocks:

Le cycle biologique du tassergal indique qu'il n'existe qu'un seul stock dans la région sénégalo-mauritanienne. Cette hypothèse a d'ailleurs été retenue par les auteurs de l'étude de la dynamique du stock de tassergal sénégalo-mauritanien (ORSTOM 1983).

Relation taille - poids : $P = a\,L^{b}$

588 individus ont été mesurés dans un intervalle de taille compris entre 20 et 100 cm de longueur à la fourche et pesés au gramme près.

Les paramètres a et b calculés par régression linéaire prédictive après transformation log-log des données s'écrivent (ORSTOM 1983) :

$$a = 1{,}268 \times 10^{-2} \quad b = 2{,}97 \quad \text{avec } r = 0{,}9951$$

La croissance

Sur des données provenant essentiellement de l'échantillonnage des structures de taille des prises réalisées par les pêcheries artisanales de Kayar et de Saint Louis au Sénégal, CHAMPAGNAT (ORSTOM 1983) a utilisé le modèle de VON BERTALANFFY dont il a calculé les 3 paramètres par la méthode de TOMLINSON et ABRAMSON (1961). Il a ainsi obtenu :

$$L_\infty = 92{,}39 \text{ cm} \quad K = 0{,}017762 \quad t_o = 0{,}86635$$

L_∞ étant exprimé en longueur à la fourche, K et t° étant des valeurs mensuelles.

Cette espèce pourrait atteindre 110 cm (FISHER et al 1981) LT

Reproduction et fécondité :

Au Sénégal, la ponte principale a lieu en juin mais on distingue une ponte secondaire en octobre pour les jeunes individus.

La taille à la première maturité est de 38 cm lors de la ponte principale mais de 33 cm seulement en tenant compte de la ponte d'octobre.

Le sex-ratio des femelles est de 1,1.

Plusieurs relations liant la fécondité à la taille ou poids des individus ont été présentées par CONAND (1975, 1976).

La fécondité exprimée en milliers d'oeufs peut en particulier s'écrire :

$$F = 3{,}52 \times 10^{-9} \times (1{,}140964 \times LF - 6{,}120087)^{3{,}998}$$

ou encore :

$$F = 0{,}0203\ P^{1{,}331}$$

Avec LF représentant la longueur à la fourche exprimée en cm et P le poids de l'individu en gramme.

Notons que les plus fortes concentrations de reproduction s'observent en Mauritanie entre 18°45 N et 20°30 N.(ORSTOM 1983)

LE THIOF: *Epinephelus aeneus* (GEOFFROY SAINT HILAIRE, 1809)

Distribution géographique et migration :

Le thiof est présent en Afrique de l'ouest de Gibraltar au nord de l'Angola. Il habite surtout les fonds sableux et vaseux entre 0 et 200 mètres mais est plus abondant en deçà de 100 mètres (FISHER *et al* 1981).

Au nord de la presqu'île du Cap-Vert, l'apparition des eaux d'upwelling déclenche le comportement migratoire vers le sud des individus de plus de 3 ans, la fosse de Kayar limiterait leurs déplacements vers le sud (CURY et WORMS, 1982). Ces mêmes auteurs décrivent au sud de Dakar une population importante d'adultes non migrateurs qui effectue des déplacements bathymétriques semblant liés à la reproduction.

Alimentation :

C'est un prédateur vorace qui se nourrit de poissons, céphalopodes et crustacés (FISHER *et al* 1981).

Conversion longueur totale - longueur fourche :

Pas de données publiées au Sénégal et pour cause il n'y a pas de fourche

Relation taille -poids :

FRANQUEVILLE et FRÉON (1976) ont calculé pour un poids exprimé en gramme et une longueur mesurée en centimètre à la fourche la relation suivante :

$$P = 5{,}285 \times 10^{-3} \times L^{3{,}23}$$

La croissance :

CURY et WORMS (1982) ont effectué des la lecture sur des coupes fines de la deuxième épine de la nageoire dorsale pour déterminer l'âge individuel des poissons échantillonnés.

145 individus de 17,5 à 94,3 cm ont servi de support à leur analyse. Ils ont ajusté à leurs données une courbe de croissance de type VON BERTALANFFY par la méthode de TOMLINSON et ont obtenu les paramètres :

$$L_\infty = 143{,}96 \qquad K = 0{,}171 \qquad t_0 = -0{,}075$$

avec L_∞ en cm et K et t_0 exprimés sur une base annuelle.

La taille maximale de cette espèce serait au moins 115 cm (FISHER *et al* 1981).

Reproduction et fécondité :

Selon le rapport du Groupe de Travail ISRA-ORSTOM de 1979, les zones de reproduction sont situées au sud du cap Timiris en Mauritanie et sur la Petite Côte du Sénégal. Le phénomène de reproduction est permanent, mais on distingue une ponte principale en mai-juin et une ponte secondaire en juillet-septembre.

Cette espèce, comme de nombreux mérous, présente un hermaphrodisme protogynique, presque tous les individus étant du sexe femelle entre 40 et 70 cm de longueur à la fourche; au delà de 96 cm, la grande majorité des individus est du sexe mâle.

La taille à la première maturité sexuelle est de 40 cm de longueur à la fourche.

Mortalité :

CURY et WORMS (1982) utilisant la méthode décrite par FONTANA (1979), ont exposé des valeurs de M variables avec l'âge des poissons et compatibles avec les données de la pêcherie.

Ils obtiennent :

$M_{2\text{-}3ans} = 0,2$

$M_{4\text{-}5ans} = 0,2$ à $0,3$

$M_{6ans} = 2,5$

Notons que la méthode de PAULY (1980) pour une température de 18 à 20°C ainsi que celle de FONTANA (1979) conduisent à la même estimation du coefficient de mortalité naturelle pour le thiof, à savoir :

$M = 0,3$

Unité des stocks :

La barrière écologique formée par la presqu'île du Cap-Vert et la fosse de Kayar pourrait justifier l'existence de deux fractions de la population. CURY et WORMS (1982) ont remarqué la différence de comportement migratoire entre les individus fréquentant le nord et le sud de la presqu'île du Cap-Vert. Les pêcheurs reconnaîtraient 2 "races de thiof" au Sénégal.

LE PAGEOT: *Pagellus bellottii* (STEINDACHER, 1882)

Répartition géographique et migration :

Le pageot est présent sur toutes les côtes ouest-africaines, de Gibraltar à l'Angola où il fréquente les fonds durs et sableux. Il se déplace dans les 120 premiers mètres de profondeur (FISHER *et al* 1981). D'après FRANQUEVILLE (1983) , il préfère les eaux froides de 19-20°C et ne se rencontre jamais quand la température est inférieure à 14°C.

Il n'effectue pas de migration nord-sud, mais présente des déplacements bathymétriques apparemment liés à son activité sexuelle.

Alimentation :

Elle est variable en qualité suivant l'âge, les stades sexuels et les types de fonds où sont capturés les pageots (FRANQUEVILLE 1983). Les juvéniles se nourrissent de crustacés et de mollusques tandis que les adultes y associent poissons et céphalopodes.

Relation longueur totale - longueur à la fourche :

358 individus, provenant de différentes zones et représentant toutes les classes de taille ont été mesurés au mm près. Une régression linéaire sur 26 couples de points (valeurs moy. par classe de taille) a permis à FRANQUEVILLE (1983) d'obtenir :

$$LT = 1{,}153 \times LF - 1{,}804$$

Relation taille - poids : $P = a\,L^{b}$

1400 individus en provenance de différents centres de débarquement ont été mesurés au mm près et pesés au gramme près pour réaliser cette étude. Les paramètres de la relation ont été calculés par régression linéaire après transformation log-log des données (FRANQUEVILLE et FREON 1976, FRANQUEVILLE 1983).

Pour P exprimé en g et L en cm à la fourche, cette relation s'écrit :

$$P = 1{,}214 \times 10^{-2} \times L^{3{,}166}$$

La croissance :

Franqueville (1983) a procédé l'analyse selon la méthode de PETERSEN des progressions modales et a calculé les paramètres de l'équation de VON BERTALANFFY par la méthode de TOMLINSON et ABRAMSON (1981).

Son échantillon était composé d'individus mesurant de 3 à 35 cm.L. Il a ainsi obtenu les paramètres suivants :

$$L_\infty = 371{,}56 \qquad K = 0{,}019976 \qquad t_0 = -1{,}3253$$

L_∞ étant exprimé en mm, K et t° étant calculés sur une base mensuelle.

Selon la FAO (FISHER *et al* 1981), la taille maximale atteindrait 42 cm.

Reproduction et fécondité

Comme indiqué par ANCONA (1949), l'hermaphrodisme est fréquent chez les sparidés.

Le pageot est hermaphrodite protogynique. Si le sex-ratio dans les captures présente un cycle saisonnier lié aux concentrations de reproduction, les femelles dominent chez les individus de $LF < 12$ cm ; les mâles sont plus abondants de $13 \text{ cm} < LF < 30$ cm. Les femelles dominent à nouveau chez les individus de $LF > 30$ cm, ce que FRANQUEVILLE (1983) explique par une longévité plus grande des femelles.

Cette espèce présente 2 pics de reproduction en juin et en octobre. La taille à la première maturité est voisine de 14,5 cm.

La ponte a lieu sur les fonds de 50 mètres ; la principale nurserie se situe sur la Petite Côte du Sénégal.

La fécondité calculée en milliers d'oeufs s'exprime (FRANQUEVILLE, 1979) :

$$F = 0{,}592 \times 10^{-8} \times LF^{4{,}079}$$

LF étant la longueur à la fourche mesurée en mm.

Mortalité

FRANQUEVILLE (1980) indique que la longévité de cette espèce est de 10 ans.

Il a constaté que la mortalité totale des classes d'âge pleinement exploitées (3 à 7 ans), augmentait durant sa période d'étude qui s'étendait de 1975 à 1981 (FRANQUEVILLE 1983). Toujours selon lui, la mortalité naturelle de cette espèce augmente avec son âge, passant de :

$$M = 0{,}1 \text{ à 1 an à } M = 0{,}4 \text{ à 6 ans}$$

Pour cette espèce, les méthodes de TAYLOR (1959) et PAULY (1980) précédemment citées donnent :

méthode de TAYLOR : $M = 0{,}24$

méthode de PAULY : $M_{17} = 0{,}52$ et $M_{27} = 0{,}65$

Identité des stocks :

FRANQUEVILLE (1983), se basant sur des études morphométriques et immunologiques, distingue un stock de pageot réparti entre les sondes 5 et 100 mètres de l'embouchure du fleuve Sénégal au sud de la Gambie.

LA SOLE LANGUE: *Cynoglossus canariensis* (STEINDACHER, 1882)

Répartition géographique et migration :

La sole langue est présente de la Mauritanie à l'Angola.

Elle est commune sur la côte nord du Sénégal mais moins abondante au sud. Elle fréquente les fonds vaso-sableux de la côte à 60 mètres avec un préférendum de 25 à 35 mètres au Sénégal (THIAM, 1978), et de manière plus générale se répartit des fonds de 15 à 300 mètres (FISHER *et al* 1981) vérifier (trop profond).

Elle effectue des migrations bathymétriques en liaison avec les conditions hydroclimatiques, s'étendant en profondeur en saison chaude.

Alimentation :

Elle se nourrit de petits invertébrés benthiques (FISHER *et al* 1981), essentiellement des mollusques et des crustacés (THIAM 1978).

Relation longueur totale - longueur standard :

1254 individus ont été mesurés au mm près. Les relations entre LT et LS sont obtenues par ajustement des points observés par la méthode des moindres rectangles. THIAM (1978) a montré que les différentes relations ainsi obtenues par sexe et zone sont très proches. Pour les besoins de cette étude, on pourra retenir la relation générale suivante :

$$LT = 1,07 \times LS - 0,23$$

Relation taille - poids : $P = A\,L^{b}$

Les poissons, recueillis en toutes saisons hydrologiques et sur toute la zone sénégalaise ont été mesurés au mm près et pesés au gramme près.

Pour établir cette relation, les longueurs ont été regroupées en classes de 1 cm et les poids moyens par classe de taille calculés.

Après transformation log-log et régression par la méthode des moindres carrés, THIAM (1978) présente 2 relations pour calculer des poids en grammes à partir des longueurs totales en cm, l'une concernant la côte nord et l'autre la côte sud du Sénégal.

au nord : $n = 1592$ $a = 2,983 \times 10^{-3}$ $b = 3,158$

au nord : $n = 582$ $a = 2,17 \times 10^{-3}$ $b = 3,23$

La croissance :

La détermination des âges individuels a été faite par lecture des écailles.

Les échantillons des mâles mesuraient de 19 à 46 cm et ceux de femelles de 18 à 52 cm. Au total, 350 âges ont été déterminés chez les femelles et 351 chez les mâles par THIAM (1978).

Les paramètres de l'équation de VON BERTALANFFY évalués par la méthode de TOMLINSON et ABRAMSON (1961) sont les suivants :

pour les mâles : $L_\infty = 45,543$ $K = 0,566$ $t_o = -0,247$

pour les femelles : $L_\infty = 51,97$ $K = 0,481$ $t_o = -0,262$

avec L_∞ en longueur totale exprimée en cm, K et t_o étant calculés sur une base annuelle.

La taille maximum serait de 60 cm (FISHER *et al* 1981).

Reproduction et fécondité :

Les études de THIAM (1978) indiquent que la reproduction est diffuse sur toute l'aire de répartition pendant toute l'année. Il note cependant un maximum en mai-juin et une ponte secondaire en novembre.

La taille à la première maturité est de 34 cm, ce qui correspond à un âge de 2 ans. Il faut à ce sujet noter que 40% des captures sont réalisées sur des femelles immatures.

Le sex-ratio global est voisin de 1 mais varie avec la taille : si on trouve 34% de femelles à 30 cm, on remarque que ce pourcentage atteint 92% à 42 cm.

Mortalité :

Ce paramètre n'a pas été déterminé ; nous proposerons les valeurs calculées par les méthodes de TAYLOR (1959) et PAULY (1980).

méthode de TAYLOR : $M = 0,52$

méthode de PAULY : $M_{17} = 0,81$ $M_{27} = 1,00$

Identité des stocks :

Les migrations de cette espèce sont semble-t-il uniquement bathymétrique : l'hypothèse d'un "stock sénégalais" paraît plausible.

LE PAGRE: *Sparus caeruleosticus* (VALENCIENNES, 1830)

Répartition géographique et migration :

En Afrique de l'ouest, le pagre est présent de Gibraltar à l'Angola. Cette espèce vit sur les fonds durs jusqu'à 150 mètres. Les jeunes étant plus côtiers.

Il effectue des migrations de reproduction parallèles à la côte (FISHER *et al* 1981).

Alimentation :

Cette espèce est carnivore, se nourrissant et préférentiellement de mollusques bivalves, mais aussi de crustacés et de poissons (FISHER *et al* 1981).

Conversion longueur totale - longueur fourche :

Relation non décrite au Sénégal

Relation taille - poids : $a\ L^b$

363 mesures ont été réalisées par GIRET (1974) sur des échantillons provenant de Kayar et Saint Louis. Les pesées ont été faites au gramme près et les longueurs à la fourche mesurées au millimètre inférieur.

L'ajustement effectué, après transformation log-log, par régression selon l'axe majeur réduit conduit aux paramètres :

$a = 3,227 \times 10^{-2}$ $b = 2,9487$ avec $r = 0,9908$

La croissance :

Les mensurations au centimètre inférieur ont été effectuées à Dakar, Kayar et Saint Louis sur des individus provenant exclusivement de la côte nord. Cet échantillon a été complété pour les petites tailles par des fréquences de taille en provenance des sennes de plage de Hann.

Les modes ont été séparés par la méthode de CASSIE puis les paramètres de l'équation de VON BERTALANFFY calculés par la méthode de TOMLINSON et ABRAMSON (1961).

GIRET (1974) a ainsi obtenu :

$$L_{\infty} = 702,77 \quad K = 0,014824 \quad t_o = -6,3098$$

L_{∞} exprimé en mm, K et t_o évalués sur une base mensuelle.

La taille maximale atteinte est de 72 cm (GIRET 1974).

Reproduction et fécondité :

La ponte a lieu en plusieurs fois, mais le maximum de la reproduction a lieu en juin sur les fonds de 20 à 35 mètres (GIRET 1974).

A cette époque le sex-ratio des femelles est de 1,1.

La taille à la première maturité est évaluée à 23 cm de longueur à la fourche.

La mortalité :

Ce paramètre n'a pas été déterminé au Sénégal : nous proposerons les valeurs calculées par les méthodes de TAYLOR (1959) et PAULY (1980).

méthode de TAYLOR : $M = 0,18$

méthode de PAULY : $M_{17} = 0,36$ et $M_{27} = 0,45$

Unité des stocks :

GIRET (1974) estime possible la présence de 2 populations distinctes, l'une au nord de la presqu'île du Cap-Vert et l'autre dans la région Gambie-Bissagos.

CONCLUSION :

Il ressort de l'ensemble des travaux réalisés dans la zone sénégalo-mauritanienne que les stocks exploités au Sénégal ne peuvent que rarement être dissociés de l'ensemble écologique complexe sous-régional. Il est bien reconnu que les conditions hydroclimatiques de cette zone, caractérisées par une forte variabilité saisonnière et interannuelle de l'upwelling déclenché par les alizés, influent considérablement sur la répartition géographique des espèces mais aussi sur leur cycle de vie et leur abondance.

Les migrations saisonnières nord-sud d'une importante fraction des populations implique aussi que la pression de pêche pratiquée dans l'ensemble de la zone sénégalo-mauritanienne a des répercussions sur le niveau d'abondance des différents stocks.

C'est pourquoi, bien souvent, l'étude de la production des stocks et des évaluations d'abondance déborde du cadre strictement sénégalais et requiert une bonne connaissance de l'hydroclimat et des pêches dans l'ensemble de la sous-région.

RÉFÉRENCES

❒ **ANCONA (V.D.), 1949** - Ermafrodismo ed intersessualita nei Teleostei. *Experientia : 381 - 389.*

❒ **ANONYME, 1988** - Rapport du Groupe de Travail CNROP-CRODT/ISRA sur les ressources pélagiques côtières (Mauritanie-Sénégal). *Centre National de Recherches Océanographiques et des Pêches. Nouadhibou, Mauritanie ; 8-16 Juin 1988.*

❒ **BOELY (T.), 1980** - Biologie des deux espèces de sardinelles : *Sardinella aurita* (Valenciennes, 1847) et *Sardinella maderensis* (Lowe, 1841) des côtes sénégalaises. *Thèse Doc. d'Etat Université de Paris VI : 286 p.*

❒ **BOELY (T.), FREON (P.) et STEQUERT (B.), 1982** - La croissance de *Sardinella aurita* (Val.1847) au Sénégal. *Océanogr. Trop. 17(2) : 103 - 119.*

❒ **CAMARENA LUHRS (T.), 1986** - Les principales espèces de poissons pélagiques au Sénégal : biologie et évaluation des ressources. *Thèse de 3ème cycle, Université de Bretagne Occidentale, Brest : 188 p.*

❒ **CHAMPAGNAT (C.) et DOMAIN (F.), 1978** - Migration des poissons démersanx le long des côtes Ouest-africaines de 10° à 24° de latitude nord.*Cah. ORSTOM Sér. Océanogr., 16 (3-4): 239-261.*

❒ **CONAND (C.), 1975** - Maturité sexuelle et fécondité du tassergal : *Pomatomus saltator* (L. 1766) *Bull I not Fond Afr. Noire, sér.A,37 (2) : 395-466.*

❒ **CONAND (C.), 1976.** Données complémentaires sur le cycle sexuel et les variations interannuelles de la fécondité du tassergal (*Pomatomus saltator),* L.1766) de la côte nord du Sénégal. *Bull. Inst. Fond. Afr. Noire, sér A,38 (4) : 898-920.*

❒ **CONAND (F.), 1977:** Oeufs et larves de la sardinelle ronde (*Sardinella aurita*) au Sénégal : distribution, croissance, mortalité, variations d'abondance de 1971 à 1976. *Cah. ORSTOM, Sér. Océanogr., 15 (3) : 201-214.*

❒ **CONAND (F.) et FRANQUEVILLE (C.), 1973.** Identification et distribution saisonnière de larves de carangidés au large du Sénégal et de la Gambie. *Bull. I.F.A.N. XXXV, sér. A, N° 4 : 953 - 978.*

❒ **CURY (P.) et WORMS (J.),** 1982. - Pêche, biologie et dynamique du Thiof (*Epinephelus aeneus* E. Geoffroy Saint - Hilaire, 1817) sur les côtes sénégalaises. *Centre Rech. Océano. Dakar-Thiaroye. Doc. Scient. N° 82 : 88 p.*

❒ **FAO, 1979.** - Comité des pêches pour l'Atlantique Centre-est ; Rapport du groupe de travail ad-hoc sur les poissons pélangiques côtiers ouest-africains de la Mauritanie au Libéria *(26°Nà5°N. COPACE PACE séries 78/10 : 165 p.*

❒ **FAO, 1983.** - Rapport du groupe de travail ad-hoc sur les chinchards et les maquereaux de la zone nord du COPACE. *COPACE/PACE, Séries 83/27, 191 p.*

❒ **FISHER (W.), BIANCHI (G.) et SCOTT (W.B.), (eds), 1981.** - Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Atlantique centre-est ; zones de pêches 34,47 (en partie). *Canada Fonds de Dépôt. Ottawa, Ministère des Pêcheries et Océans, en accord avec l'Organisation des Nations-Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, Vols. 1-7 : pag. var.*

❒ **FONTANA (A), 1979.** - Etude du stock démersal côtier congolais. Biologie et dynamique des principales espèces exploitées. Propositions d'aménagement de la pêcherie. *Thèse doct. d'Etat. Univ. Paris VI et Mus.Hist. Nat., 300 p.*

❒ **FRANQUEVILLE (C.), 1979.** - Reproduction et fécondité de la daurade *Pagellus coupei* au large des côtes nord-sénégalaises et mauritaniennes. *Bull. I.F.A.N. 40, A 1 : 159 - 192.*

❒ **FRANQUEVILLE (C.), 1980.** - Etude des nurseries de daurades *Pagellus coupei* le long de la côte ouest africaine de 10 à 20°N. *Centre Rech. Océnogr. Dakar-Thiaroye. Doc. Scient. N°76 : 15 p.*

❒ **FRANQUEVILLE (C.), 1983.** - Biologie et dynamique de population des daurades (*Pagellus bellottii, Steindacher*, 1982) le long des côtes sénégambiennes. *Thèse Doc. d'Etat. Université d'Aix-Marseille II,276p.*

❒ **FRANQUEVILLE (C.) et FREON (P.), 1976.** - Relation poids-longueur des principales espèces de poissons marins au Sénégal. *Doc. Sci. Centre Rec. Océanogr. Dakar-Thiaroye, (24) ; 34 p.*

❒ **FRANQUEVILLE (C.) et FREON (P.), 1976.** - Relations poids-longueur des principales espèces de poissons marins au Sénégal. *Doc. Sci. Centre Rec. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 60 : 37 p.*

❒ **FREON (P.), 1983.** - Des modèles de production appliqués à des fractions de stock dépendantes des vents d'upwelling. *Centre Rech. Océnogr. Dakar-Thiaroye. Archive N°125. 60 p.*

❒ **FREON (P.), 1988.**- Réponse et adaptations des stocks de clupéidés d'Afrique de l'Ouest à la variabilité du milieu ; analyse et réflexion à partir de l'exemple du Sénégal. *Etudes et Thèses, ORSTOM, Paris.*

❒ **FREON (P.), STEQUERT (B.) et BOELY (Y.), 1978.** - La pêche des poissons pélagiques côtiers des Iles Bissagos au nord de la Mauritanie : Description et interaction des Pêcheries. *Symp. Courant Canaries : Upwelling Ress. Vivantes. Comm. N°93 : 38 p.*

❒ **GIRET (M.), 1974.** - Biologie et pêche de *Pagrus ehrenbergi* sur les côtes du Sénégal. *Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye. Doc. Scient. N°29: 15 p.*

❒ **HOFFMANN (V.), 1987.** - Ergebnisse zu Untersuchungen an *Decapterus rhonchus* (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817) vor Mauretanien 1980 bis 1984. *Fischerei-Forschung, Rostock 25,1 : 17 - 22.*

❒ **HOLZLÖHNER (S.) et KLOXIN (G.), 1982** - On the species composition and the lengh-age structure of the important pelagic fishes off North West Africa, 1981. *ICES/CM 1982/H : 55. Pelagic Fish Committee.*

❒ **HOLZLÖHNER (S.), KLOXIN (G.), PINGEL (C.) et HOFFMANN (U.), 1983.** - On the species composition and the length-age structure of the most important pelagic fishes off Mauritania in 1982. *CIEM/CM 1983/ H : 53 Pelagic Fish Committee.*

❒ **ISRA-ORSTOM, 1979.** - La reproduction des espèces exploitées dans le Golfe de Guinée. *Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye. Doc. Scient. N°68 : 231 p.*

❒ **LAWAL (H.S.) et MYLNIKOV (N.), 1988.** - Contribution à l'étude de la relation taille-poids, de la reproduction et du sex-ratio des principales espèces pélagiques en Mauritanie *in [GT Maurit. 88]*

❒ **MAXIM (C.) et STAICU (I.), 1976.** - Observations sur la biologie et la dynamique du stock de saurel (*Caranx rhonchus* Geof. St Hil.) dans l' Atlantique est central. Institut R de*Cercerati marine, IRCM 9 : 215-226.*

❒ **MEDINA-GAERTNER (M.), 1985.** - Etude du zooplancton côtier de la baie de Dakar et de son utilisation par les poissons comme source de nourriture. *Thèse 3ème cycle, Université de Bretagne Occidentale, Brest : 141 p.*

❒ **NIELAND (H.), 1982.** - The food of *Sardinella aurita* (Val.) and *Sardinella eba* (Val.) off the coast Senegal. *Rapp. T.-V. Réun. Cons. Int. Explor. Mer, 180 : 369 - 373.*

❒ **ORSTOM, 1983.** - Pêche, biologie et dynamique du tassergal (*Pomatomus saltator*, Linnaeus, 1766) sur les côtes sénégalo-mauritaniennes. *A la mémoire de C. Champagnat. Trav. et Doc. de l' ORSTOM. N°168.278 p.*

❒ **PAULY (D.), 1980.** - On the interrelationships between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. internation. Explor. Mer. 39 (2) : 175-192.*

❒ **PAULY (D.) and DAVID (N.) 1981.** - ELEFAN 1, BASIC program for the objective extraction of growth parameters from length-frequency data. *Meeresforsch. 28 (4) : 205-211.*

❐ **PHAM TUOC et SCYPULA (J.), 1973.** - Biological characteristics of gilt sardine, (*Sardinella aurita* Cuv. et Val., 1847), from northwest African coast *Act Ichth. Pisc., 3(1) : 19-37.*

❐ **RASOARIMANANA (E. E.), 1990.** - Reproduction et croissance du chinchard jaune (*Decapterus rhonchus*) au Sénégal. *Mem. D.E.A. , Univ. Bretagne Occidentale, Brest. 27 p.*

❐ **TAYLOR (C. C.), 1959.** - Temperature and growth. The Pacific razor clam. *J. Cons. Explor. Mer. 25 (1).*

❐ **THIAM (M.), 1978.** - Ecologie et dynamique des cynoglosses du plateau continental sénégambien. Biologie de *Cynoglossus canariensis* (Steind. 1882). *Thèse Doct. 3ème cycle Univ. Bretagne Occidentale, Brest. 162p.*

❐ **TOMLINSON (P. K.) et ABRAMSON (N. J.), 1961.** - Fitting a Von Bertalanffy growth curve by least squares. *Fish. Bull. 116 : 69p.*

L'évolution de la pêcherie chalutière démersale du plateau continental sénégalais

M. Thiam et D. Gascuel

RÉSUMÉ :

Ce document étudie l'évolution de la pêcherie chalutière côtière au Sénégal à partir des statistiques détaillées disponibles depuis 1971.

L'évolution de la flottille est marquée par une augmentation régulière du nombre de chalutiers; de même, la puissance motrice et le tonnage de jauge brute moyens des unités de pêche a connu un accroissement; la composition de la flottille en glaciers et en congélateurs a également enregistré des modifications profondes à partir de 1987.

L'effort nominal, en termes de jours de pêche, atteint un niveau très élevé durant la période 1987-1990 avec un pic en 1989.

Les débarquements ont suivi une évolution similaire à celle de l'effectif de la flottille et atteignent en 1986 un maximum essentiellement lié aux prises du poulpe Octopus vulgaris.

L'évolution des différentes phases de développement de la pêcherie a été décrite de 1950 à 1991 ; elle montre des modifications importantes des compositions spécifiques des débarquements, en rapport avec les changements des stratégies et tactiques de pêche des navires. Celles-ci se traduisent par divers schémas de rejets qualitativement et quantitativement très différents selon les espèces et les saisons.

Le présent document montre la complexité de la pêcherie multispécifique sénégalaise marquée dans son évolution par des changements fréquents des stratégies et tactiques individuelles d'exploitation.

Son objectif est surtout de permettre de mesurer les conséquences de toutes les mutations sur les méthodes d'estimation d'indices d'abondance à partir des données des chalutiers de pêche commerciale.

ABSTRACT :

This document analyzes the evolution of the coastal demersal trawl fishery in Senegal using detailed statistics available since 1971.

The fleet evolution is characterized by a regular increasing trend in the number of trawlers over time; in the same way, the mean horsepower and gross registered tonnage of the fishing units has increased; the composition of the fleet (proportions with freezers and with icers) also changed greatly since 1987.

The nominal fishing effort, in terms of fishing days, indicates a high level during the 1987-1990 period with a maximum in 1989.

The landings show a trend similar to that of the fleet evolution with a maximum in 1989, mainly due to the catches of Octopus vulgaris.

The evolution of the different stages of development of the fishery is described from 1950 to 1991; it indicates some important modifications of species composition in relation to changes in fishing strategies and tactics of trawlers.

These changes are translated into various discard patterns, very different in quantity and quality according to species and seasons.

This study emphasizes the complexity of this multispecies fishery whose evolution is characterized by various changes in exploitation patterns.

The objective is to allow one to account for the changes in the fishery when constructing indices of fish abundance based on commercial trawl fishery data.

INTRODUCTION

L'exploitation des ressources démersales côtières du plateau continental sénégalais met en jeu des flottilles très hétérogènes: des pirogues, des chalutiers de fond et des cordiers.

Ces flottilles utilisent des engins d'une grande diversité: chaluts, filets maillants, lignes à main, palangres, casiers, sennes de plage, etc.

Plus de 70 espèces commerciales sont capturées au chalut et débarquées; elles appartiennent à différentes communautés démersales regroupant plus de 200 espèces inventoriées sur le plateau continental.

La diversité des stratégies et tactiques de pêche et leurs modifications en fonction de l'abondance des espèces-cibles et/ou de nécessités commerciales, rendent complexes les estimations d'indices d'abondance à partir des statistiques chalutières.

Ce document tente de décrire les données disponibles sur la pêcherie chalutière sénégalaise puis d'analyser la structure des prises et des rendements des chalutiers, en vue d'une standardisation des efforts de pêche et d'une estimation des indices d'abondance des principales espèces débarquées.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

Les systèmes de collecte, de compilation et de traitement des données sur la pêcherie chalutière sénégalaise ont fait l'objet de nombreuses descriptions (LHOMME (F.), DOMAIN (F.) et BOUR (W.), 1972; GARCIA (S.), LHOMME (F.), CHABANNE (J.) et FRANQUEVILLE (C.), 1979; THIAM (M.), 1979). Une note sommaire de présentation en a été également faite (Ferraris, Samb et Thiam, présent symposium).

ÉVOLUTION DE LA FLOTTILLE

La flottille chalutière, dont l'effectif est passé de 57 en 1971 à 164 en 1990, est très hétérogène dans sa composition (modes de conservation) et ses caractéristiques techniques (tonnage de jauge brute, puissance motrice).

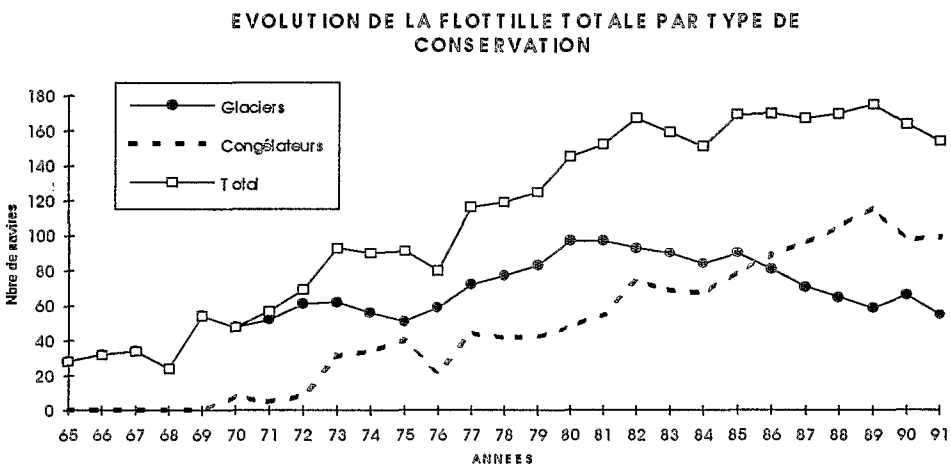
La figure 1 montre une augmentation régulière du nombre de navires jusqu'en 1985 suivie d'une stabilisation autour de 170 unités. Les congélateurs ont une tendance croissante jusqu'en 1989 alors que les glaciers, plus importants de 1965 à 1985, diminuent de 1980 à 1989.

Cette évolution générale s'est accompagnée d'une progression nette des puissances et des jauges moyennes (figure 2).

Les figures 3A et 3B montrent l'augmentation régulière des jauges et des puissances motrices totales de la flotte, selon les types de conservation et les pavillons.

Cette flottille comprend deux groupes distincts par leurs stratégies commerciales, leurs caractéristiques et la nature des données disponibles.

Figure 1 : Evolution de la flottille (chalutiers sénégalais et étrangers) en nombre et par type de conservation.



La flottille chalutière basée à Dakar

La majorité des chalutiers ayant Dakar comme port d'attache battent pavillon sénégalais, les autres étant des navires étrangers.

Cette flottille passe de 28 unités en 1965 à 124 en 1990, avec un maximum de 150 en 1982.

L'effectif des glaciers passe de 28 en 1965 à 97 unités en 1980-1981, puis diminue régulièrement jusqu'en 1990.

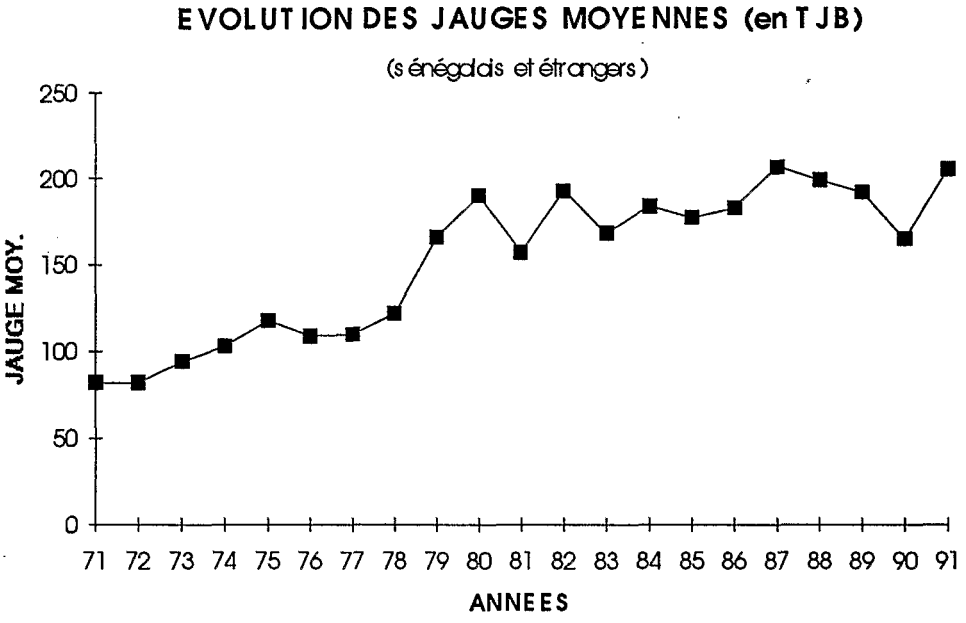
Jusqu'en 1986, leur effectif prédomine dans la pêcherie.

Les congélateurs, apparus dans la pêcherie en 1970 avec 8 unités, sont passés à 76 en 1987; à partir de cette année, une légère baisse est observée jusqu'en 1990. La période 1986-1990 est marquée par l'arrivée de navires de plus fort tonnage, d'origine coréenne, recherchant en priorité les céphalopodes.

A ces unités congélatrices, s'ajoutent 17 puis 12 chalutiers affrétés respectivement en 1982 et en 1983. Ce sont des unités jaugeant en moyenne plus de 400 tonneaux, qui ont surtout exploité les fonds durs situés au sud de Dakar.

Les statistiques de pêche de la flottille chalutière basée à Dakar sont directement contrôlées par le CRODT qui en assure, en routine, la collecte au niveau des usines de transformation et des armements locaux, à partir de 1970.

Figure 2 : Evolution des caractéristiques de la flottille chalutière :
JAUGES MOYENNES (Fig. 2A) et PUISSANCES MOYENNES (Fig. 2B).



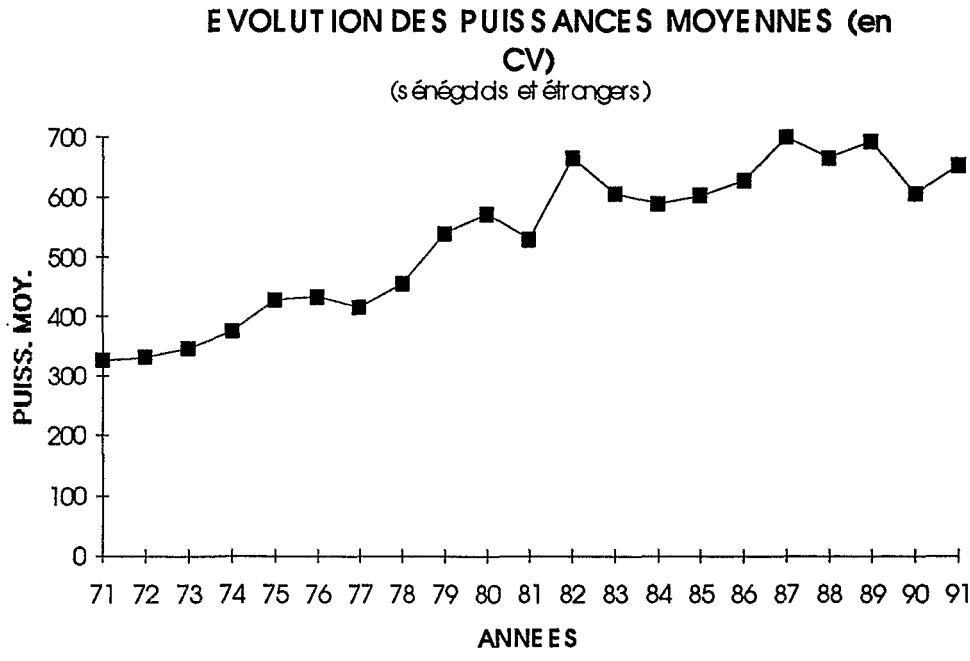
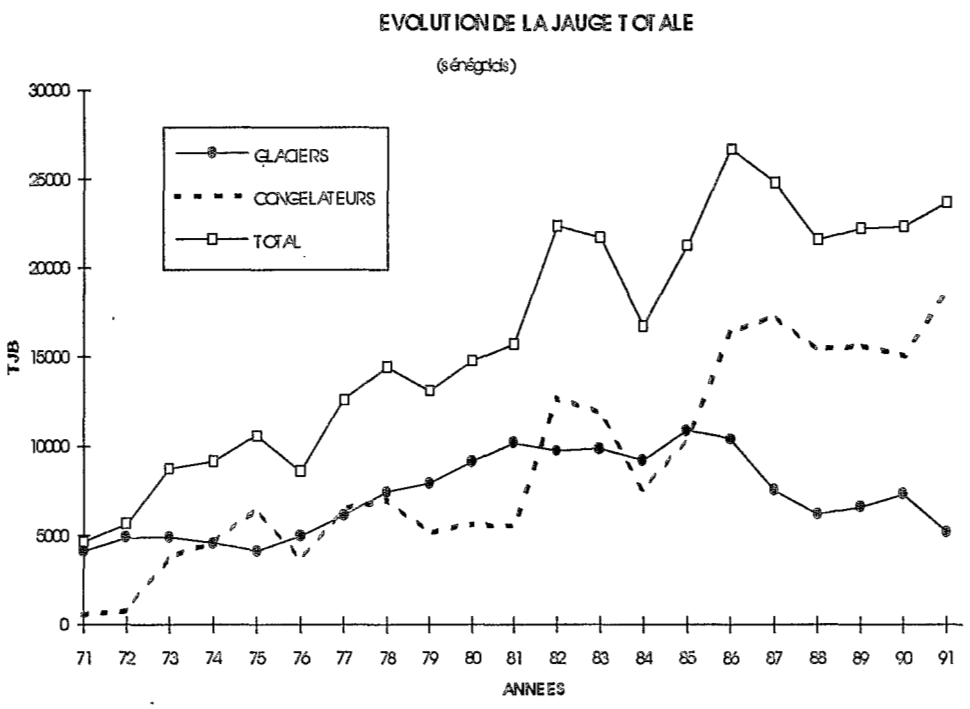
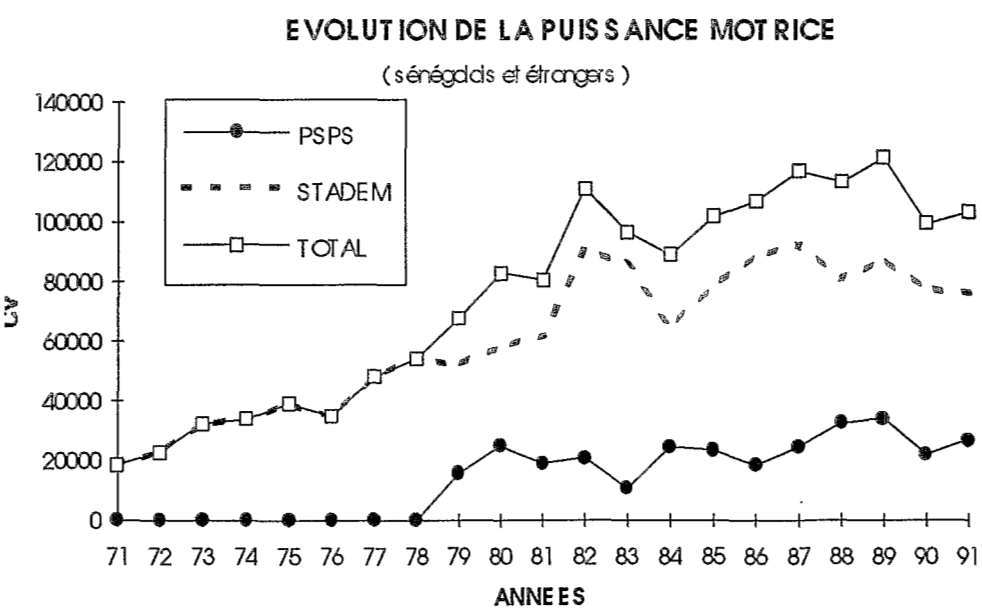


Figure 3 : Evolution des caractéristiques de la flottille chalutière:
JAUGE TOTALE (Fig. 3A) et PUISSANCE TOTALE (Fig. 3B).STADEM = sénégalais ; PSPS = étrangers





La flottille non basée à Dakar

Il s'agit de chalutiers battant divers pavillons étrangers et ne débarquant qu'occasionnellement au Sénégal.

De 1979 à 1982, cette flottille étrangère composée de crevettiers et poissonniers congélateurs (entre 8 et 17) et de poissonniers glaciers (2 en 1982), a essentiellement opéré sur la partie du plateau continental située au sud de Dakar.

Entre 1983 et 1990, les glaciers passent de 6 unités à 12.

Les congélateurs montrent une forte augmentation jusqu'en 1989, suivie d'une baisse en 1990. Cette évolution s'est accompagnée d'une diminution du tjb et de la puissance motrice moyennes des navires.

Jusqu'en 1982, les statistiques de la flotte étrangère ne débarquant pas à Dakar proviennent des déclarations de capture des patrons de pêche et des armateurs étrangers; elles se sont souvent avérées incomplètes et très peu détaillées au niveau spécifique.

A partir de mi-1982, les observateurs sénégalais embarqués à bord des unités permettent de disposer de données très détaillées sur les opérations de pêche.

ÉVOLUTION DES DÉBARQUEMENTS ET DES EFFORTS DE PÊCHE

Evolution des débarquements

L'évolution des débarquements totaux "toutes zones confondues" de la flottille chalutière et par type de conservation, est représentée sur la figure 4.

La courbe des débarquements suit la même évolution que l'effectif de la flottille, le maximum observé en 1986 étant essentiellement lié au début du brusque développement de la population de poulpe (*Octopus vulgaris*) sur le plateau continental sénégalais.

Il est à remarquer que les mêmes tendances sont observées selon les modes de conservation.

La figure 5 représente les débarquements des chalutiers basés à Dakar (de 1971 à 1990) et ceux des unités non basées au Sénégal (1971-1990).

Pour les chalutiers basés à Dakar, l'essentiel des prises débarquées, jusqu'en 1986, est réalisée par les glaciers. La transformation de certains glaciers en congélateurs a entraîné une évolution inverse à partir de 1987, tant au niveau de l'importance relative des deux types de conservation que des débarquements respectifs.

Figure 4 : Evolution des débarquements annuels de la flottille chalutière (sénégalais et étrangers), par type de conservation.

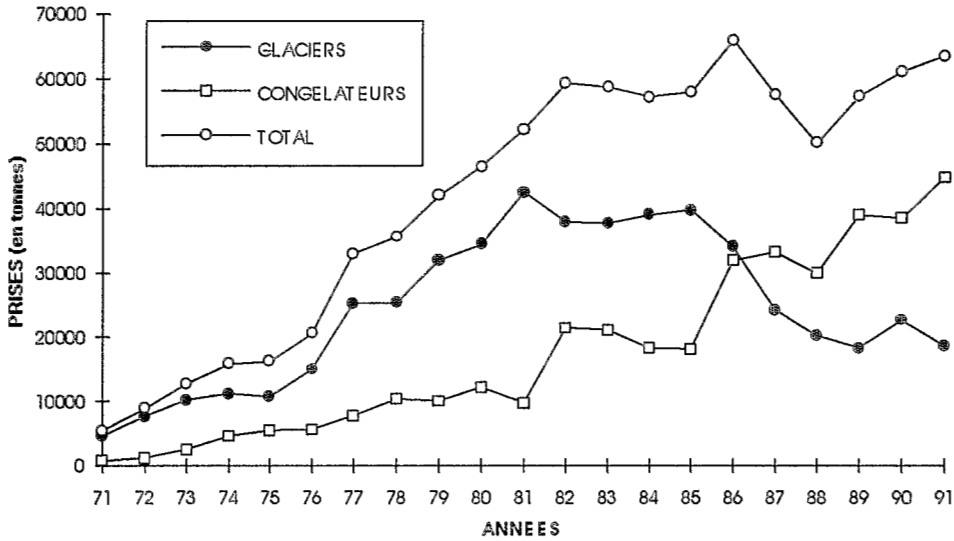
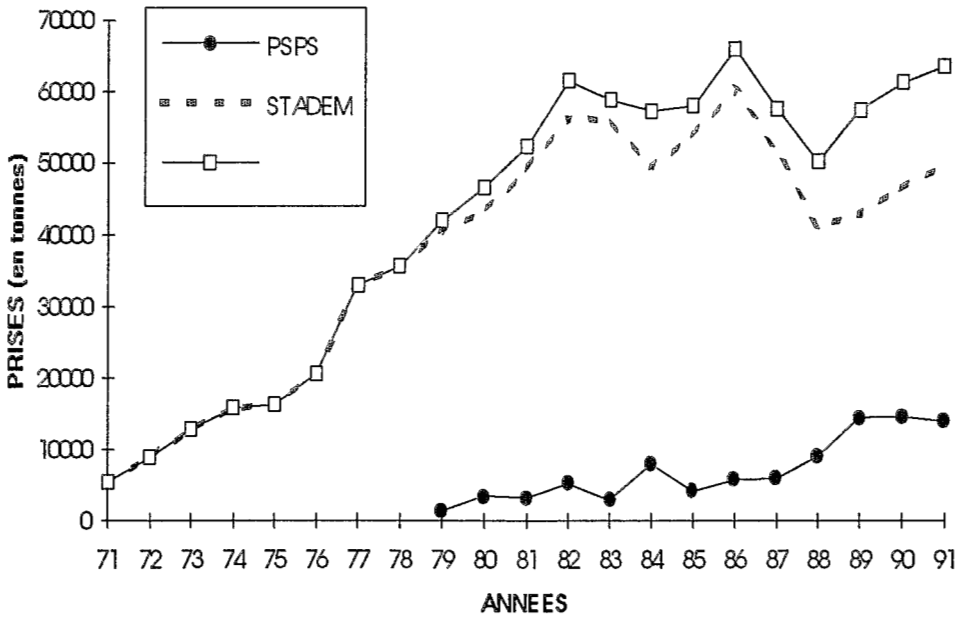


Figure 5. - Evolution des débarquements totaux des chalutiers basés à Dakar (STADEM) et des chalutiers (PSPS).



Evolution des compositions spécifiques et des stratégies de pêche

L'évolution des premières phases de développement de la pêcherie chalutière basée à Dakar (1950 -1975) a fait l'objet de descriptions assez détaillées (GARCIA (S.), LHOMME (F.), CHABANNE (J.) et FRANQUEVILLE (C.), 1979).

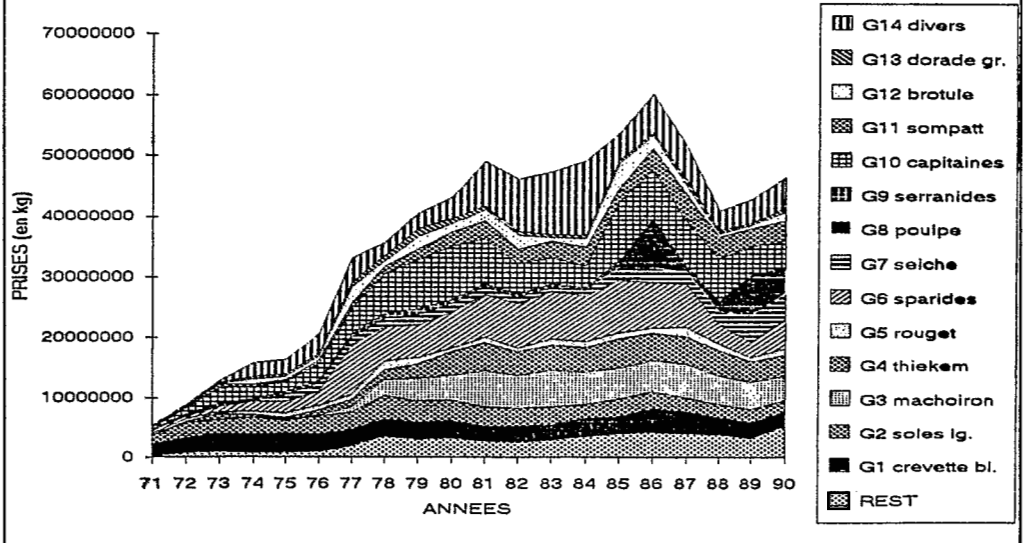
De 1950 à 1971, la pêcherie chalutière sénégalaise basée à Dakar a été marquée par deux phases:

- de 1950 à 1965, l'exploitation du plateau continental s'est limitée au sud de Dakar avec de petites unités ayant comme cibles essentiellement des sparidés (*Sparus spp., Pagellus bellottii, Dentex spp.*, etc), des serranidés (*Epinephelus aeneus*) et du rouget (*Pseudupeneus prayensis*);
- de 1965 à 1971, une flotte crevettière assez homogène a exploité les stocks de crevette blanche de Saint-Louis puis de Roxo-Bissagos; les débarquements sont composées essentiellement de crevette blanche (*Penaeus notialis*) et de soles langues (*Cynoglossus spp.*).

Cette évolution historique est illustrée à l'annexe I par les modifications de la composition spécifique des débarquements entre 1960 et 1975 (Garcia et al., 1979).

A partir de 1971, l'évolution s'est poursuivie avec une diversification progressive des débarquements; la figure 6 illustre les modifications successives de la composition spécifique de la pêcherie. La liste des espèces est indiquée à l'annexe II.

Figure : 6 Evolution de la composition spécifique des débarquements de la flottille basée à Dakar.



Différentes phases de développement peuvent ainsi être décrites jusqu'en 1990:

- de 1971 à 1977, avec l'apparition de poissonniers et de rougettiers, certaines espèces sont de plus en plus importantes: les capitaines (*Pseudotolithus spp.*), le rouget (*Pseudupeneus prayensis*), les dorades roses (*Sparus caeruleostictus, Dentex spp.*); de nouvelles espèces apparaissent (*Brotula barbata*), la seiche (Sepia officinalis spp.) et la dorade grise (*Plectorhynchus mediterraneus*).
- à partir de 1977, la structure des débarquements est marquée par l'apparition successive d'espèces de plus en plus importantes: les machoirons (*Arius spp.*), le thiekem (*Galeoides decadactylus*) et le sompatt (*Pomadasys spp.*); le poulpe (*Octopus vulgaris*) n'est apparu de manière significative dans les prises débarquées qu'en 1986.

Ces variations de la composition spécifique des débarquements se sont accompagnées de modifications progressives dans la structure de la flottille (effectif, taille, type de conservation, puissance motrice, etc) et d'une extension des zones de pêche.

Elles s'expliquent par des modifications quantitatives et qualitatives des schémas de rejets dont l'ampleur est fonction des stratégies individuelles d'exploitation et des modes ou des capacités de conservation à bord.

L'évolution de la pêcherie non basée à Dakar peut être décrite en deux phases :

- la période 1979-1985, marquée par l'arrivée de gros crevettiers et de poissonniers opérant surtout au sud de Dakar (Lamoureux, 1985; Anon., 1986). La composition spécifique des captures est cependant mal connue avant 1983, année à partir de laquelle des données détaillées ont pu être collectées par des observateurs embarqués à bord des unités de pêche ; la figure 7 montre la structure des débarquements entre 83 et 85;
- à partir de 1986, l'on note un accroissement des prises des espèces de fonds durs (dorade grise, seiche, poulpe, pageot et dorades roses); cette évolution s'explique par le départ des gros crevettiers et l'arrivée d'unités de type poissonnier.

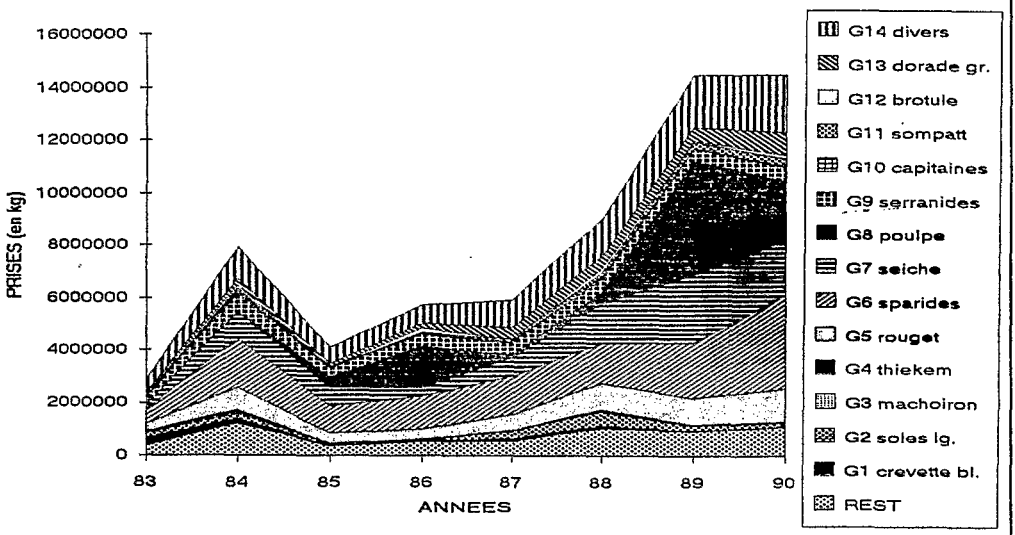
Evolution des rejets

Des études portant sur les rejets ont déjà été réalisées à bord de crevettiers sénégalais.

Un étude effectuée en Casamance durant la saison de transition "chaude - froide" à bord d'un crevettier glacier (Monoyer, 1980), indique des quantités rejetées équivalant à 75% de la capture totale.

Les principales espèces commerciales concernées et les tailles moyennes dans les rejets sont: *Arius spp.*(12 cm), *Cynoglossus spp.* (21 cm), *Trichiurus lepturus* (36 à 50 cm), *Epinephelus aeneus* (24 cm) et *Pseudotolithus spp.* (17 cm). L'auteur signale chez un crevettier ayant pêché dans la même zone, le même schéma de rejet, à l'exception des machoirons (*Arius spp.*) non conservés quelle que soit leur taille.

Figure 7 : Evolution de la composition spécifique des débarquements de la flottille non basée à Dakar.



Une autre étude plus complète, couvrant plusieurs saisons et plusieurs navires a été ensuite effectuée (Caverivière et Rabarison, 1988) sur l'ensemble des zones de pêche des crevettiers sénégalais.

Les résultats obtenus montrent des variations saisonnières assez marquées de la composition spécifique et des quantités rejetées.

En saison froide, 68% de la capture des crevettiers est rejeté en mer, pour l'année 1985; ce pourcentage atteint 71% en saison chaude.

En saison froide, les principales espèces concernées sont *Brachydeuterus auritus, Galeoides decadactylus, Chloroscombrus chrysurus, Sepia spp. et Trichiurus lepturus.*

En saison chaude, *Arius spp, Pseudotolithus spp.*, et *Cynoglossus monodi* s'ajoutent principalement aux espèces précédentes, à l'exception de *Sepia spp.*

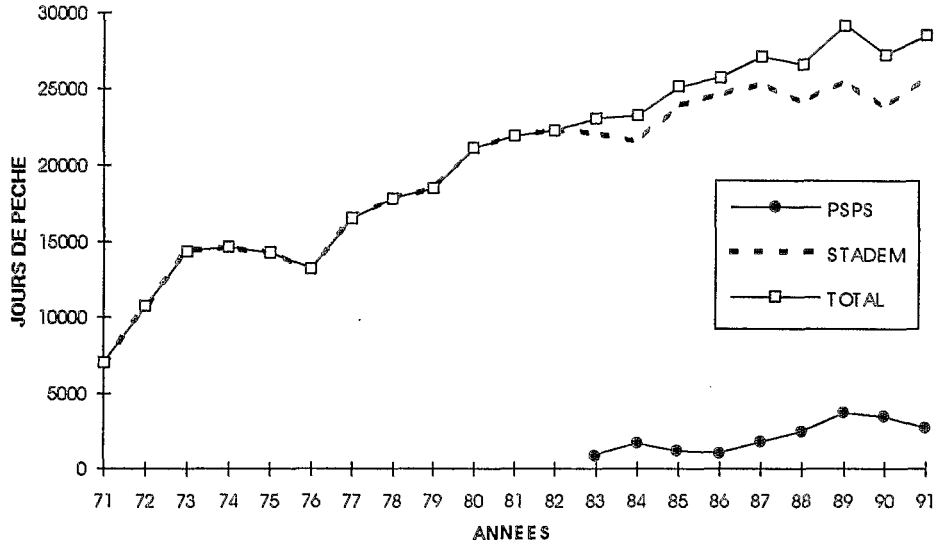
En ce qui concerne *Pseudotolithus senegalensis* et *Galeoides decadactylus*, les quantités rejetées (en poids ou en nombre d'individus) sont nettement plus importantes en saison chaude; durant cette saison, les rejets concernent une forte proportion de juvéniles dont les tailles maximales sont de 25 cm chez *Pseudotolithus senegalensis* et de 16 cm chez *Galeoides decadactylus.*

Les schémas de rejet ont évolué parallèlement aux modifications des stratégies de pêche et vraisemblablement de l'abondance des ressources.

Ainsi, pour *Pagellus bellottii,* les résultats obtenus avant 1975 (Franqueville,

1983), indiquent des taux de rejet de 50% des captures totales des chalutiers; pour la période 1975-1979, ce taux est de 40%.

Figure 8 : Evolution des efforts nominaux (jours de pêche) de la flottille totale, des chalutiers basés à Dakar (STADEM) et des chalutiers étrangers (PSPS)



L'auteur a également effectué des estimations de rejets (en tonnages) de *Pagellus bellottii* par les chalutiers pour l'année 1978 (annexe III).

Les distributions des tailles rejetées et des tailles débarquées par les crevettiers (Caverivière, Rabarison, 1988) sont indiquées à l'annexe IV pour *Pagellus bellottii* en saison froide; les tailles rejetées varient de 6 à 16 cm. Signalons qu'en saison chaude, l'espèce est très peu présente sur les fonds à crevette.

En ce qui concerne la flottille étrangère non basée à Dakar, l'étude réalisée sur les rejets effectués en 1983 (Lamoureux, 1985), montre des taux de 69 à 73% pour les crevettiers contre 52 à 56% pour les poissonniers. Les balistes, les gastéropodes (Cymbium spp.) et les raies constituent les principales espèces.

Il est à noter que les rejets en mer concernent aussi bien des adultes d'espèces non commercialisées que des juvéniles d'espèces recherchées par les flottilles artisanales ou industrielles.

Evolution des efforts nominaux

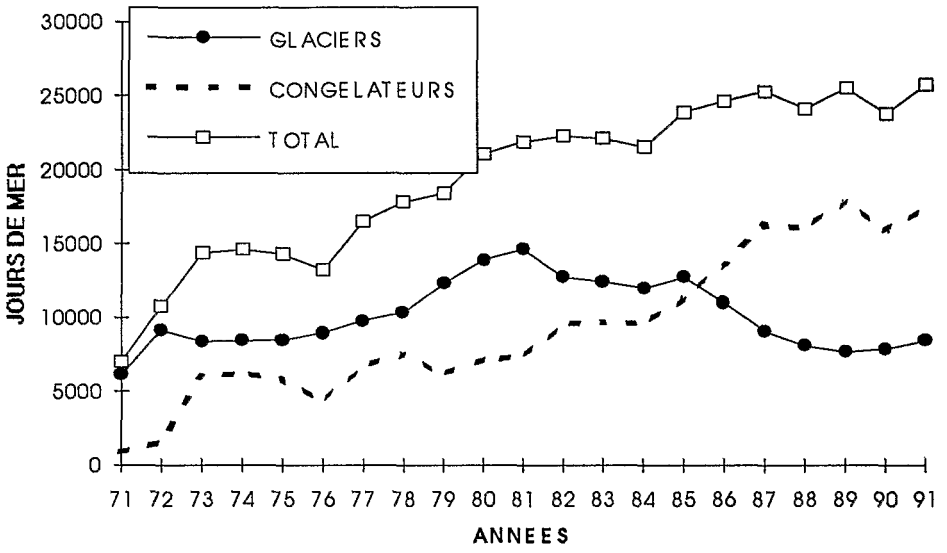
La figure 8 montre l'évolution des efforts nominaux annuels (en jours de pêche) de l'ensemble de la flottille et de ses deux composantes.

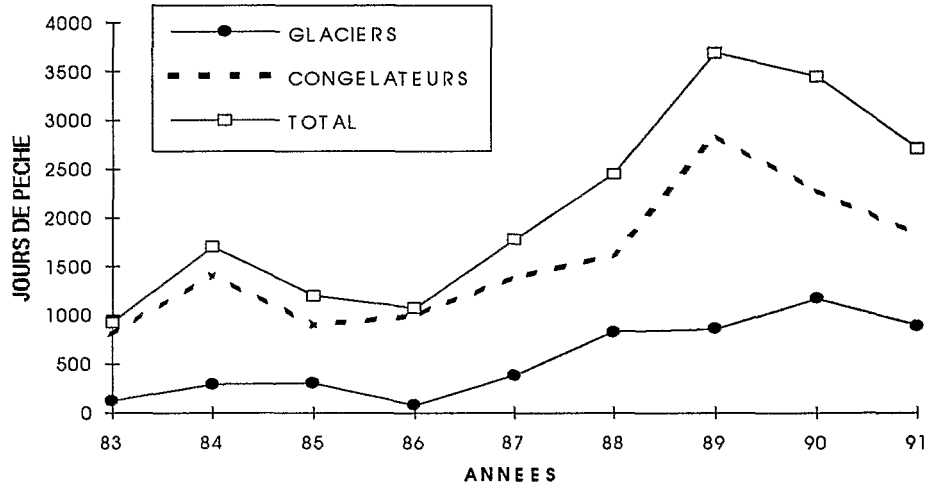
Elle indique que le niveau de l'effort nominal est très élevé durant la période 1987-1990, avec un maximum en 1989.

Ces efforts sont exprimés en jours de pêche qui correspondent au temps de présence effective sur les lieux de pêche.

Les figures 9A et 9B donnent les évolutions par type de conservation pour les 2 catégories de flottilles.

Figure 9 : Evolution des efforts nominaux (jours de pêche), par type de conservation, des chalutiers basés à Dakar (Fig. 9A) et des chalutiers étrangers (Fig . 9B).





CONCLUSION

L'évolution de la pêcherie chalutière axée sur l'exploitation des stocks démersaux côtiers est ainsi caractérisée par des phases successives de développement de 1950 à 1991.

Chaque phase est marquée par des changements profonds dans les stratégies et tactiques de pêche des chalutiers en rapport avec des contraintes commerciales et/ou avec l'abondance des stocks.

Corrélativement, les schémas de rejet (espèces, tailles, quantités) ont évolué. Parallèlement, l'effort nominal, la puissance motrice moyenne et la jauge moyenne de la flottille ont connu un accroissement important.

Le suivi des variations interannuelles des rejets n'a pu être effectué malgré l'existence d'études ponctuelles. L'étendue des sources de variation observées (saisons, zones de pêche, espèces-cibles, types de conservation, nationalité) rend complexe un tel suivi.

La principale conséquence méthodologique des diverses mutations spatio-temporelles ainsi décrites est la difficulté de calculer une prise par unité d'effort représentative de l'abondance d'une espèce (ou d'un groupe d'espèces); en effet, les changements d'espèces-cibles, même en cours de marée, induisent des modifications dans l'allocation des efforts de pêche déployés; il s'ensuit des variations de PUE ne traduisant pas forcément des fluctuations d'abondance.

RÉFÉRENCES

- **ANON., 1986.** Rapport du Groupe de travail *ad hoc* sur les stocks démersaux côtiers (Mauritanie, Sénégal, Gambie). *COPACE/TECH/86/69: 181 p.*
- **ANON., 1990.** Document de travail sur les ressources démersales et la pêcherie chalutière côtière au Sénégal. *Rapp. miméo. CRODT , 39 p.*
- **CAVERIVIERE (A.) et RABARISON (A.G.A), 1988.** Captures secondaires et rejets de la pêche crevettière à *Penaeus notialis* du Sénégal. *Doc. Scient. Cent.Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, n° 111, 113 p.*
- **FRANQUEVILLE (C.), 1983.** Biologie et dynamique de population des daurades (*Pagellus bellottii,* STEINDACHNER 1882), le long des côtes sénégambiennes. *Thèse de Doctorat d'Etat ès Sciences Naturelles, Univ. Aix-Marseille, Fac. Sciences . Luminy, 276 p.*
- **GARCIA (S.), LHOMME (F.), CHABANNE (J.) et FRANQUEVILLE (C.), 1979.-** La pêche démersale au Sénégal: Historique et potentiel. *COPACE/PACE SERIES /78/8 (F):59-77.*
- **LHOMME (F.), DOMAIN (F.) et BOUR (W.), 1972.** La pêche chalutière à Dakar de 1965 à 1972. *Doc. Sci. Prov. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye ORSTOM, (52): 45 p.*

❐ **LAMOUREUX (P.), 1985.** La pêche chalutière étrangère dans les eaux territoriales sénégambiennes. Analyse de l'exploitation des navires italiens et grecs de 1975 à 1983. *Doc. Scient. Cent. Rech. Océanogr., Dakar-Thiaroye, n° 103, 70p.*

❐ **MONOYER P.J.), 1980.** Rapport de mission à bord du "Gaindé Fatma", chalutier glacier (13 au 15 novembre 1980). *FAO Projet COPACE. Rapport non publié, 6 p.*

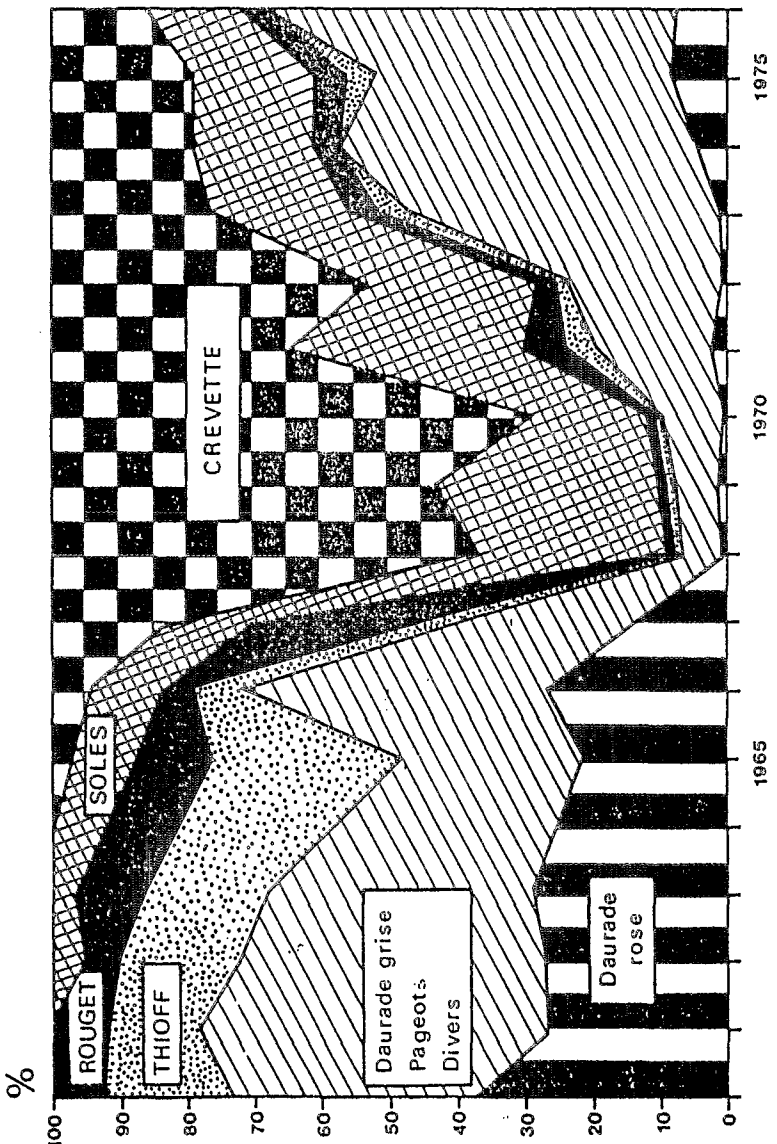
❐ **THIAM (M.), 1979.** La pêche chalutière dakaroise: description et analyse du système de récolte des statistiques de pêche (efforts, prises) et du plan d'échantillonnage des espèces. *Doc. Int. CRODT, 18 p.*

~~~~~~~~~~~~

... /...
~~~~~~~~~~~~

ANNEXE 1

Evolution de la composition spécifique des débarquements (en %) des principales espèces commerciales de la flottille chalutière basée à Dakar (Garcia *et al.* 1979)



ANNEXE II

LISTE DES PRINCIPALES ESPÈCES (OU GROUPES D'ESPÈCES)

G1.	Crevette blanche	*Penaeus notialis*
G2.	Soles langues	*Cynoglossus spp.*
G3.	Machoirons	*Arius spp.*
G4.	Thiekem	*Galeoides decadactylus*
G5.	Rouget	*Pseudupeneus prayensis*
G6.	Sparidés	*Pagellus bellottii,*
		Sparus caeruleostictus,
		Dentex spp.; Pagrus spp.
G7.	*Sepia spp.*	*Sepia officinalis spp.*
G8.	Poulpe	*Octopus vulgaris*
G9.	Serranidés	*Epinephelus spp.,*
		Mycteroperca rubra
G10.	Capitaines	*Pseudotolithus spp.*
G11.	Sompatt	*Pomadasys spp.*
G12.	Brotule	*Brotula barbata*
G13.	Dorade grise	*Plectorhynchus mediterraneus*
G14.	" DIVERS "	*Divers*
	"RESTE" =	*Autres espèces*

ANNEXE III

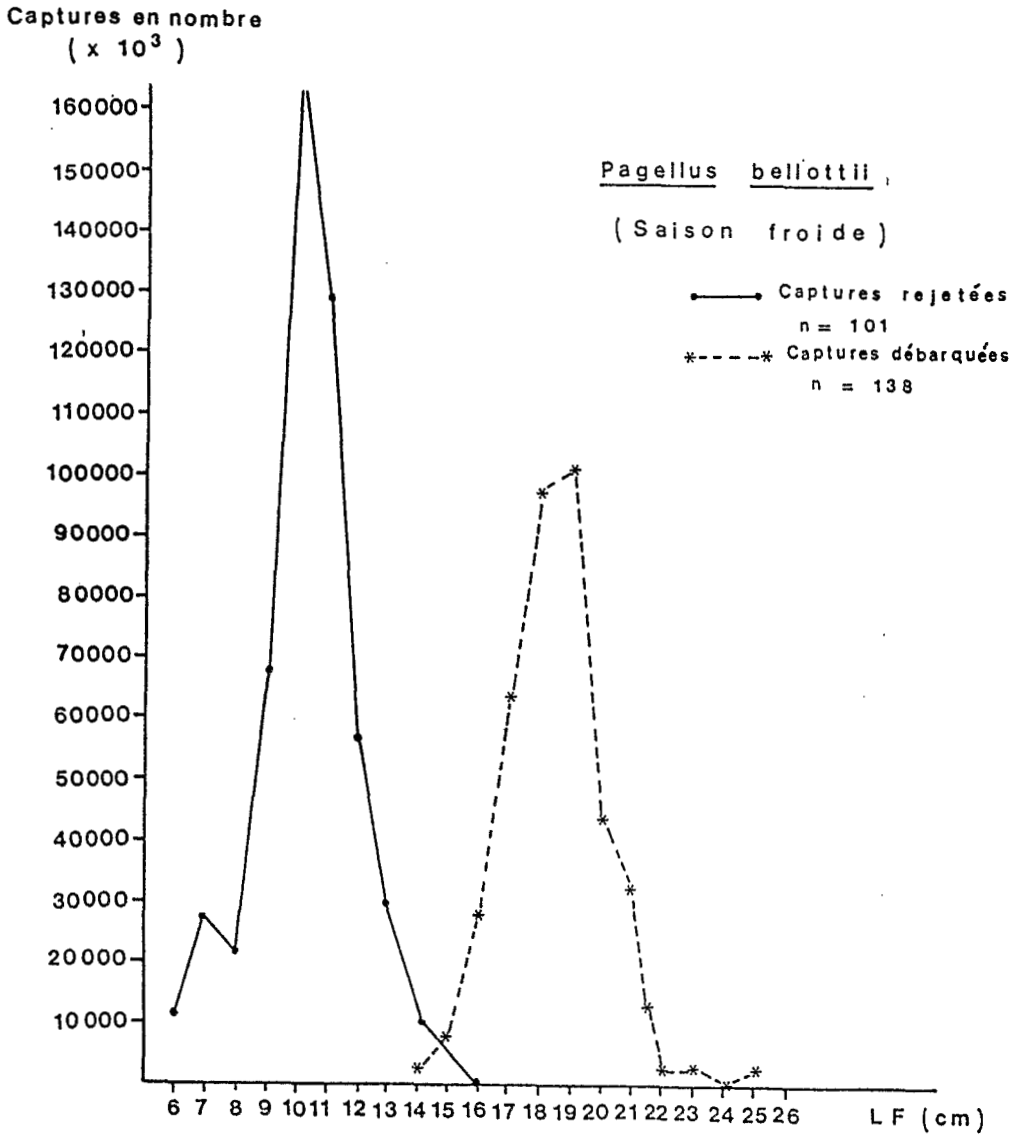
SAISON	DEBARQUEMENTS (tonnes)	REJETS (tonnes)	CAPTURES (tonnes)	% DE REJET
Froide	1830	1167	2997	38,9
Transition (froide-chaude)	448	343	791	43,4
Chaude	1034	532	1566	34,0
Transition (chaude-froide)	942	916	1858	49,3
TOTAL	4254	2958	7212	41,0

Quantités de *Pagellus bellottii* débarquées, rejetées et capturées par les chalutiers en 1978.

ANNEXE IV

Distributions comparées des tailles dans les débarquements et dans les rejets (Pagellus bellottii)

(Caverivière et Rabarison, 1988)



Comparaison sur une période de 20 ans (1972-1992) des indices d'abondance obtenus sur le plateau continental sénégalais à partir des campagnes de chalutage de fond.

A. Caverivière.

RÉSUMÉ :

L'étude a pour objet la comparaison des indices d'abondance des espèces démersales du plateau continental sénégalais, obtenus à partir de campagnes de chalutage réalisées en 1971-1972 et de 1986 à 1992 par deux navires différents. Une intercalibration des puissances de pêche et une mise en concordance des plans d'échantillonnage permettent de dégager les grandes tendances.

La plupart des espèces côtières de fond présentent des indices d'abondance qui diminuent considérablement sur l'ensemble de la période, souvent d'un facteur supérieur à 4. Contrairement à ce qu'il était supposé, l'abondance des espèces de la partie centrale du plateau continental ne semble diminuer qu'à partir de 1986-1987. Ce résultat est discuté.

ABSTRACT :

The subject of the study is the comparison over a large period of time (20 years) of the abundance indices for the demersal species living on the Senegalese continental shelf. Theses indices were obtained from trawls surveys carried out by two research trawlers in 1971-1972 and from 1986 to 1992. An intercalibration between the two trawlers for an estimate of their relative fishing powers and a general agreement between their sampling schemes, allow us to extract the main tendencies.

The abundance indices for most of the bottom coastal species, considerably decrease over the total period, often more than 4 times. Contrary to what was assumed first, the abundance of the species living on the central part of the continental shelf seems to decrease only after 1986-1987. This result is discussed.

INTRODUCTION

Les premières campagnes systématiques de chalutage de fond, utilisant le même engin de pêche, ont eu lieu en 1971-1972 sur le plateau continental sénégalo-mauritanien, à partir du Navire Océanographique (N/O) Laurent Amaro. Quatre campagnes ont été réalisées à cette époque, couvrant les différentes périodes de l'année (décembre 1971, février, mai et septembre 1972). Chaque campagne comportait sept radiales, dont quatre situées devant le Sénégal, avec généralement quatre traits de chalut par radiale à des profondeurs fixées. Les sondes prospectées sont comprises entre 10 et 200 mètres (Domain, 1974 et 1980).

Ces campagnes systématiques ont été abandonnées par la suite et il faut attendre novembre 1986 pour qu'un nouveau programme de chalutage expérimental soit mis en place avec l'arrivée du N/O sénégalais Louis Sauger. Il s'agit cette fois-ci d'un échantillonnage stratifié, en principe réalisé deux fois par an (saison froide et saison chaude) sur l'ensemble du plateau continental sénégalais (10-200 mètres, en pratique 10-100 mètres). Une description de la méthodologie utilisée pourra être trouvée dans Caverivière *et al.* (1988), Caverivière et Thiam (1992b); une étude critique en a été faite (Caverivière et Thiam, 1992a).

L'intérêt de pouvoir comparer, même grossièrement, les résultats des deux séries de campagnes à 20 ans d'intervalle est particulièrement important au Sénégal. En effet, si les niveaux d'exploitation ont considérablement changé, avec des prises débarquées d'espèces démersales passant de 9 000 tonnes en 1972 à plus de 40 000 tonnes dès 1979 pour la pêche chalutière (Thiam et Gascuel, 1993), de 5 000 tonnes à plus de 30 000 tonnes actuellement pour la pêche artisanale, il est difficile d'estimer leurs positions (de la sous-exploitation à la surexploitation) par les méthodes classiques (modèles globaux et analytiques). Cette difficulté provient principalement :

- de la méconnaissance des rejets en mer des chalutiers, qui sont encore importants et étaient considérables en début de période;
- des modifications dans les stratégies de pêche, zones de pêche, puissances de pêche; nous citerons ici, sans être exhaustif, la recherche d'espèces auparavant non commercialisées, l'interdiction plus ou moins grande et efficace du chalutage côtier, les modifications du maillage, la motorisation croissante des pirogues et l'introduction de nouveaux engins de pêche;
- des doutes qui peuvent s'élever quant à la représentativité des structures de taille construites à partir de l'échantillonnage de la pêche chalutière et artisanale, par rapport aux structures réellement pêchées;
- des conditions d'applications des modèles, en particulier pour des pêcheries multispécifiques.

La comparaison des deux séries de campagnes, réalisées avec des navires et des méthodologies différents, pose un certain nombre de problèmes qui seront examinés dans un premier temps, avant de confronter les indices d'abondances.

INTERCALIBRATION DES PUISSANCES DE PÊCHE

La méthode couramment utilisée pour comparer les puissances de pêche de deux chalutiers océanographiques consiste à les faire travailler côte à côte dans leurs conditions de travail habituelles. Cela n'a malheureusement pas été possible entre le N/O Laurent Amaro et le N/O Louis Sauger, mais une intercalibration a eu lieu en mai 1990 au large de la Guinée entre le L. Sauger (37 m, 800 CV, chalut à grande ouverture verticale de 27 mètres de corde de dos) et le N/O André Nizery, qui est un navire jumeau du L.Amaro (24 m, 400 CV) et travaille avec un engin de pêche similaire (chalut à grande ouverture verticale de 26,2 mètres* de corde de dos, du même fournisseur). Nous considérerons donc que les puissances de pêche du L.Amaro et de l'A. Nizery sont égales et que les résultats suivants, résumés de l'étude sur l'intercalibration des puissances de pêche des navires océanographiques L. Sauger et A. Nizery (Caverivière, 1990a), sont applicables entre le L. Sauger et le L. Amaro.

L'intercalibration a été réalisée dans les mêmes conditions que lors des campagnes de chalutage de fond des deux navires : durée des traits de 30 minutes à une vitesse

* Les feuilles originales de chalutage du L.Amaro indiquent 27 mètres.

correspondant à un pas d'hélice donné, mailles des culs de chalut de 25 mm de côté. Lors de l'intercalibration, 26 paires de traits valides ont été effectuées, les navires pêchant en parallèle (50 à 100 mètres d'espacement) sur une sonde donnée, qui a varié entre 8 et 48 mètres de profondeur.

En ce qui concerne les prises toutes espèces, malgré la dispersion graphique des points représentatifs des 26 couples de valeurs, les différents coefficients de corrélation calculés sont très hautement significatifs. La pente de la droite de Tessier forcée par l'origine est très proche de 1 (0,99) et le rapport des prises totales cumulées L. Sauger / A. Nizery est de 1,02. La valeur 1,0 est finalement retenue.

ESPECES OU GROUPES D'ESPECES	(1) PRISES CUMULEES L. SAUGER	(2) PRISES CUMULEES A. NIZERY	RAPPORT (1)/(2)	N° COUPLES DE TRAITS
Céphalopodes	149,5	109,2	1,37*	21
Crustacés	153,2	70,7	2,17*	16
Poissons pélagiques	2 595,3	3 168,4	0,82	26
Choix pélagiques	(861,2)	(1 711,8)	0,50*	26
Brachydeuterus auritus	(1 119,2)	(994,0)	1,13	16
Poissons plats	685,9	267,3	2,57*	25
Rhinobatos spp.	(214,1)	(110,8)	1,93*	15
Arius spp.	90,1	109,6	0,82	6
Pseudupeneus prayensis	251,9	381,3	0,66	16
Galeoides decadactylus	349,5	471,0	0,74*	7
Pseudotolithus spp.	511,8	529,4	0,97	7
Dactylopterus volitans	322,6	507,6	0,64	14
Balistes + Alluterus	125,1	115,4	1,08	16
Epinephelus aeneus	47,0	146,6	0,32	11
Lethrinus + Lutjanus	51,0	58,2	0,88	15
Pagellus bellottii	836,2	960,1	0,87	15
Sparus + Dentex	629,6	698,6	0,90	22
Priacanthus arenatus	1 804,7	966,4	1,87	16
TOTAL et pourcentage par rapport aux prises toutes espèces	8 603,4 93,8%	8 559,9 94,7%		

Tableau 1 : Prises cumulées du L.Sauger et du A.Nizery pour les principales espèces ou groupes d'espèces lors des traits d'intercalibration et rapport de ces prises.

Les valeurs entre parenthèses ne sont pas comptabilisées dans le total car ces espèces sont déjà incluses dans des ensembles plus vastes.

* Test des signes ou test des rangs significatif à plus de 95 % et mis en oeuvre à partir des N couples de traits de chalut où l'espèce a été rencontrée au moins dans un des 2 traits.

Les rapports des prises cumulées par espèce et groupes d'espèces sont donnés au tableau 1, ainsi que l'indication des valeurs statistiquement significatives. Les céphalopodes regroupent les seiches et le poulpe ; les crustacés sont surtout composés de crabes ; la rubrique "Poissons pélagiques" regroupe les espèces indiquées au tableau 2, dont le caractère pélagique est plus ou moins net ; la rubrique "Choix pélagiques"

reprend les principales espèces chez qui ce caractère est bien marqué : sardinelles, carangidés, scombridés ; les "Poissons plats" regroupent plusieurs espèces de sélaciens inféodées au fond, ainsi que les soles et turbots. Au total les espèces prises en compte représentent environ 94 % des captures totales.

POISSONS PELAGIQUES		POISSONS PLATS
(c) Scomberomorus tritor	*Albula vulpes*	*Zanobatus atlanticus*
(c) Scomber japonicus	*Elops lacerta*	*Dasyatis margarita*
(c) Caranx spp.	*(c) Sardinella spp.*	*Gymnura micrura*
(c) Decapterus spp.	*Ilisha africana*	*Rhinobatos spp.*
(c) Alectis alexandrinus	*Ethmalosa fimbriata*	*Torpedo spp.*
(c) Chloroscombrus chrysurus	*Engraulis encrasicolus*	*Cynoglossus spp.*
(c) Selene dorsalis	*Liza falcipinnis*	*Syacium micrurum*
(c) Lichia amia	*Sphyraena spp.*	*Bothus podas*
(c) Seriola dumerili	*Pomatomus saltator*	*Psettodes belcheri*
(c) Trachinotus goreensis	*Brachydeuterus auritus*	
(c) Trachurus trecae	*Pomadasys spp.*	
Drepane africana	*Eucinostomus melanopterus*	
Trichiurus lepturus	*Echineis naucrates*	
Boops boops	*Chaetodipterus spp.*	

Tableau 2 : Espèces rencontrées ayant été placées dans la rubrique "Poissons pélagiques", "Choix pélagiques" (précédées de (c)) et "Poissons plats".

Les rapports sont significativement en faveur du L. Sauger pour les poissons plats avec une valeur de 2,6 (la raie-guitare *Rhinobatos* en est une composante importante), les crustacés (2,2) et les céphalopodes (1,4) ; toutes ces espèces vivent sur le fond et sont capables de s'enfouir (ou plutôt de se cacher pour le poulpe). Cette différence proviendrait sans doute, au moins en partie, d'un gréement du train de pêche plus lourd pour le L. Sauger (panneaux, chaînes sur le bourrelet). Pour les espèces qui vivent très près du fond, mais qui ne s'y enfouissent pas, *Pseudupeneus prayensis* (rouget), *Arius spp.* (mâchoirons), *Pseudotolithus spp.* (capitaines), *Epinephelus aeneus* (mérou blanc)),les tests sont négatifs bien qu'il semble y avoir parfois un net avantage pour le A. Nizery; les *Galeoides* (poissons Plexiglas), que l'on suppose vivre près du fond où ils trouvent leur nourriture, sont quand même significativement plus abondants dans le chalut du A. Nizery, mais seuls 7 couples de valeur sont pris en compte pour le test. Les poissons pélagiques paraissent mieux capturés par le A. Nizery (1,2 fois plus), quoique le rapport ne soit pas statistiquement significatif, il l'est (avec des captures doubles) pour la rubrique "Choix pélagiques" d'espèces à caractère pélagique bien marqué et dont les prises sont surtout composées d'individus de petite taille. Ce dernier point nous a conduit à regarder si la sélectivité des chaluts était bien comparable entre les deux navires, comme le laisse supposer la taille des mailles des culs de chalut, lieu où se fait l'essentiel de la sélectivité. La comparaison des premiers modes des mensurations a permis de conclure positivement.

Le problème de la sélectivité, dont nous n'avons pas voulu parler plus tôt, se pose cependant pour le chalut du L. Amaro dont les mailles du cul étaient un peu plus petites, 20 mm de côté (d'après Domain, 1980) au lieu de 25. Pour une ouverture de maille un peu supérieure à 40 mm, ce qui correspond à un plus de 20 mm de côté, Fontana (1979) montre que les courbes de sélectivité et les courbes de recrutement (c.a.d. de l'arrivée des juvéniles dans l'aire de pêche) se chevauchent généralement pour la plupart des espèces côtières de la communauté des Sciaenidés présentes sur les fonds de plus de 10 mètres du Congo ; pour certaines espèces les juvéniles peuvent même être pratiquement absents de ces fonds (soles cynoglosses, mâchoirons). Il s'agit des mêmes espèces qu'au Sénégal et Fontana estime que le recrutement est un phénomène rapide. Il est donc probable qu'une maille de 20 mm de côté ne puisse guère capturer, au-delà de 10 mètres, plus de petits poissons d'espèces côtières qu'une maille de 25 mm. Pour les espèces plus profondes de la communauté des Sparidés, nous disposons de quelques indications montrant que le L. Amaro n'a pas dû capturer plus de juvéniles que le L. Sauger pour des raisons de sélectivité. En effet, pour les deux espèces pour lesquelles Domain (1980)* fournit des distributions de fréquences : le pageot (*Pagellus bellottii*) et le pagre à points bleus (*Sparus caeruleostictus*), les premiers modes liés à la sélectivité apparaissent vers 9-10 cm, parfois moins, pour les deux espèces au large du Sénégal ; il en est de même lors des campagnes du L.Sauger réalisées entre 1986 et 1992. Ici aussi les juvéniles de certaines espèces peuvent ne pas se trouver sur l'aire prospectée, Caverivière et *al.* (1993) citent en particulier le cas de la dorade grise *Plectorhynchus mediterraneus*. Une autre indication qu'une petite diminution de 25 à 20 mm du maillage des culs de chalut ne doit pas modifier la puissance de pêche pourra être trouvée dans l'examen des résultats, nous en parlerons dans la discussion.

COUVERTURE PAR LES DEUX NAVIRES DE LA ZONE ÉTUDIÉE

Les quatre campagnes du L. Amaro en 1971-1972 sont représentatives d'une année civile. Pour obtenir une représentativité équivalente, il sera fait la moyenne des résultats de saison froide et de saison chaude du L. Sauger ; les résultats des première et deuxième campagnes (novembre 1986 et avril-mai 1987) seront utilisés pour réaliser une première série d'indices d'abondance et les résultats des neuvième et dixième campagnes (avril-mai et octobre 1992) pour obtenir une deuxième série. Trois séries d'indices seront donc construites, séparées les unes des autres de 6, 15 et 20 ans, toutes obtenues à partir de traits de chalut réalisés de jour pendant une durée standard de 30 minutes.

Pour les campagnes du L. Sauger, la surface du plateau continental comprise entre les isobathes 10 et 100 mètres a été divisée en 989 rectangles dont les côtés mesurent 2' de longitude et 2,5' de latitude, dimension suffisante à la réalisation d'un

* Nous n'avons pu disposer des données originales des distributions de fréquences des espèces mesurées lors des campagnes du L.Amaro.

trait de chalut de 30 minutes. Les rectangles ont ensuite été répartis entre trois zones de latitude (Nord, Centre et Sud) et trois bandes bathymétriques (10-30, 30-60 et 60-100 mètres), dont les limites ont été retenues d'après les connaissances antérieures sur la distribution des espèces. Un rectangle sur dix par sous-strate a été tiré au hasard pour effectuer les traits de chalut, ce qui correspond à un échantillonnage proportionnel à la surface de chaque strate, Caverivière (1992) indique qu'une telle allocation est bien adaptée au Sénégal.

Lors des campagnes de chalutage 1971-1972 du Laurent Amaro, quatre radiales concernent le Sénégal : la radiale de Mboro (15°40) au nord de Dakar et les radiales de Popenguine, Bathurst, Cap Roxo, au sud de Dakar. Toutes ces radiales ont été visitées sur les fonds de 20, 50 et 100 mètres, cependant les fonds de 100 mètres de la radiale de Bathurst ont été abandonnés après la première campagne pour cause de difficultés de chalutage. Une station de chalutage a été rajoutée sur les fonds de 10 mètres des deux radiales situées les plus au sud (Bathurst et Roxo), car les fonds côtiers compris entre 5 et 15 mètres y sont bien développés.

3 STRATES	NORD DAKAR		SUD DAKAR		TOTAL SÉNÉGAL	
	L. Amaro	L. Sauger	L. Amaro	L. Sauger	L. Amaro	L. Sauger
10-30 mètres	7,7 %	7,7 %	38,5 %	35,5 %	46,2 %	43,2 %
30-60 mètres	7,7 %	7,2 %	23,1 %	26,0 %	30,8 %	33,2 %
60-100 mètres	5,8 %	10,4 %	17,3 %	13,1 %	23,1 %	23,5 %
TOTAL %	21,2 %	25,3 %	78,9 %	74,6 %	100,1 %	99,9 %
nombre traits	11	25	41	74	52	99

2 STRATES	NORD DAKAR		SUD DAKAR		TOTAL SÉNÉGAL	
	L. Amaro	L. Sauger	L. Amaro	L. Sauger	L. Amaro	L. Sauger
10-30 mètres	10,0 %	10,1 %	50,0 %	46,4 %	60,0 %	56,5 %
30-60 mètres	10,0 %	9,4 %	30,0 %	34,1 %	40,0 %	43,5 %
TOTAL %	20,0 %	19,5 %	80,0 %	80,5 %	100,0 %	100,0 %
nombre traits	8	15	32	61	40	76

Tableau 3 : Pourcentages des traits de chalut par région et strate de profondeur pendant les campagnes de chalutage du Laurent Amaro (4 campagnes cumulées) et du Louis Sauger (par campagne). Plateau continental sénégalais entre 10 et 100 mètres et entre 10 et 60 mètres.

Le tableau 3 montre la couverture, en pourcentages du total des traits de chalut des différentes séries de campagnes (L. Amaro et L. Sauger), pour les zones Nord et Sud de Dakar et pour les 3 strates bathymétriques retenues dans la stratification des campagnes du L. Sauger. Les pourcentages des traits de chalut dans chaque strate sont très voisins. La strate 60-100 mètres Nord-Dakar est cependant nettement mieux échantillonnée par le L.Sauger que par le L. Amaro (10,4 % contre 5,8 %). De plus,

pour la strate la plus profonde, les traits de chalut du L. Sauger ont lieu entre 60 et 100 mètres, alors qu'ils n'ont lieu qu'en bordure de strate, à 100 mètres, pour le L. Amaro. Ces deux points, bien que relativement mineurs, peuvent créer des différences dues à la méthodologie dans l'estimation des indices d'abondance sur l'ensemble du plateau continental ; ils peuvent donc nuire quelque peu à leurs comparaisons. Lorsque les calculs ne sont effectués que pour la partie du plateau continental comprise entre 10 et 60 mètres, les pourcentages de couverture sont encore plus proches (tableau 3) et les indices d'abondance doivent en principe être mieux représentatifs des espèces côtières et intermédiaires. Cependant, le nombre de traits de chalut effectués lors des quatre campagnes du L. Amaro tombe alors à 40, contre 52 pour l'ensemble 10-100 mètres. Pour le L. Sauger, les séries des deux campagnes annuelles totalisent près de 200 traits ou plus de 150, selon la partie du plateau continental prise en compte.

Il existe donc une bonne concordance dans la couverture du plateau continental entre les campagnes du L. Amaro et du L. Sauger, et la couverture du L. Sauger a été montrée comme étant satisfaisante (Caverivière et Thiam, 1992a ; Caverivière, 1993a). Pour que le nombre de traits de chalut du L. Amaro ne soit pas trop réduit et pour les raisons invoquées précédemment, les indices d'abondance seront calculés puis comparés pour l'ensemble du plateau continental 10-100 mètres et 10-60 mètres.

COMPARAISON DES INDICES D'ABONDANCE

Les rendements moyens par demi-heure des principales espèces et groupes d'espèces, pour les trois séries de campagnes et pour les deux ensembles bathymétriques, sont donnés au tableau 4. Il s'agit de moyennes simples, la distribution delta, plus précise (*cf.* Caverivière et Thiam, 1992a) mais plus difficile à mettre en oeuvre, n'a pas été utilisée dans ce cadre comparatif. Les mollusques gastéropodes de la famille des Cymbium ont été enlevés des rendements toutes espèces du L. Sauger, car ils n'ont manifestement pas été pris en compte dans les fiches de chalutage du L. Amaro. Les résultats présentés sont donc quelque peu différents de ceux déjà publiés (Caverivière et Thiam, 1992b).

Les prises totales 10-100 mètres baissent de 7% (552 à 514 kg) entre 1972 et 1986-1987, puis de 25% (514 à 388 kg) entre 1986-1987 et 1992 (Figure 1). Les résultats pour la partie plus côtière différent quelque peu, avec une diminution plus sensible entre 1972 et 1986-1987, de 20% (550 à 439 Kg), et une perte plus faible par la suite, de 7% (439 à 408 kg). La diminution générale d'abondance sur les espèces côtières et apparentées serait donc relativement importante pendant la première période.

Les résultats par unité spécifique montrent que les espèces côtières de fond vivant sur les sédiments meubles où se concentre la pêche à la crevette *P. notialis* sont les plus touchées (Figure 2) : *Arius* spp. (de 31 à 6 kg), *Pseudotolithus* spp. (de 22 à 6 kg), Ephippidae (de 22 à 1 kg), *Cynoglossus* spp. (de 4 à 2 kg). Certaines de ces espèces voient leurs indices d'abondance diminuer encore quelque peu en deuxième période (*Pseudotolithus*, *Cynoglossus*). Ces variations sont quelques peu minorée (*Arius*) ou amplifiées (*Cynoglossus*) si l'on tient compte des facteurs de puissance de pêche qui

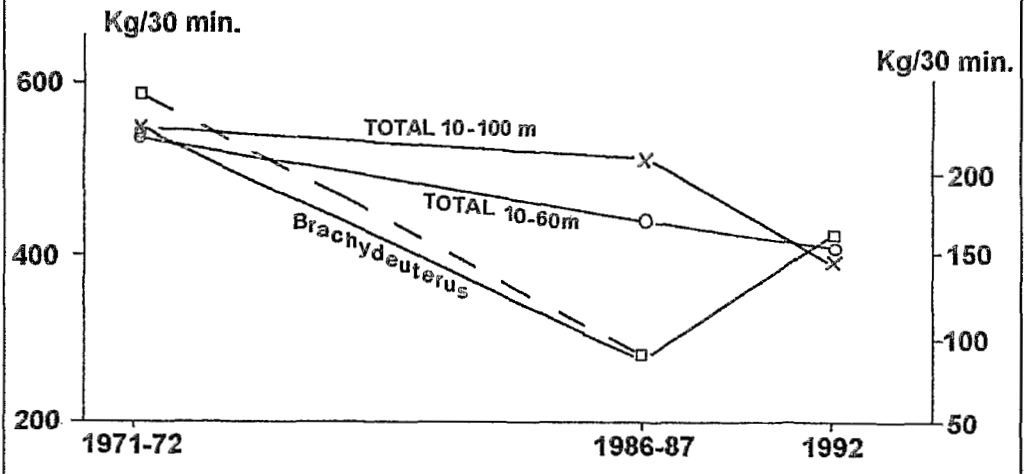
ont été estimés par l'intercalibration. Elles sont importantes en tout état de cause, avec une baisse d'au moins un facteur de 4. L'exception paraît être l'espèce *Galeoides decadactylus* dont les indices d'abondance passent de 11 à 17 kg.

	10-100 m			10-60 m		
	L. Amaro 1971-1972	L. Sauger 1986-1987	L. Sauger 1992	L. Amaro 1971-1972	L. Sauger 1986-1987	L. Sauger 1992
Toutes espèces	552,	514,	388,	550,	439,	408,
Céphalopodes	2,0	4,1	4,6	1,2	3,7	3,5
Mustelus mustelus	1,1	2,9	1,6	0,9	1,1	1,4
Raja miraletus	0,4	2,8	3,1	0,2	2,8	3,0
Arius spp.	24,1	4,7	4,8	31,3	6,1	6,3
Galeoides decadactylus	8,6	13,4	12,8	11,1	17,7	16,9
Epinephelus aeneus	9,7	4,0	1,6	12,0	< 1,0	< 1,0
Epinephelus + Mycteroperca	12,3	5,6	1,6	15,5	5,4	1,2
Priacanthus arenatus	0,3	21,8	0,7	0,1	25,5	0,6
Pomadasys spp. (- P.incisus)	6,1	7,4	9,7	7,9	9,7	12,8
Brachydeuterus auritus	168,	69,3	122,	218,	86,6	160,
Plectorhynchus mediterran.	4,7	4,6	4,2	6,0	4,5	5,0
Pseudotolithus spp.	16,7	4,7	2,7	21,7	6,2	3,5
Trachurus + Decapterus	6,4	91,5	19,9	6,3	33,1	9,1
Pseudupeneus prayensis	2,0	3,9	2,3	2,5	5,0	2,4
Sparus caeruleostictus	2,2	8,5	3,3	2,9	10,6	3,7
Dentex canariensis	1,2	1,7	0,7	1,5	1,6	0,6
Dentés profonds	56,7	57,8	56,3	2,3	12,2	25,5
Pagellus bellottii	26,9	42,3	16,1	33,0	41,3	18,4
Boops boops	15,2	23,7	6,0	5,7	8,3	3,7
Ephippidae	16,7	0,6	0,7	21,7	0,8	1,0
Acanthurus + Balistes	2,5	7,6	0,7	3,3	9,9	1,0
Scomber japonicus	0,0	14,4	0,2	0,0	14,6	0,1
Dactylopterus volitans	0,5	23,1	1,4	0,6	29,1	1,6
Cynoglossus spp.	3,1	1,4	1,0	4,0	1,9	1,3
Ilisha + Chloroscombrus	19,4	17,9	25,7	25,3	23,7	33,9
TOTAL et pourcentage par	397	436	302	423	361	317
rapport aux prises toutes-espèces	71,9%	84,8%	77,9%	76,9%	82,3%	77,6%

Tableau 4 : Rendements moyens (kg / 30 min.) pour les principales espèces obtenus lors de 3 campagnes de chalutage sur le plateau continental sénégalais (entre 10 et 100 mètres et entre 10 et 60 mètres).

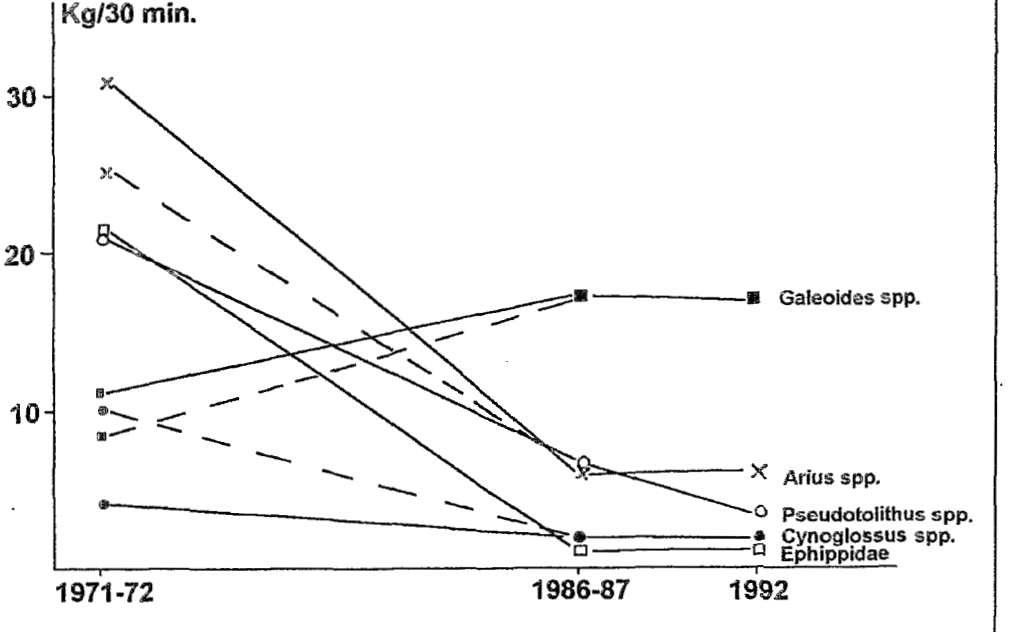
Les espèces côtières à caractère pélagique marqué, comme *Ilisha africana* (petit clupéidé), *Chloroscombrus chrysurus* (petit carangidé), *Pomadasys* spp. (carpes blanches), ne montrent pas de diminution d' abondance. L'espèce semi-pélagique de petite taille *Brachydeuterus auritus (pelon)*, plus eurybathe et la plus abondante du

Figure 1 : Evolution des rendements entre les trois séries de campagnes pour les prises toutes espèces 10-100 m et 10-60 m (échelle de gauche) et pour l'espèce *Brachydeuterus auritus* (échelle de droite) entre 10 et 60 m.



La ligne en pointillés représente l'évolution après standardisation par les puissances de pêche.

Figure 2 : Evolution des rendements entre les trois séries de campagnes pour les principales espèces côtières de fond (strate 10-60m)



Les lignes en pointillés relient les valeurs après standardisation par les puissances de pêche.

plateau continental, paraît décroître entre les campagnes du L. Amaro et celles du L. Sauger (Figure. 1). Cette baisse serait particulièrement sensible (Caverivière et Thiam, 1992a) dans la région la plus au sud du Sénégal (Casamance), là où s'est développée la pêche de la crevette côtière au début des années 1970.

La plupart des espèces de la communauté des sparidés côtiers montrent une probable diminution d'abondance entre les deux séries de campagnes du L. Sauger (Figure 3). Il s'agit des mérous des genres *Epinephelus* et *Mycteroperca*, du rouget *Pseudupeneus prayensis*, des dorades roses *Sparus caeruleostictus* et *Dentex canariensis*, du pageot *Pagellus bellottii*, du baliste et de la poule de mer *Dactylopterus volitans*. Il faut noter, pour ces deux dernières espèces, que les assez fortes abondances relevées en 1986-1987 sont les traces de la forte augmentation de biomasse qui a eu lieu après 1972, particulièrement pour le baliste, et a concerné une grande partie de l'Afrique de l'Ouest pendant plus d'une décennie (Caverivière, 1991 et 1993b). Contrairement à ce qu'il était supposé (Caverivière et Thiam, 1992b), il n'y a pas de diminution apparente d'abondance pour toutes les espèces de la communauté des sparidés côtiers entre 1972 et 1986-1987, sauf pour les mérous, composés surtout d'*Epinephelus aeneus*, et ce n'est plus le cas si les rendements sont corrigés par le facteur de puissance de pêche issu de l'intercalibration (cependant, ce facteur très en faveur du L. Amaro dans une proportion de 3 pour 1 n'est calculé qu'à partir de 11 paires de traits de chalut où l'espèce est présente au moins une fois et pour un total de capture de moins de 200 kg)

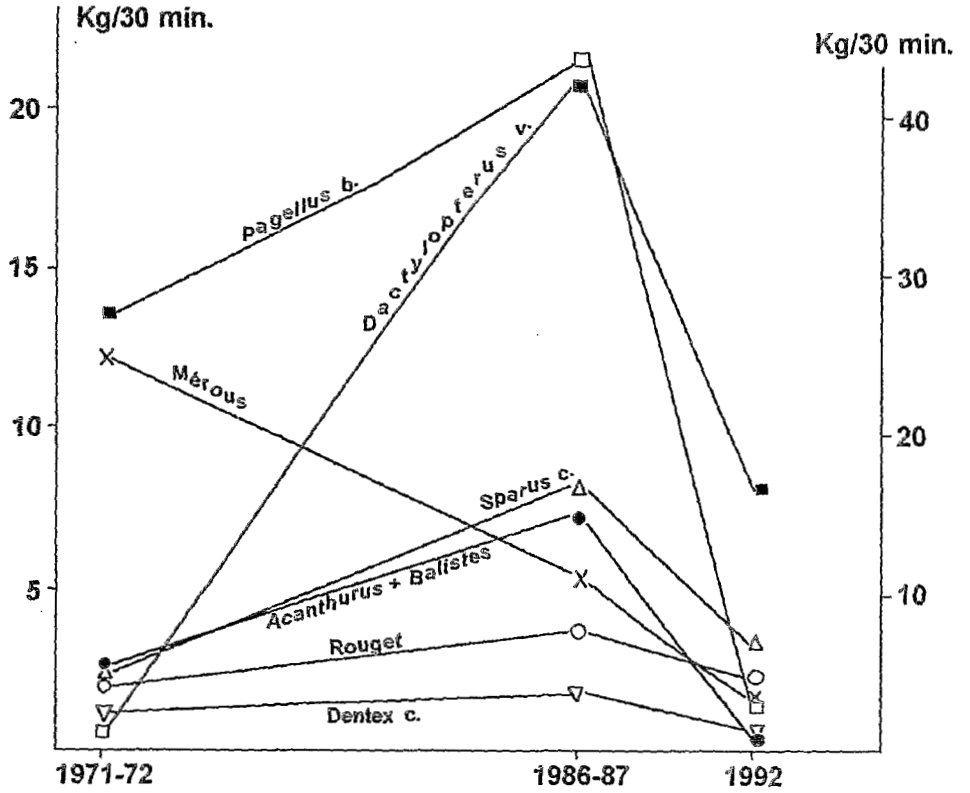
Les espèces démersales profondes du plateau continental (communauté des sparidés profonds), représentées principalement par les dentés profonds (*Dentex angolensis, D. congoensis, D. macrophthalmus*), ne montrent pas de variations notables de leurs indices d'abondance durant toute la période. Les autres espèces pouvant être abondantes sur ces fonds présentent un caractère pélagique marqué comme les chinchards *Trachurus* spp. et *Decapterus rhonchus*, la bogue *Boops boops*, et leurs niveaux semblent baisser entre les deux séries de campagnes du L. Sauger (Figure 4). Il faut cependant garder une grande prudence dans la comparaison des indices d'abondance d'espèces dont seule une partie de la population se trouve au niveau du fond et qui peuvent de plus déborder du plateau continental.

Les céphalopodes, composés principalement de seiches et de poulpes, ne montrent pas de grandes variations durant toute la période d'étude, alors que l'abondance des poulpes s'est considérablement accrue devant le Sénégal à partir de 1986 (Caverivière, 1990b et 1993c). L'augmentation des rendements de cette dernière espèce est récemment visible dans les résultats des campagnes de chalutage, bien qu'elles aient lieu en dehors de la saison de pêche, lorsque les poulpes sont peu accessibles. Il n'y a pas de tendances dans les variations des rendements de seiches lors des campagnes du L. Sauger (Thiam et Caverivière, 1993).

DISCUSSION ET CONCLUSION

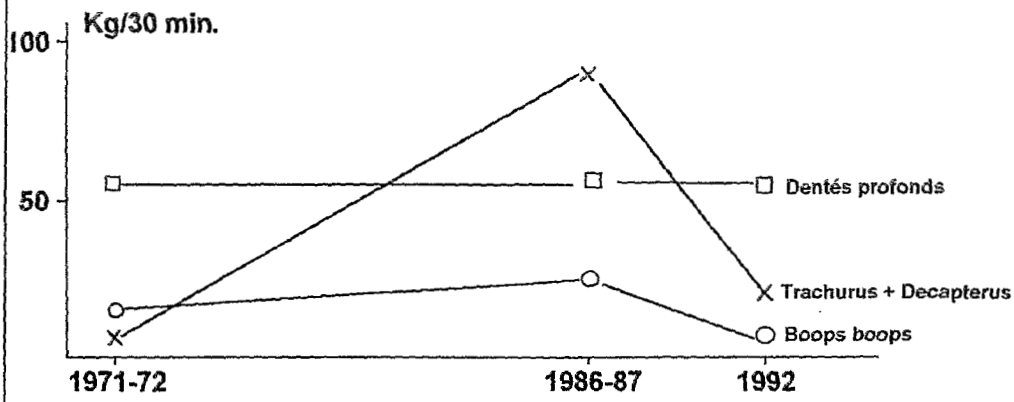
Quoiqu'il soit difficile de comparer des indices d'abondance obtenus à partir de campagnes de chalutage effectuées avec des navires et des méthodologies différents,

Figure 3 : Evolution des rendements entre les trois séries de campagnes pour les principales espèces de la commu-nauté des sparidés côtiers (strate 10-100 m).



L'échelle de droite ne concerne que l'espèce *Pagellus belottii.*

Figure 4 : Evolution des rendements entre les trois séries de campagnes pour les principales espèces de la commu-nauté des sparidés profonds (strate 10-100 m).



l'existence d'une intercalibration des puissances de pêche entre le chalutier jumeau de celui qui a effectué les premières campagnes et le navire qui a réalisé les suivantes, ainsi qu'une bonne concordance dans la couverture du plateau continental 10-100 mètres par les deux chalutiers, permettent sans doute une appréciation correcte des grandes tendances.

Les espèces démersales côtières montrent très généralement une considérable baisse de leurs indices d'abondance entre 1972 et 1986-1987, cette baisse se poursuit parfois, dans une moindre mesure, jusqu'en 1992. Le suivi de l'ensemble des campagnes de chalutage 1986-1992 du L. Sauger (Thiam et Caverivière, 1993) semble indiquer que la diminution d'abondance se serait poursuivie à une allure rapide jusqu'en milieu de période ; l'année 1992 marque une reprise qui pourrait être due à une meilleure surveillance de la zone côtière, interdite au chalutage, ces dernières années (Caverivière et *al.*, 1993).

Les espèces intermédiaires, de la communauté des sparidés côtiers, montrent une probable diminution d'abondance entre les premières et dernières campagnes du L. Sauger, mais contrairement à ce qu'il était supposé antérieurement, il n'y a pas de diminution apparente des espèces de cette communauté entre 1972 et 1986-1987. Ce dernier point est possible car les taux d'exploitation calculés d'après les distributions de fréquences relevées au port (Caverivière *et al.*, 1993) sont élevés dès l'origine des données (1973 pour le pageot *Pagellus bellottii*, 1979-1980 pour les dorades roses et grises *Sparus caeruleostictus* et *Plectorhynchus mediterraneus*), ce qui pourrait dénoter une forte pêche de chalutiers étrangers. Il serait cependant utile d'effectuer une nouvelle intercalibration des puissances de pêche qui porterait particulièrement sur ces stocks, car celle déjà réalisée concernait surtout les fonds côtiers.

Si la faible différence entre les rendements 10-100 mètres du L. Amaro en 1972 et ceux du L. Sauger en 1986-1987 est bien représentative de la différence des niveaux d'abondance sur les fonds, alors il y a là une autre indication que le L. Amaro n'a pas capturé une quantité nettement plus importante de petits poissons que le L. Sauger du fait d'un maillage plus réduit des culs de chalut. En effet, dans ce cas, l'abondance générale en 1972 (une fois supprimées les quantités supplémentaires de petits poissons) serait de l'ordre de, ou plus faible, que l'abondance en 1986-1987, ce qui paraît quand même fortement improbable.

L'analyse des résultats des campagnes du L. Sauger jusqu'en 1991 (Caverivière et Thiam, 1992b), concluait à une surexploitation générale du plateau continental sénégalais du fait d'une diminution de plus de 50% des indices d'abondance depuis 1986-1987, particulièrement entre 10 et 60 mètres. La remontée des indices en 1992 réduit ce phénomène, mais du fait :

- des incertitudes inhérentes aux campagnes de chalutage et à leur comparaison,
- d'un niveau de l'exploitation non négligeable en 1972 et peut être plus important que supposé,

Elle ne remet pas en cause la conclusion du "modèle global" 1977-1991, présenté par Caverivière et Thiam (1993), sur l'apparente surexploitation du plateau continental sénégalais depuis 1987.

Remerciements

Nous tenons particulièrement à remercier toute l'équipe informatique du Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye, qui a permis la saisie et l'exploitation des données des campagnes du N/O Laurent Amaro, obligeamment mises à notre disposition par M. François Domain.

RÉFÉRENCES

❒ **CAVERIVIERE (A.), THIAM (M.) et SYLLA (A.), 1988.**- Rapport de la première campagne de chalutage stratifié sur le plateau continental sénégalais (10-200 m). N/O Louis SAUGER (30 octobre au 15 novembre 1986). *Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, Archive 164 : 112 p.*

❒ **CAVERIVIERE (A.), 1990a.**- Intercalibration des puissances de pêche des navires océanographiques Louis Sauger et André Nizery (mai 1990). *CRODT, Dakar, 16 p. miméo.*

❒ **CAVERIVIERE (A.), 1990b.**- Etude de la pêche du poulpe (***Octopus vulgaris***) dans les eaux côtières de la Gambie et du Sénégal. L'explosion démographique de l'été 1986. *Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, Doc. Scient., 116, pp. 1-42.*

❒ **CAVERIVIERE (A.), 1991.**- L'explosion démographique du baliste (***Balistes carolinensis***) en Afrique de l'Ouest et son évolution en relation avec les tendances climatiques : *in Pêcheries Ouest-Africaines. Variabilité, instabilité et changements. Ph. CURY et C. ROY (eds). ORSTOM éditions, Paris, pp. 354-367.*

❒ **CAVERIVIERE (A.) et THIAM (M.), 1992a.**- Les campagnes de chalutage de fond du N/O Louis Sauger. Etudes sur l'échantillonnage et les traitements statistiques pouvant être étendues à l'Atlantique Intertropical Est. *Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, Doc. Scient., n° 131,* 48 p.

❒ **CAVERIVIERE (A.) et THIAM (M.), 1992b.**- Indices d'abondance et niveaux d'exploitation des espèces démersales du plateau continental sénégalais. Estimations à partir des résultats des campagnes de chalutage stratifié (1986-1991). *Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, Doc sci. , n° 132, 147 p.*

❒ **CAVERIVIERE (A.), 1993a.**- Some methodological considerations on Delta distribution, stratification, tow duration, for trawl surveys carried out in West Africa. *Fisheries Research, 16,* 223-237.

❒ **CAVERIVIERE (A.), 1993b.**- Les fluctuations d'abondance du baliste (***B. carolinensis***). *in: Evaluation des ressources exploitables par la pêche artisanale sénégalaise. A. Fonteneau (ed.). ORSTOM éditions, Paris (en cours), 5 p.*

❒ **CAVERIVIERE (A.), 1993c.**- Le poulpe (***Octopus vulgaris***) au Sénégal: une nouvelle ressource. *in: Evaluation des ressources exploitables par la pêche artisanale sénégalaise. A. Fonteneau (ed.). ORSTOM éditions, Paris (en cours), 12 p.*

❒ **CAVERIVIERE (A) et THIAM (M), 1993.**- Essai d'application "d'un modèle global" à l'ensemble des espèces démersales côtières du Sénégal. *in: Evaluation des ressources exploitables par la pêche artisanale sénégalaise. A. Fonteneau (ed.). ORSTOM éditions, Paris (en cours), 9 p.*

❒ **CAVERIVIERE (A.), THIAM (M.) et FAYE (M), 1993.**- Etude des tailles moyennes et des mortalités des principales espèces de poissons débarquées par les chalutiers glaciers entre 1973 et 1989. *Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, Doc. Sci., (sous presse), 57 p. Présenté au Symposium international sur l'évaluation des ressources exploitables par la pêche artisanale. Dakar, 8-13 février 1993.*

❒ **DOMAIN (F.), 1974.**- Première estimation de la biomasse et de la production potentielle en poissons démersaux du plateau continental sénégalo-mauritanien entre le Cap Timiris et le Cap Roxo. *Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, Doc. Scient. Prov., 53, 23 p.*

❒ **DOMAIN (F.), 1980.**- Contribution à la connaissance de l'écologie des poissons démersaux du plateau continental sénégalo-mauritanien. Les ressources démersales dans le contexte général du Golfe de Guinée. *Thèse Doc. Etat Scient. Nat., Univ. Pierre et Marie Curie, Paris VI et Museum Nat. Hist. Nat., 2 vol, 342 et 68 p.*

❒ **FONTANA (A.), 1979.**- Etude du stock démersal côtier congolais. Biologie et dynamique des principales espèces exploitées. Propositions d'aménagement de la pêcherie. *Thèse Doc. Etat Scient. Nat., Univ. Pierre et Marie Curie, Paris VI : 300 p.*

❒ **THIAM (M.) et CAVERIVIERE (A.), 1993.**- Estimation des indices d'abondance des principales espèces démersales du plateau continental sénégalais à partir des campagnes de chalutage stratifié (1986-1992). *in: Evaluation des ressources exploitables par la pêche artisanale sénégalaise. A. Fonteneau (ed.). ORSTOM éditions, Paris (en cours), 19 p.*

❒ **THIAM (M.) et GASCUEL (D.), 1993.**- Description de la pêcherie chalutière côtière sénégalaise et estimation des indices d'abondance des principales espèces exploitées. *in: Evaluation des ressources exploitables par la pêche artisanale sénégalaise. A. Fonteneau (ed.). ORSTOM éditions, Paris (en cours), 29 p.*

Historique des campagnes d'évaluations acoustiques dans la ZEE du Sénégal.

B. Samb.

RÉSUMÉ :

Cette étude présente les campagnes d'évaluation acoustique réalisées dans la ZEE du Sénégal. Avant 1982, les mesures ont été effectuées par des navires étrangers dont les résultats sont difficilement comparables en raison des équipements et des méthodologies différents.

A partir de 1982, les campagnes ont été poursuivies avec un matériel identique et la même méthode par les navires "Laurent Amaro" puis "Louis Sauger" du Sénégal. Les résultats indiquent une nette tendance à la baisse de l'indice d'abondance sur la Petite Côte, un niveau élevé de cet indice en Casamance et une stabilité au niveau de la Côte Nord.

ABSTRACT :

This study presents the acoustical surveys carried out in the Senegalese EEZ. Before 1982, the measures were made by foreign vessels. The comparison of their results is difficult due to the different equipements and methodologies.

From 1982, the surveys have been carried out using the same equipment and the same methodology on the Senegalese vessels "Laurent Amaro" and "Louis Sauger". This results show a clear decrease tendency of the abundance indices for the Petite Côte, a high abundance in Casamance and a stable level at the Côte Nord.

INTRODUCTION

L'évaluation directe des stocks de poissons pélagiques côtiers fait appel à la technique d'écho-intégration. Cette méthode d'évaluation de la biomasse, décrite par de nombreux travaux, admet le principe que l'écho des poissons qui se trouvent dans le volume d'eau insonifié est proportionnel à leur densité.

Cette méthode, outre son indépendance vis à vis des évaluations faites à partir des données pêche, apporte des informations précieuses notamment sur la répartition géographique des espèces, les migrations, le comportement et la taille des stocks en vue de la régulation des pêcheries.

Depuis près de 20 ans, plusieurs campagnes d'écho-intégration ont couvert tout ou partie du plateau continental sénégambien. Ces travaux ont été réalisés aussi bien par des navires étrangers que par le navire océanographique du Sénégal.

Les résultats antérieurs à 1982, ayant déjà fait l'objet d'une synthèse, seront rappelés. Puis, les travaux réalisés, dont notamment ceux effectués à l'aide du dispositif d'écho-intégration (BIOSONICS) dont s'est doté le Sénégal en fin 1982 seront présentés.

ANNEE	DATE	NOM DE LA MISSION	NAVIRE	EXTENSION GEOGRAPHIQUE
1970	05 - 14 Mars	CRUIE 14 A	THUE Jr	SUD SENEGAL
1973	24 Mars - 05 Avril	CAP 7308	CAPRICORNE	SENEGAL
1974	22 Janvier - 04 Février	CAP 7401	CAPRICORNE	SENEGAL
1974	19 - 28 octobre	CAP 7407	CAPRICORNE	SUD SENEGAL
1974	01 - 30 Novembre	CAP 7408	CAPRICORNE	NORD SENEGAL
1974	23 - 30 Août	-	GUIJICA	SENEGAL
1975	15 - 21 Avril	-	BIELOGORSK	SENEGAL
1975	17 Avril - 5 Mai	CAP 7503	CAPRICORNE	SUD SENEGAL
1976	20 Avril - 5 Mai	CAP 7605	CAPRICORNE	SENEGAL
1977	16 Avril - 5 Mai	ECHOPROC	CAPRICORNE	SENEGAL
1977	10 Septembre - 5 Octobre	ECHOLLES	CAPRICORNE	SENEGAL
1980	30 Janvier - 20 Février	ECHOSAR 1	CAPRICORNE	SENEGAL
1980	28 Juillet - 28 Août	PELAGOS 79-09	CORNIDE DE SAAVEDRA	SUD SENEGAL
1980	25 Août - 25 Septembre	ECHOSAR 2	CAPRICORNE	SENEGAL
1981	30 Avril - 26 Mai	-	FRIDTJOF NANSEN	SENEGAL
1981	05 Mai - 02 Juin	ECHOSAR 3	CAPRICORNE	SENEGAL
1981	08 - 28 Septembre	-	FRIDTJOF NANSEN	SENEGAL
1981	04 - 14 Décembre	-	FRIDTJOF NANSEN	NORD SENEGAL
1982	08 Février - 01 Mars	-	FRIDTJOF NANSEN	SUD SENEGAL
1982	11 - 24 Février	ECHOSAR 4	CAPRICORNE	SENEGAL
1982	01 - 17 Mars	-	FRIDTJOF NANSEN	NORD SENEGAL
1982	01 - 16 Avril	-	ERNST HAECKEL	NORD SENEGAL
1982	18 - 23 Octobre	-	NDIAGO	NORD SENEGAL

Récapitulatif des différentes campagnes antérieures à 1982 dans la ZEE du Sénégal.

Le nombre élevé des campagnes et la grande disparité existant dans les méthodes de travail et de traitement font que pour les besoins de cette présentation, l'accent sera surtout mis sur les derniers résultats.

REVUE DES CAMPAGNES

Les campagnes d'évaluation acoustique peuvent être présentées suivant deux séries : celle antérieure à 1982 et celle réalisée notamment par les navires océanographiques nationaux : Laurent AMARO et Louis SAUGER.

Série antérieure à 1982

De Mars 1970, époque à laquelle remontent les premières données d'écho-prospection, à Octobre 1982, 36 campagnes de recherches océanographiques se sont déroulées dans la zone d'extension géographique des stocks de petits pélagiques côtiers intéressant la Mauritanie et le Sénégal.

La liste exhaustive de ces campagnes est présentée dans le tableau ci contre. Ce tableau indique l'extension en latitude des campagnes dans la zone Sénégal.

Plus précisément, dans la zone sénégambienne, quinze campagnes d'écho-intégration ont été effectuées de 1973 à Février 1982 : onze par le CAPRICORNE, trois par le Dr. Fridtjof NANSEN; le Cornide de SAAVEDRA quant à lui à couvert en Août 1980 la zone sud Gambie-Cap Roxo.

Dix campagnes se sont déroulées en saison froide et cinq en saison chaude.

Toutes ces campagnes ont été effectuées avec un matériel, identique (sondeur SIMRAD EK 120, EK 38, et un intégrateur analogique QM). Des intercalibrations ont été effectuées entre le CAPRICORNE et le Dr. Fridtjof NANSEN en 1981 et 1982 dans la zone Sud Gambie. D'autre part un inter-étalonnage entre les équipements des deux navires a été effectué à partir d'une sphère standard au cours de ces mêmes campagnes.

Série postérieure à 1982

En fin 1982, le CRODT s'est équipé d'un ensemble d'écho-intégration BIOSONICS (120 KHz). La première campagne effectuée par le CRODT (Echosar 5) fut réalisée en coopération avec le navire français CAPRICORNE.

De 1984 à nos jours, les campagnes Echosar (6 à 15) se sont poursuivies à bord du navire Laurent AMARO jusqu'en 1985 puis à bord du navire Louis SAUGER.

En 1986, une "Cooperative Survey" a réuni à Dakar les navires Dr. Fridtjof NANSEN (Norvège), Cornide de SAAVEDRA (Espagne), N'Diago (Mauritanie) et Louis SAUGER (Sénégal) pour une intercalibration et des travaux de prospection sur l'ensemble de la région.

De même, dans le cadre du projet GLO/82/001 relatif à la prospection des res-

sources halieutiques mondiales, la FAO a organisé en accord avec le Maroc, la Mauritanie, le Sénégal, la Gambie et la Guinée Bissau, une campagne d'évaluation acoustique sur les plateaux continentaux de ces différents pays. Ainsi, du 19 Février au 12 Mars 1992, le N/O Dr. Fridtjof NANSEN (Norvège) a effectué une campagne de prospection acoustique pour couvrir une zone allant du Sénégal à la Guinée Bissau.

RÉSULTATS

Résultats des anciennes campagnes

L'analyse des résultats de la première série a été réalisée lors d'un groupe de travail tenu au CRODT en fin 1982 et le document a été publié.

L'examen des données a montré les difficultés de comparer les résultats des différentes campagnes et ceci pour plusieurs raisons parmi lesquelles il faut noter:

a) Les schémas de prospection sont très divers ; les zones couvertes ont en effet varié au cours des temps et plusieurs stratégies ont été adoptées :

- couverture simple par radiales perpendiculaires à la côte. Dans le cadre de ce schéma, les distances inter-radiales ont varié selon les campagnes de 5 à 20 milles.
- couverture avec duplication du parcours jour-nuit. Les mêmes remarques que pour la couverture simple s'appliquent ici, on peut noter que ce principe qui fait que l'on parcourt le même trajet une fois de jour et une fois de nuit implique que les distances inter-radiales soient doublées si la durée totale est la même.
- couvertures en zigzag lâches où toutes les fantaisies de parcours ont pu être remarquées : cette stratégie n'est plus guère appliquée que lorsque le temps alloué à une prospection est trop court pour couvrir plus intensément la zone.

Pour tous ces types de couverture, une même remarque s'applique, à savoir que la distance à la côte jusqu'à laquelle les bateaux ont prospecté la zone a varié largement; les repères étaient parfois l'isobathe 20 m, parfois 15 m, parfois 10 m, alors que dans d'autre cas, le repère était une distance à la côte sans référence aux isobathes.

b) Le taux de couverture des différents stocks a varié selon les campagnes. En effet certaines campagnes n'ont que partiellement couvert l'aire d'extension géographique des différents stocks pélagiques côtiers de la région. Même remarque en ce qui concerne l'aire d'extension bathymétrique car aucun bateau n'a travaillé en deçà des fonds de 10 m et très rarement l'isobathe des 200 m a été dépassé.

c) Les méthodes d'estimation des biomasses absolues varient selon les bateaux et sont liées d'une part à leur schéma de prospection (problème d'extrapolation de la zone couverte à la totalité de la zone), et d'autre part à leur méthode de traitement des données.

d) Les formes sous lesquelles sont publiés les résultats manquent parfois de précision et les estimations de biomasse concernent souvent une trop vaste zone, par exemple l'ensemble d'un pays. Ces résultats peuvent difficilement être comparés avec d'autres données plus détaillées, basées davantage sur des réalités biologiques.

A titre indicatif, on a cependant calculé les valeurs moyennes des estimations de biomasse à partir de l'ensemble des campagnes effectuées dans la zone sénégambienne :

- sur la côte sud 950 000 tonnes en saison froide et 430 000 tonnes en saison chaude
- sur la côte nord 280 000 tonnes en saison froide et 120 000 tonnes en saison chaude.

Les valeurs mesurées font apparaître une variabilité saisonnière de la biomasse. Pendant la saison froide, correspondant à la période maximale d'extension du front thermique vers le sud, une grande partie de la biomasse des stocks de poissons pélagiques côtiers migrateurs se trouve concentrée dans la région sénégalaise. Les adultes venus du nord enrichissent le plateau continental, et les plus fortes concentrations ont été localisées dans des zones côtières.

En saison chaude, le recouvrement du plateau continental par les eaux chaudes en provenance du sud s'accompagne de la disparition d'une forte fraction de la biomasse qui migre alors vers le nord. Les densités sont très peu élevées sur l'ensemble de la zone prospectée, au sud comme au nord; en effet durant cette saison hydrologique, l'essentiel de la biomasse résiduelle restante est concentrée sur des fonds côtiers généralement peu accessible aux navires.

Résultats des campagnes récentes

Ces campagnes ont été réalisées par les navires Laurent AMARO, Louis SAUGER et Dr. Fridtjof NANSEN. Les deux premiers bateaux travaillaient successivement avec le même sondeur Biosonics à la fréquence de 120 KHz. Le N/O Dr. Fridtjof NANSEN est équipé d'un sondeur SIMRAD EK 400 dont la fréquence de travail est de 38 KHz. Pour la campagne de 1992, ce navire a été équipé d'un sondeur EK 500.

Les biomasses estimées, notamment par les N/O Laurent AMARO puis le Louis SAUGER, ne concernent que la zone de prospection à savoir la surface du plateau continental comprise entre 10 et 200 mètres de profondeur. Ainsi, une importante fraction du stock localisée entre la côte et 10 mètres et faisant l'objet d'exploitation par la pêche artisanale échappe aux estimations. Cette situation s'explique par l'impossibilité technique du navire à opérer dans cette zone.

Les figures 1 et 2 présentent à titre d'exemple la répartition de la biomasse décrite par une campagne d'évaluation du N/O Louis SAUGER.

Figure 1 : Répartition des densités sur la côte sud.

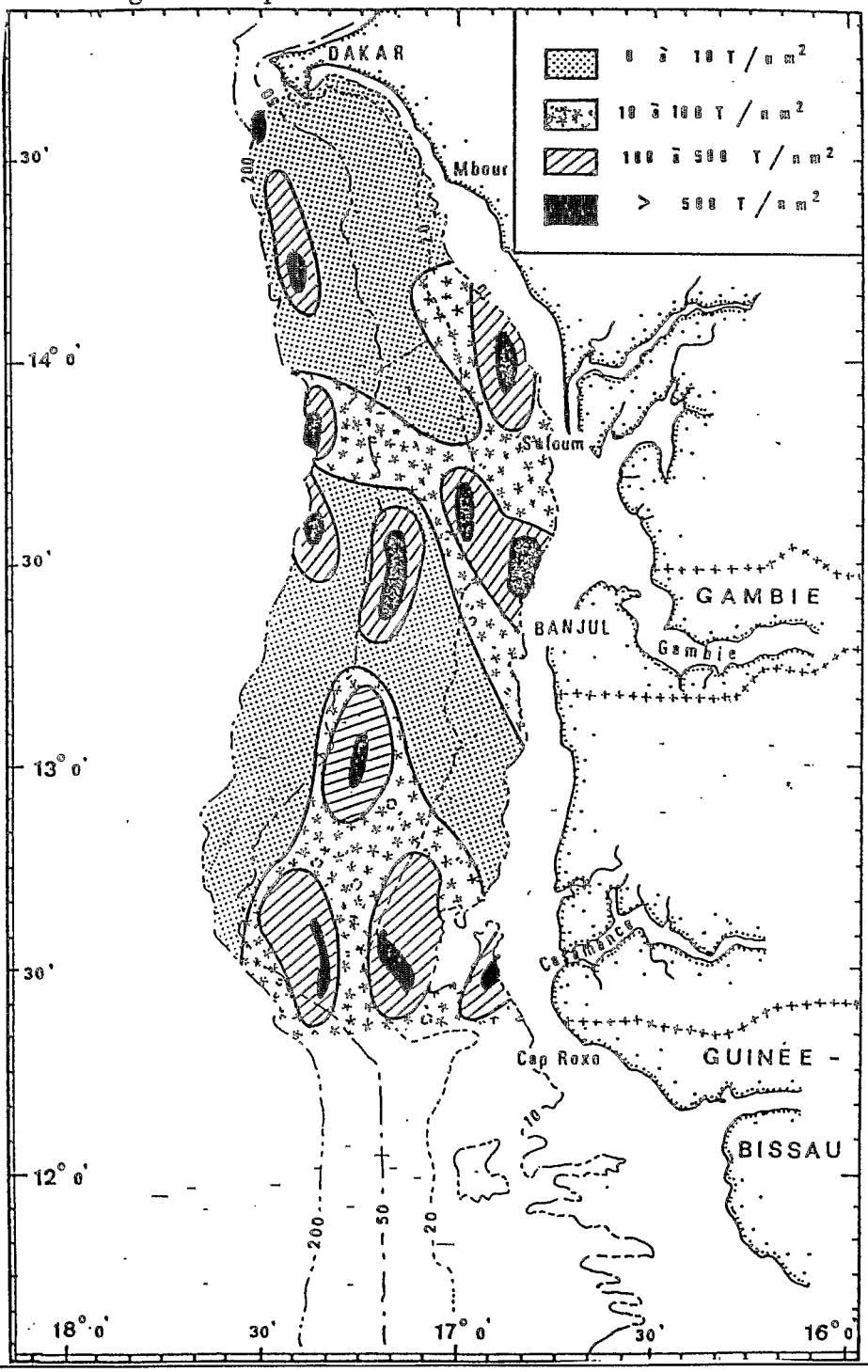
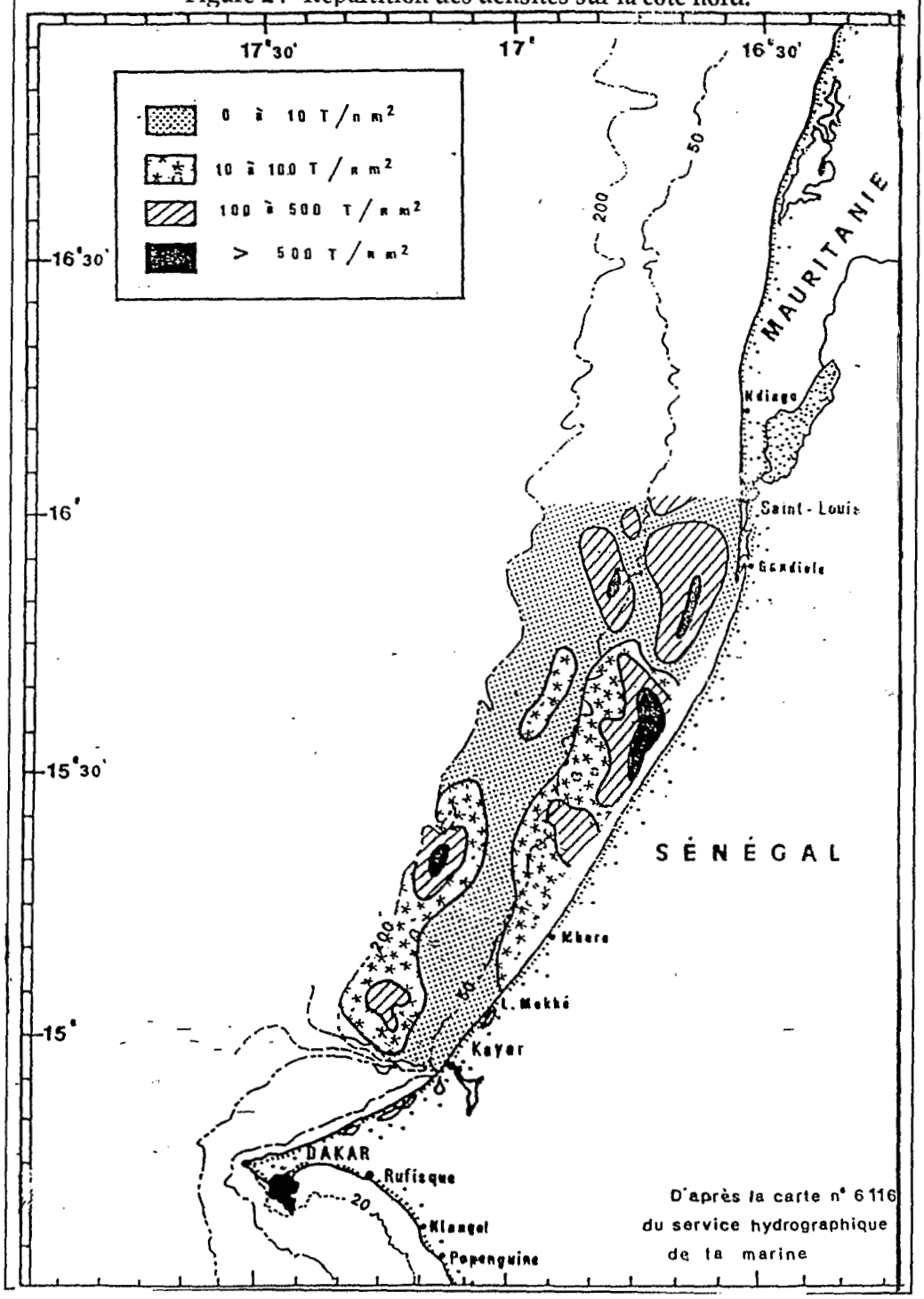


Figure 2 : Répartition des densités sur la côte nord.



Le tableau ci-après , qui présente les estimations de biomasse des campagnes "Echosar", montre une variabilité d'abondance interannuelle bien trop importante pour être seulement expliquée par les incertitudes liées à la méthodologie employée. Ces fluctuations sont caractéristiques des stocks pélagiques et sont observées dans différents écosystèmes du monde. Les travaux publiés ont montré que si l'action de pêche est prépondérante sur la dynamique de ces espèces, l'action des phénomènes physiques du milieu joue un rôle important sur les fluctuations quantitatives de ces stocks.

	COTE NORD	PETITE COTE	GAMBIE	CASAMANCE	TOTAL
Mars 83	141,3	218,9	27,7	164,2	552,1
Mars 84	103,5	118,4	92,9	148,4	463,2
Avril 85	130,0	391,4	206,3	199,8	927,5
Fév. 86[3]	151,5	130,1	59,0	293,8	634,4
Mars 87[3]	150,0	136,0	118,5	178,5	583,0
Fév. 88	162,3	103,7	373,3	178,3	817,6
Mars 89	63,5	72,9	8,6	29,4	174,4
Mars 92	-	44,0	-	220,0	-

Evaluation de la biomasse totale de pélagiques côtiers par écho-intégration (x 1000 tonnes) (N/O Laurent AMARO et Louis SAUGER)

Si l'on excepte la campagne de Mars 1989 où la même chute d'abondance a été observée en Mauritanie, on remarque que les évaluations des campagnes précédentes sont homogènes. Elles se répartissant autour d'une moyenne de 588000 tonnes avec un coefficient de variation de 14% en saison froide.

La très faible valeur de biomasse détectée en Mars 1989 pourrait s'expliquer par un problème de comportement et d'accessibilité: les poissons se seraient concentrés près de la côte échappant ainsi à la détection acoustique; ceci expliquerait que les rendements de la pêche artisanale n'aient pas été affectés par cette baisse apparente importante de l'abondance. Ceci demande cependant à être confirmé, et éventuellement mieux expliqué par une analyse des conditions hydrologiques rencontrées pendant cette campagne. Un autre fait explicatif est que les poissons auraient migré plus au sud, en dehors de la ZEE sénégalaise.

La dernière campagne (Mars 1992), circonscrite au sud du Cap-Vert, fait apparaître une tendance à la baisse au niveau de la Petite Côte et un accroissement de la biomasse en Casamance. Cette chute observée sur la Petite côte s'expliquerait notamment par l'effort de pêche important déployé et les migrations de faible amplitude décrites au sud du Cap Vert qui seraient à l'origine du déplacement des poissons vers la zone Sud. Cette baisse apparaît moins importante si l'on considère la

totalité de la biomasse mesurée sur la Côte Sud (Casamance + Petite Côte) par rapport à celle des années 1986 à 1988.

De même, dans le cadre de projets régionaux le N/O Dr. Fridtjof NANSEN a travaillé dans la sous-région en 1986 et 1992.

En Août-Septembre 1986 (saison chaude), la biomasse estimée dans la zone sénégambienne est d'environ 500 000 tonnes dont 2/3 de sardinelles et 1/3 de carangidés.

Les biomasses évaluées par le même navire dans la zone Sénégalaise en Février-Mars 1992 (saison froide) sont pour la Côte Nord 880 000 tonnes , pour la Petite Côte 210 000 tonnes et 970 000 tonnes en Casamance. La sardinelle plate représente près de 51% de la biomasse globale et la sardinelle ronde seulement 15%. Il est à remarquer que sur la totalité de la biomasse estimée sur la côte sud (Casamance+Petite côte) la Petite Côte renferme 18% de cette biomasse pour les résultats du Fridtjof NANSEN et 20% pour ceux du Louis SAUGER. Ces pourcentages très proches accréditent l'idée d'une concentration préférentielle dans la zone sud et d'un parallélisme dans les évaluations des deux bateaux.

Le niveau élevé des valeurs obtenues par le N/O Dr. Fridtjof NANSEN au cours de cette dernière campagne n'a pas échappé aux scientifiques norvégiens et a fait l'objet d'une analyse présentée dans leur rapport. S'ils notent tout d'abord une baisse des évaluations de chinchards et de maquereaux par rapport à leurs précédentes estimations, ils font bien remarquer que la hausse de la biomasse globale est due principalement aux sardinelles dont le niveau actuel est 4 fois supérieur aux résultats de leurs dernières campagnes.

Ils reconnaissent cependant que certaines causes non directement liées à une augmentation de biomasse peuvent être évoquées. Ainsi, leur nouvel équipement évite pratiquement les problèmes de saturation qui se produisait avec l'ancien sur des bancs denses. Par ailleurs, ils ont étendu leur zone de prospection vers la côte où les concentrations sont plus denses.

Toutefois, les très grandes différences observées entre ces résultats et ceux du Louis SAUGER ne peuvent pas s'expliquer uniquement par ces causes, d'autant qu'une différence du même ordre de grandeur avait été déjà notée en 1986 lors d'une campagne où plusieurs navires avaient travaillé ensemble et où une inter-calibration avait été réalisée entre ces deux mêmes bateaux.

La différence entre les deux estimations peut s'expliquer, entre autres, par l'équipement et la fréquence de travail utilisés, la méthodologie employée, le parcours choisi, l'interprétation des détections (le seuil choisi et l'index de réflexion acoustique: TS),et le comportement du poisson.

Il apparaît dès lors que tant que ce problème ne sera pas résolu, les différentes estimations ne peuvent s'analyser qu'en terme de valeurs relatives et en rapport aux estimations antérieures pour chacun des bateaux. Autrement dit, les valeurs de biomasse du Louis Sauger doivent s'analyser par rapport à celles calculées lors des campagnes précédentes et il en est de même pour le Fridtjof Nansen. Dans ces conditions, il ressort des deux types d'évaluations, une augmentation de la biomasse dans la zone Casamance et une diminution dans la Petite Côte. Cette baisse dans la Petite

Côte est plus sensible avec les résultats du Louis Sauger.

Il faut ajouter que les données biologiques issues des pêches d'identification réalisées pendant les campagnes acoustiques entre 1974 et 1988 ont été compilées pour faire l'objet d'une synthèse dans le cadre du projet COPACE. Des résultats préliminaires ont permis de cartographier la répartition géographique saisonnière pour les différentes classes de taille des principales espèces. Les zones de nurseries et l'aire de distribution saisonnière de chaque groupe d'espèces ont été mises en évidence.

CONCLUSION

Les campagnes de prospection acoustique ont permis d'une part de formuler des avis techniques dans le cadre de l'aménagement des ressources, d'autre part d'apporter des information régulières sur la distribution globale de la ressource. De plus, il apparaît important de disposer d'une manière indépendante des informations sur les stocks partagés d'autant que la maîtrise régionale des statistiques n'est pas parfaite.

En plus des campagnes d'évaluation, des études méthodologiques ont été réalisées. Elles ont porté principalement sur : les mesures d'index de réflexion, l'influence de l'upwelling sur la répartition des poissons pélagiques côtiers décrite par écho-intégration, les expériences de simulation pour évaluer les performances des sondeurs large bande et bande étroite, les réactions des poissons à la lumière, l'acoustique sur petit fond et le traitement géostatistique des données acoustiques.

Les campagnes d'évaluation acoustique seront plus performantes si l'on rend plus effectives et régulières les campagnes à l'échelle régionale, eu égard au caractère migratoire des espèces étudiées. En outre, les réflexions en cours dans le cadre du réseau acoustique ressemblant des chercheurs venant de différents horizons "GEOSPACE" (Groupe d'Etudes de l'Organisation Spatiale des Populations Aquatiques Considérées par Echoprospection) animé par l'ORSTOM, contribueront à la pertinence de cet outil d'évaluation notamment en prenant en compte l'hétérogénéité spatiale de la répartition. Des avancées sont aussi attendues pour ce qui concerne l'écho-intégration sur petit fond.

~~~~~~~~~~~~

RÉFÉRENCES

❒ **ANONYME, 1989.**- Les campagnes acoustiques d'étude des stocks de la région MAROC-MAURITANIE-SENEGAL. *Rapport du groupe de réflexion : analyse des résultats et perspectives de recherches. Casablanca, 11 au 15 décembre 1989 Ed. ORSTOM, 170 p.*

❒ **ANONYME, 1992.** -Survey of the pelagic fish resources off North West Africa. *Part 3 Senegal-Gambia. NORAD/FAO/UNDP GLO 82/001.*

❒ **CRODT/CNROP, 1982.** - Synthèse des données hydroacoustiques de la région Sénégal-Mauritanie. *Rapport du groupe de travail CNROP-CRODT. Dakar, 22 au 27 novembre 1982.*
~~~~~~~~~~~~

❒ **LEVENEZ, J.J., SAMB, B.,** 1992. -Résultats de la campagne ECHOSAR 16 du N/O Louis SAUGER. Prospection des stocks de poissons pélagiques côtiers le long des côtes du Sud-Sénégal en mars 1992. *Sous presse.*

Evolution de l'abondance des ressources démersales sénégalaises :

estimation par modélisation linéaire des PUE

D. Gascuel et M. Thiam

RÉSUMÉ :

Les méthodes de modélisation linéaire des PUE (Robson, 1966 ; Laurec, 1977) sont appliquées aux données statistiques de la pêche industrielle chalutière, pratiquées dans la ZEE Sénégalaise entre 1971 et 1991. Des indices d'abondance annuels sont ainsi estimés pour les principales ressources démersales, exploitées tant par la pêche industrielle elle-même que par la pêche artisanale.

Au cours de la décennie 70, les changements d'abondance observés varient selon l'espèce ou le taxon considéré. En revanche, depuis le début des années 80, on semble assister à une diminution générale des abondances. En moyenne, les indices des différents taxons exploités par la pêche industrielle sont ainsi divisés par deux depuis 10 ans. La baisse est particulièrement forte en ce qui concerne : les mérous, les capitaines, le pageot ... Trois espèces font exception à cette évolution et voient à l'inverse leur abondance s'accroître fortement au cours de la période récente : la brotule, le poulpe et la seiche.

Ces différents résultats apparaissent globalement cohérents avec les indices obtenus par Caverivière (présent vol.), à partir des campagnes de chalutages scientifiques réalisées entre 1971 et 1992. Plus généralement, on discute ici des sources potentielles de biais dans l'estimation d'indices d'abondance par modélisation linéaire des PUE.

ABSTRACT:

Linear modelling methods (Robson 1966 ; Laurec 1977) are applied to CPUE statistics of the industrial trawling fishery, in the Senegalese EEZ between 1971 and 1991. Yearly abundance indices are estimated for the major demersal groups, exploited by both industrial and artisanal fisheries.

During the 70's, the observed changes differ according to the species or taxa. However, since the early 80's, a general decreasing trend in abundances seems to occur. On the average, CPUE indices of the species exploited by the industrial fishery were divided by a factor of two, during the last ten years. This decrease is particularly large for groupers, pagels and corvinas. On the contrary, three species show a strong increase of their abundance during recent years : brotula, octopus and cuttlefish.

This results globally agree with Caverivière's indices (present vol.) which were obtained from the scientific trawling conducted between 1971 and 1992. More generally, the possible sources for biases in using GLM methods on CPUE data to estimate stock abundances are discussed.

INTRODUCTION

Le calcul d'indices d'abondance annuels, par espèce ou taxon, présente deux types d'intérêts. D'une part, ces indices sont naturellement des indicateurs directs de l'état du stock, dont ils permettent de suivre l'évolution d'abondance au cours des années. D'autre part, ils peuvent être utilisés comme variables d'entrée dans les modèles d'évaluation des stocks, qu'il s'agisse d'estimer des efforts de pêche théoriques en vue de l'utilisation du modèle global, ou qu'il s'agisse de calibrer l'analyse des cohortes dans le cadre de l'approche structurale (Fonteneau et Gascuel, présent vol. ; Gascuel, présent vol.).

Parmi les nombreuses méthodes existant pour estimer de tels indices, l'une des plus courantes est l'utilisation de modèles linéaires, appliqués aux données de Prise par Unité d'Effort (PUE). La méthode de Robson (1966) s'appuie ainsi sur un modèle à 3 facteurs, avec : un effet "année" interprété comme un indice d'abondance ; un effet

"bateau" ou "catégorie de bateau" interprété comme un indice de puissance de pêche ; et un effet "zone" ou "zone*trimestre" interprété comme un indice de capturabilité moyenne par strate spatiale ou spatio-saisonnière. Dans certains cas, Laurec (1977) montre qu'il est préférable de s'en tenir à un modèle à 2 facteurs, année et bateau, afin de prendre en compte les changements de "capacité stratégique" (*Ibid.*) ou "efficience de pêche globale" de la flottille (Gascuel, 1993).

L'un comme l'autre de ces modèles permet donc d'estimer simultanément des indices d'abondance spécifiques et des facteurs de standardisation des puissances de pêche. Ils requièrent cependant, pour le calcul des PUE, la quantification d'un effort de pêche nominal, si possible corrigé pour que la mesure soit homogène entre les navires d'une même catégorie.

Dans le cas des pêches artisanales sénégalaises, la quantification de l'effort de pêche apparaît particulièrement complexe (Laloë et Samba, 1990). Elle semble, en revanche, relativement plus aisée et plus fiable pour la pêche industrielle. Par suite, on utilise ici des données de la pêche industrielle chalutière pour calculer les indices d'abondance annuels des ressources démersales sénégalaises.

Deux types d'analyses sont effectués. D'une part, on estime les indices d'abondance de l'ensemble des taxons exploités par la pêche industrielle. D'autre part, la même méthodologie est appliquée aux espèces jugées importantes pour la pêche artisanale, et qui sont simultanément capturées par la pêche industrielle. Les données utilisées (base de données du Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye) couvrent la période 1971 à 1991. Les indices d'abondance sont estimés par les deux types de modèles, à 2 ou à 3 facteurs. Ils sont comparés aux indices estimés par Caverivière (présent vol.), à partir des campagnes de chalutage des navires océanographiques.

DONNÉES ET MÉTHODES

Les données de PUE

Les chalutiers industriels pêchant dans la Zone Economique Exclusive Sénégalaise appartiennent à deux flottilles distinctes : la flottille des chalutiers basés à Dakar (essentiellement sénégalais), d'une part, et celle des chalutiers étrangers, d'autre part. Au sein de chacune de ces flottilles, on peut distinguer différentes catégories de navires, définies chacune par le métier pratiqué et par la classe de tonnage de jauge brute (TJB) ou de puissance motrice (CV) à laquelle appartient le navire (Thiam et Gascuel, 1993). Le croisement de 5 métiers et de 5 classes définit ainsi potentiellement 25 catégories de navires par flottille (cf. Annexe 1).

Les captures réalisées par ces flottilles peuvent être partitionnées en 14 taxons (Annexe 2a), en s'appuyant sur la classification présentée par Thiam et Gascuel (1993). La prise en compte de cette classification permet d'analyser les variations d'abondance de l'ensemble des ressources démersales sénégalaises exploitées par la pêche industrielle.

Par ailleurs, dans le cadre de la préparation du présent Symposium, une liste d'espèces considérées comme importantes pour la pêche artisanale a été établie. Parmi ces espèces, sept sont également identifiées dans les captures de la pêche industrielle (Annexe 2b) ; leur abondance est donc plus particulièrement analysée ici (1).

Les PUE de chaque espèce ou taxon sont calculées par navire. L'effort de pêche utilisé est un temps de pêche égal à la durée des marées (en heures), corrigée d'un temps de route par marée dépendant de la zone de pêche. Trois grandes zones de pêche sont ici distinguées (Annexe 1).

En ce qui concerne les 14 taxons, seules les données de capture des chalutiers basés à Dakar sont analysées ; les PUE de chaque bateau sont établies en valeur moyenne par trimestre et par zone de pêche, en vue de l'utilisation du modèle à trois facteurs de Robson. On travaille donc ici sur le fichier suivant :

- fichier 1 : Chalutiers Dakarois 1971-91, 14 taxons, PUE par bateau, an, trimestre, zone (6253 enregistrements).

En ce qui concerne les 7 espèces considérées importantes pour la pêche artisanale, l'analyse est complétée par 2 types de traitements, menés à titre comparatif. D'une part, on analyse également les données statistiques de la flottille étrangère. D'autre part, les PUE sont aussi calculées sur une base annuelle et toutes zones confondues, en vue de l'utilisation d'un modèle à 2 facteurs. On travaille donc ici sur trois fichiers :

- fichier 2 : Chalutiers Dakarois 1971-91, 7 espèces, PUE par bateau, an, trimestre, zone (6253 enregistrements);
- fichier 3 : Chalutiers Dakarois 1971-91, 7 espèces, PUE par bateau et année (1339 enregistrements) ;
- fichier 4 : Chalutiers étrangers 1983-90, 7 espèces, PUE par bateau et année (245 enregistrements).

Les modèles linéaires

Le modèle de Robson (1966) est ajusté aux PUE par bateau, année, trimestre et zone de pêche (fichiers 1 et 2). Il s'écrit de la manière suivante :

$$U_{b,a,t,z} = P_c \cdot IA_a \cdot q_{t,z} \cdot \varepsilon_{b,a,t,z} \quad \text{avec :}$$

$U_{b,a,t,z}$:	PUE du bateau b, l'année a, le trimestre t, dans la zone z
P_c :	effet catégorie de navires, pour la catégorie c
IA_a :	effet année
$q_{t,z}$:	effet strate spatio-saisonnière
$\varepsilon_{b,a,t,z}$:	terme résiduel

(1) Parmi les 7 espèces étudiées, une correspond à l'un des 14 taxons précédents (la Sole langue) ; les autres à une classification plus détaillée que les taxons. En définitive, ce sont donc 20 espèces ou taxons qui sont analysés.

Les facteurs P_c peuvent être interprétés comme des puissances de pêche. Ils mesurent, en valeur moyenne au cours de la période, la capacité de chaque catégorie de navires à capturer l'espèce ou le taxon considéré. Le facteur $q_{t,z}$ est lui interprété comme une capturabilité moyenne par trimestre et zone de pêche ; cette capturabilité, qui varie notamment en fonction de la répartition spatio-saisonnière des espèces, affecte chaque année l'ensemble des catégories de navire.

Enfin, le facteur IA_a mesure une variabilité inter-annuelle commune à toutes les catégories de bateaux ; il est interprété comme un indice annuel de l'abondance du taxon considéré. Cette interprétation s'appuie sur l'hypothèse que les puissances de pêche des différentes catégories de navire sont globalement constantes sur l'ensemble de la période. L'accroissement éventuel de la puissance motrice ou du tonnage des navires est ainsi pris en compte. En effet, lorsqu'il se produit, un tel accroissement se traduit par un changement de la catégorie à laquelle appartient le navire considéré.

L'utilisation d'un modèle comportant un terme de capturabilité spatio-saisonnière conduit à estimer des indices d'abondances qui ne sont pas biaisés par les changements de répartition spatio-temporelle de l'effort de pêche. En revanche, Laurec (1977) montre que les termes P_c ainsi estimés correspondent à une puissance de pêche locale moyenne ; ils ne tiennent pas compte des éventuels changements de l'efficience des navires (i.e. de leur capacité à trouver les strates favorables). Un accroissement global de l'efficience de pêche de la flottille risque ainsi d'être interprété, à tort, comme un accroissement des abondances. Ces considérations conduisent Laurec à recommander que l'analyse soit complétée par un modèle à deux facteurs.

Le modèle à 2 facteurs est ajusté aux PUE par bateau et année (fichier 3 et 4). Il s'écrit :

$$U_{b,a} = P_c \cdot IA_a \cdot \varepsilon_{b,a}$$

Comme précédemment le terme IA_a est interprété comme un indice d'abondance du taxon considéré.

L'utilisation de modèles multiplicatifs conduit à travailler non pas directement sur les PUE, mais sur leur logarithme (népérien). Les indices d'abondance estimés sont ensuite ré-exprimés en valeurs brutes, par une transformation exponentielle et en tenant compte du facteur de correction lié à cette transformation (2).

Pour chaque fichier et chaque taxon, le modèle linéaire correspondant est ajusté en considérant successivement comme catégorie de navire :

- les métiers uniquement (5 catégories),
- les classes de TJB de chaque métier (17 catégories effectivement présentes),
- les classes de CV de chaque métier (16 catégories effectivement présentes).

Le modèle dont l'ajustement est le plus significatif est finalement retenu. Il corres-

(2) Si IL_a est l'indice logarithmique estimé d'après le log des PUE, et σ_a l'écart type du modèle correspondant, un estimateur de l'indice brut est alors : $IA_a = \exp(IL_a + \sigma_a^2/2)$

pond toujours à celui pour lequel l'effet année est aussi le plus significatif. Les ajustements sont réalisés à l'aide de la procédure GLM du logiciel SAS.

Ces indices d'abondance sont comparés à ceux estimés par Caverivière et Thiam (1992) et par Caverivière (présent vol.), au cours des trois campagnes de chalutages scientifiques 1971-72, 1986-87 et 1992. Pour cela, la tendance d'évolution des indices d'abondance issus de la modélisation des PUE est calculée. On procède par régression linéaire entre indices et années sur les intervalles de temps 1971/1986, d'une part, et 1986/1991, d'autre part. (A titre comparatif, la tendance au cours de la dernière décennie connue est également estimée). Pour chacune des périodes, la tendance est quantifiée par un indice de variation inter-annuelle moyenne ; cet indice est exprimé en pourcentage de variation, comparativement à l'abondance du début de la période. Il est comparé à l'indice équivalent issu des données de Caverivière.

RÉSULTATS

Ajustement des modèles linéaires

Le tableau 1 résume les principaux résultats se rapportant à l'ajustement des modèles. Concernant le choix des catégories de navires, la prise en compte des classes de tonnages ou de puissances motrices se traduit toujours, comparativement aux modèles basés sur les seuls métiers, par une plus forte variance expliquée, et par un effet année plus significatif. Ceci est naturellement logique. Dans la plupart des cas, la prise en compte des classes de tonnages conduit à un ajustement plus satisfaisant que celle des classes de puissances motrices. Ce résultat n'est cependant pas systématique et le "meilleur" des deux modèles est finalement retenu.

Concernant les données des chalutiers sénégalais (fichiers 1 à 3), les modèles à 2 et 3 facteurs se traduisent, quelque soit l'espèce, par des ajustements et par des effets année très hautement significatifs (à 99.9 % de certitude). Malgré un nombre de degrés de liberté du terme d'erreur beaucoup plus élevé, le modèle à 3 facteurs (fichiers 1 et 2), ainsi que son effet année, expliquent une part de l'inertie totale sensiblement équivalente à celle du modèle à 2 facteurs. Les résultats du modèle à trois facteurs sont ainsi considérés ici comme base de référence.

Ce modèle linéaire explique une part de variance totale des PUE comprise entre 30 et 73 % pour chacun des 14 taxons étudiés, et entre 21 et 59 % pour chacune des 7 espèces. Le pourcentage expliqué par le seul effet année varie quant à lui entre 2 et 17 % .

Concernant les données des chalutiers étrangers, l'ajustement du modèle à deux facteurs n'est significatif que pour 3 des 7 espèces : le Thiof, le Pageot et le Pagre. Le modèle et l'effet année expliquent alors respectivement de 33 à 38% et de 8 à 19 % de la variance totale. Les résultats de ce modèle seront utilisés à titre comparatif.

Fichier		Taxon ou Espèce	Catégorie de navires retenue	ddl	MODELE %d'inert.	MODELE P.level	EFFET ANNEE %d'inert.	EFFET ANNEE P.level	n
FIC1	Chalutiers sénégalais par année, trimestre et zone	T1	métiers.TJB	44	36,3	0,0001	6,9	0,0001	4360
		T2	métiers.CV	44	29,7	0,0001	2,8	0,0001	5213
		T3	métiers.TJB	45	52,7	0,0001	5,1	0,0001	3569
		T4	métiers.TJB	46	36,4	0,0001	1,9	0,0001	4275
		T5	métiers.TJB	47	72,7	0,0001	2,0	0,0001	2424
		T6	métiers.TJB	47	53,4	0,0001	3,6	0,0001	4327
		T7	métiers.TJB	47	60,5	0,0001	6,2	0,0001	3959
		T8	métiers.TJB	30	37,7	0,0001	8,0	0,0001	977
		T9	métiers.TJB	47	43,9	0,0001	7,1	0,0001	4544
		T10	métiers.TJB	46	33,1	0,0001	10,5	0,0001	4879
		T11	métiers.TJB	46	43,9	0,0001	2,5	0,0001	4295
		T12	métiers.TJB	43	45,7	0,0001	6,1	0,0001	1219
		T13	métiers.TJB	47	60,1	0,0001	3,9	0,0001	2095
		T14	métiers.TJB	47	45,0	0,0001	16,8	0,0001	5497
FIC2	Chalutiers sénégalais par année, trimestre, et zone	E1	métiers.TJB	44	21,0	0,0001	9,5	0,0001	959
		E2	métiers.CV	46	48,0	0,0001	16,9	0,0001	1497
		E3	métiers.TJB	47	42,8	0,0001	6,9	0,0001	4503
		E4	métiers.TJB	47	43,9	0,0001	4,6	0,0001	3218
		E5	métiers.TJB	46	59,2	0,0001	2,2	0,0001	3110
		E6	métiers.CV	44	29,7	0,0001	2,8	0,0001	5213
		E7	métiers.TJB	47	56,0	0,0001	4,9	0,0001	3384
FIC3	Chalutiers sénégalais par année	E1	métiers.TJB	32	25,3	0,0001	13,9	0,0001	336
		E2	métiers.TJB	34	49,0	0,0001	16,0	0,0001	517
		E3	métiers.TJB	36	39,8	0,0001	9,3	0,0001	1186
		E4	métiers.TJB	36	44,3	0,0001	7,9	0,0001	996
		E5	métiers.CV	34	59,7	0,0001	2,4	0,0005	860
		E6	métiers.CV	33	44,0	0,0001	3,4	0,0001	1164
		E7	métiers.TJB	36	59,3	0,0001	7,0	0,0001	943
FIC4	Chalutiers étrangers par année (1983-90)	E1	métiers.TJB	7	88,1	0,3586		0,5529	10
		E2	métiers.TJB	17	29,7	0,2357		0,3447	70
		E3	métiers.TJB	22	33,2	0,0001	18,7	0,0001	222
		E4	métiers.TJB	19	37,8	0,0001	8,0	0,0016	207
		E5	métiers.TJB	18	39,1	0,0001		0,1877	130
		E6	métiers.TJB	21	25,6	0,0041		0,1305	155
		E7	métiers.TJB	21	33,1	0,0001	13,9	0,0001	204

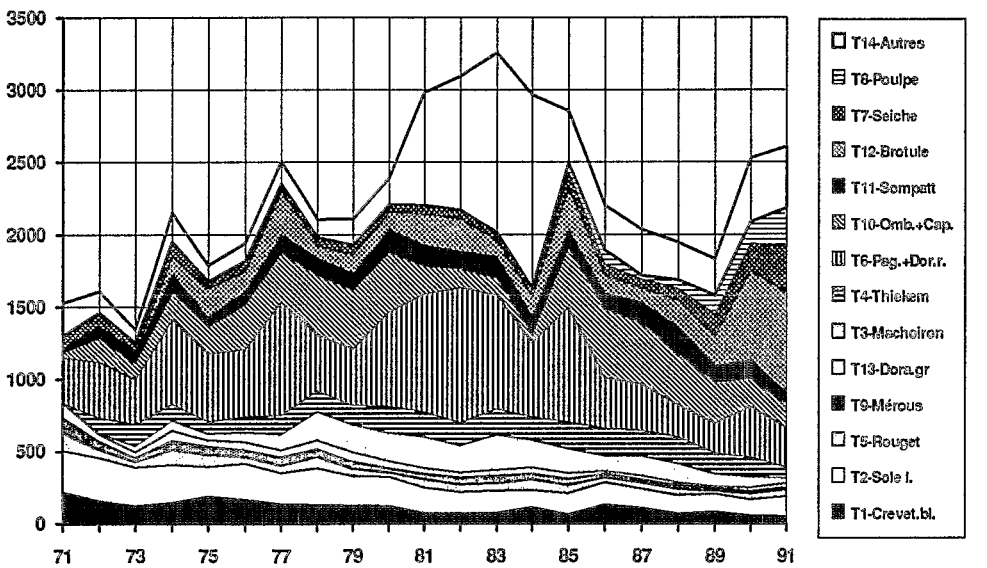
Tableau 1 : Ajustement des modèles linéaires sur les Prises par Unités d'Effort des espèces et taxons capturés par la pêche industrielle sénégalaise.

Variations inter-annuelles de l'abondance des espèces et taxons

Parmi les 14 groupes d'espèces, exploités par la pêche industrielle sénégalaise, on peut schématiquement distinguer trois cas différents (Tableau 2 et Figure 1) :

- Cinq taxons voient leur indice d'abondance diminuer de manière relativement régulière sur l'ensemble de la période étudiée. Au cours des deux décennies, la Sole langue et le Rouget verraient ainsi leur abondance approximativement divisée par 2, la Crevette blanche et la Dorade grise par 3, et le groupe des Mérous (Thiof, Badèche, ...) par un facteur 4.

Figure 1 : Evolution des indices d'abondance des 14 taxons exploités par la pêche industrielle sénégalaise, entre 1971 et 1991 (Indices estimés par le modèle linéaire à 3 facteurs appliqué aux données du fichier 1. Unités arbitraires).



- Cinq autres taxons, auxquels il convient d'ajouter le groupe des "Autres divers", voient leur indice successivement croître durant la décennie 70, puis décroître au cours de la décennie 80. Durant les dix dernières années, le Thiekem, les Capitaines, le Sompatt et les Sparidés (Pageot, Dorade Rose...) verraient ainsi leur abondance divisée par un facteur 2 ou 3. Pour le Machoiron, la diminution atteindrait un facteur 5.

- Trois espèces présentent à l'inverse une abondance qui semble s'accroître très fortement au cours de la période récente. Entre 1981 et 1991, les indices de la Brotule et de la Seiche sont ainsi multipliés par environ 3 et 5 respectivement. Le Poulpe, absent des statistiques jusqu'en 1984, voit lui son abondance s'accroître d'un facteur 4 entre 1985 et 1991.

An	T1 Crevette blanche	T3 Machoi.	T4 Thiekem	T5 Rouget	T6 Pageot+ Dorad. r.	T7 Seiche	T8 Poulpe	T9 Mérous +Thiof	T10 Ombri.+ Capit.	T11 Sompa.
71	218.4			130.5	320.5	87.9		97.5	40.1	21.2
72	159.7	8.4	108.0	59.5	389.3	97.3		56.4	168.9	74.8
73	121.1	40.8	152.1	36.5	311.3	61.3		26.9	115.5	64.6
74	142.7	70.8	116.0	103.5	584.1	102.7		63.8	185.2	128.8
75	187.6	44.0	80.6	84.9	473.8	49.2		55.2	189.5	62.9
76	169.0	66.1	110.4	49.9	469.9	74.0		46.3	304.9	95.8
77	136.7	110.4	130.7	55.6	787.7	51.1		54.7	342.2	121.1
78	131.0	199.5	142.8	76.6	386.3	56.4		53.8	414.1	120.3
79	127.6	191.4	135.2	55.5	394.8	65.2		47.6	407.1	111.2
80	120.8	192.7	187.3	30.4	652.8	52.2		28.7	415.4	154.7
81	76.2	212.4	175.6	58.2	815.5	61.2		37.8	193.4	148.2
82	76.3	184.4	159.4	52.3	932.3	61.4		49.2	132.3	122.2
83	74.8	246.6	177.4	54.7	786.1	57.3		53.7	120.3	149.3
84	115.7	186.2	161.8	73.4	514.3	69.7		43.4	61.2	122.7
85	64.0	170.8	184.1	56.2	796.2	109.7	67.1	41.2	414.9	111.2
86	132.4	107.7	188.7	37.3	353.3	74.8	102.7	28.5	476.0	107.4
87	110.0	137.6	179.0	43.5	322.0	59.8	27.4	23.7	424.3	141.1
88	71.1	131.0	185.9	45.9	220.4	76.9	64.6	27.0	357.6	183.0
89	83.3	92.3	137.2	24.9	208.4	147.7	132.2	15.1	289.4	113.6
90	56.2	73.8	137.6	46.1	351.2	192.6	149.3	14.7	194.7	130.5
91	51.8	34.6	76.5	47.7	273.1	319.3	266.7	12.3	166.0	81.3

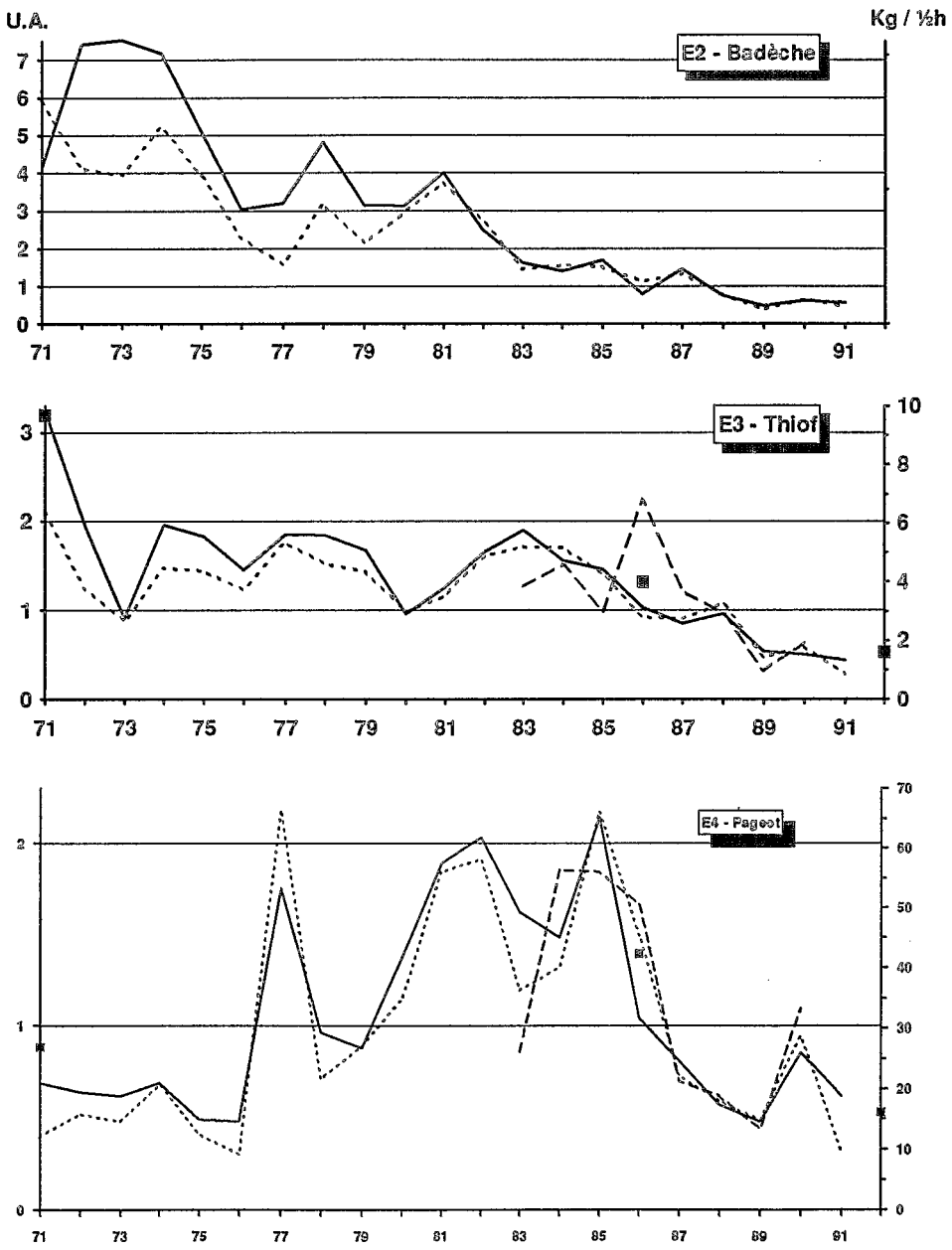
An	T12 Brotule	T13 Dorade grise	T14 Autres Divers		E2 Badèche	E3 Thiof	E4 Pageot	E5 Carrang.	E6 Sole langue	E7 Pagre
71		101.7	224		32.8	85.6	298.9	41.8	283.7	16.1
72		47.5	143		59.0	51.6	277.2	44.1	292.6	17.6
73	13.9	42.8	92		59.9	24.0	268.6	40.9	268.4	16.3
74	122.4	70.0	198		57.1	51.6	298.9	53.9	263.3	38.4
75	198.1	46.7	110		40.6	48.2	212.3	52.5	204.8	35.1
76	133.9	56.0	121		24.3	38.2	207.9	31.1	243.0	30.7
77	301.2	50.7	154		25.4	48.7	758.1	48.3	209.9	19.4
78	83.6	63.2	123		38.3	48.4	415.9	33.4	253.1	9.6
79	129.3	64.8	184		25.0	44.0	381.2	24.1	197.2	8.9
80	118.5	50.6	179		24.8	25.3	593.5	33.4	202.3	14.8
81	210.6	43.6	780		31.9	33.2	818.7	45.0	169.2	13.3
82	223.3	35.3	922		19.7	43.7	879.4	46.9	141.2	14.5
83	111.4	36.3	1239		12.9	50.0	701.8	49.2	148.8	13.2
84	129.2	43.4	1330		11.2	41.1	641.1	74.8	113.2	8.7
85	292.2	39.7	361		13.4	38.4	927.0	74.3	145.0	9.6
86	123.2	15.3	306		6.4	27.1	450.5	46.0	147.6	7.3
87	96.3	23.9	316		11.6	22.4	350.9	34.4	127.2	7.0
88	183.4	18.2	261		6.0	25.3	246.9	35.8	120.8	6.4
89	205.4	13.1	252		3.8	14.2	207.9	32.5	117.0	5.8
90	610.0	25.4	439		4.9	13.2	368.2	43.6	105.6	10.4
91	688.2	30.4	427		4.5	11.6	268.6	54.3	134.8	9.1

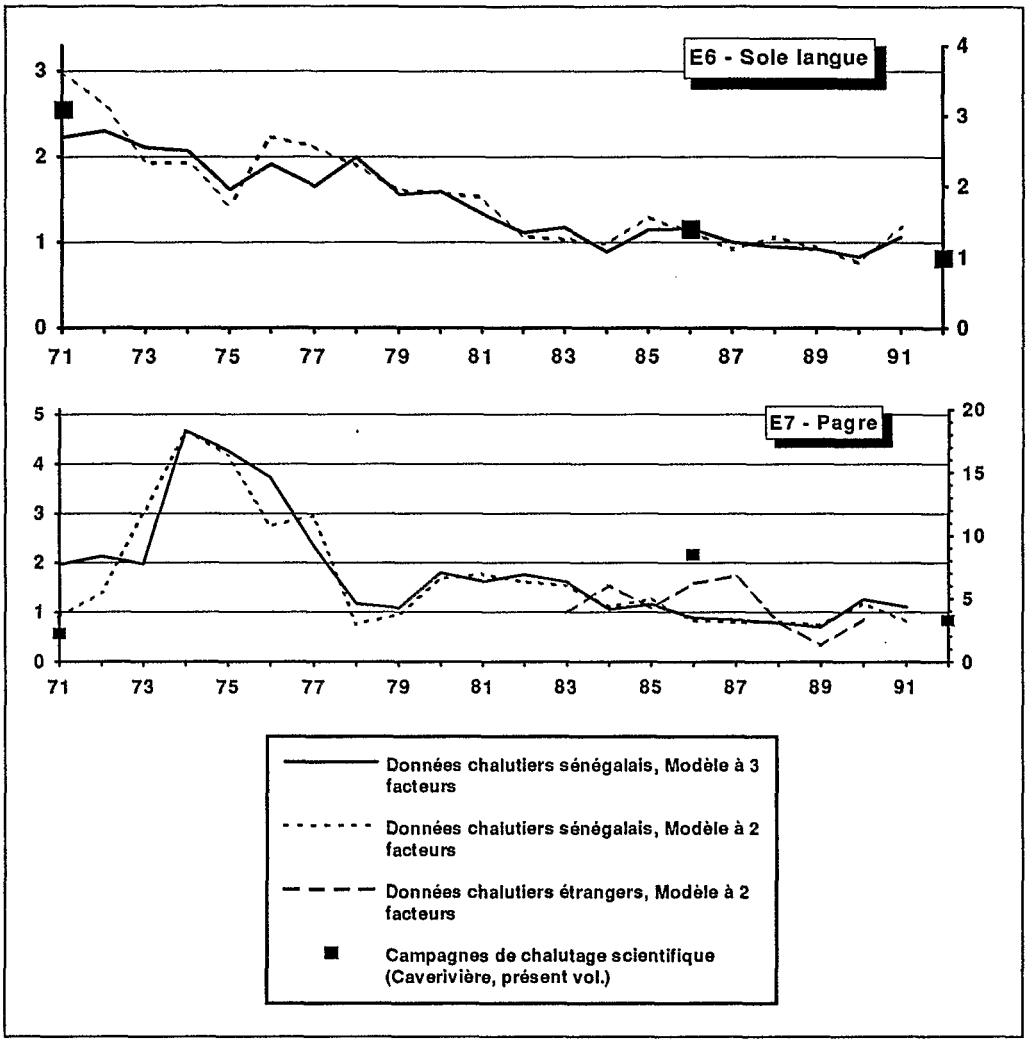
Tableau 2 : Indices d'abondance des ressources démersales sénégalaises de 1971 à 1991
(Estimation par modélisation linéaire des PUE par bateau, année, trimestre et zone de pêche, pour les 14 taxons du fichier 1 et les 7 espèces du fichier 2.
Nota : Ne sont pas indiqués : le taxon 2 qui correspond à l'espèce 6 ; et l'espèce 1 dont la modélisation est jugée non satisfaisante)

Figure 2 : Evolution des différents indices d'abondance estimés pour 5 espèces exploitées par la pêche artisanale sénégalaise, entre 1971 et 1991.

Les indices estimés par modélisation linéaire des PUE sont en Unités Arbitraires, rapportées à une valeur 1 en moyenne pour la période 1983-91 commune au trois indices (axe de gauche)

Les indices estimés à partir des campagnes de chalutages scientifiques (Caverivière, 1994) sont exprimés en Kg par 1/2 heure de trait (axe de droit).





Globalement, les évolutions d'abondance paraissent en définitive relativement contrastées en ce qui concerne la décennie 70. Depuis le début des années 80, la baisse semble en revanche générale, avec en moyenne une division des indices par un facteur 2 depuis 10 ans. Trois espèces, Brotule, Seiche et Poulpe, font exception à cette évolution ; leur hausse compense approximativement la diminution des autres espèces.

L'examen des résultats concernant les 7 espèces considérées comme importantes pour la pêche artisanale appelle plusieurs commentaires additionnels (Tableau 2 et Figure 2).

- Les résultats obtenus pour le Tassergal conduisent à souligner les limites de la modélisation des PUE. En effet, les indices estimés fluctuent fortement sans tendance, ce qui parait clairement aberrant compte tenu des connaissan-

ces acquises par ailleurs (très forte diminution du stock ; Ferraris et Cury, présent volume). Ceci est à mettre en relation avec le caractère plus pélagique que démersale de cette espèce. Sa capture par la pêche industrielle chalutière reste aléatoire ; les PUE sont calculées pour un nombre parfois très réduit de marées par strate spatio-temporelle, et le modèle linéaire est ajusté sur un plan d'échantillonnage très déséquilibré.

Concernant le Chinchard, les résultats indiquent une stabilité globale depuis 20 ans. Il convient cependant de rester prudent quant au diagnostic sur cette espèce, dans la mesure où la phase démersale ne constitue ici aussi qu'une fraction du stock exploitable.

- On retrouve une nette diminution d'abondance, au cours des deux décennies, pour trois des espèces étudiées. L'indice de la Badèche décroît ainsi fortement et assez régulièrement sur toute la période ; il est divisé par un facteur d'environ 15 depuis vingt ans. Le Thiof présente des valeurs fortes en 1971, des fluctuations assez irrégulières entre 1972 et 1983 ou 84, puis une nette diminution depuis cette période ; son indice d'abondance est ainsi divisé par un facteur 3 ou 4 au cours des huit dernières années. Enfin, comme on l'a vu précédemment, l'indice de la Sole langue diminue régulièrement, avec une division approximativement par 2, entre le début et la fin de la période.

- Le Pageot et le Pagre présentent des indices fluctuants, sans tendance caractéristique à l'échelle des deux décennies. Pour ces deux espèces, on observe cependant une forte diminution d'abondance dans la période récente, avec, pour le Pageot, une division par un facteur 3 depuis 1986, et, pour le Pagre, une division par un facteur 4 depuis 1976.

Ici aussi, on retiendra que les années récentes sont marquées par une diminution, souvent forte, de l'abondance des ressources démersales étudiées.

Comparaison des différents indices d'abondance

Pour chacune des 7 espèces étudiées, les deux séries d'indices calculés par modélisation des PUE des chalutiers sénégalais (modèles à 2 et 3 facteurs) sont corrélées de manière hautement significative (Tableau 3). Ces indices conduisent l'un et l'autre aux mêmes diagnostics concernant les évolutions tendancielles des abondances. Ce résultat est somme toute logique, dans la mesure où ces indices s'appuient sur des jeux de données dont la variabilité inter-annuelle est commune. Il indique une faible sensibilité des estimations au modèle utilisé.

La seule différence notable concerne la Badèche au cours de la décennie 70. Même si la corrélation est dans ce cas hautement significative, le modèle à 3 facteurs indique une diminution nettement plus sensible que le modèle à 2 facteurs (cf. Figure 2). Ce résultat pourrait traduire une diminution de l'efficience des navires sur cette espèce, qui n'est vraisemblablement que marginale dans la définition des stratégies de pêche des navires. Cette diminution d'efficience conduirait le modèle à trois facteurs à surestimer la baisse d'abondance réellement intervenue.

Le troisième indice estimé par modélisation des PUE, s'appuie sur les données de la flottille étrangère, entre 1983 et 1990, c'est-à-dire sur un jeu de données totalement

indépendant. Il peut être comparé à l'indice de référence (modèle à 3 facteurs) pour les trois espèces auxquelles il s'ajuste significativement (Figure 2 et Tableau 3). Pour le Pageot, les deux indices sont significativement corrélés (à 95 % de certitude) et présentent des évolutions très cohérentes. Pour le Thiof, la corrélation n'est pas significative par suite d'estimations très différentes sur l'une des années (1986). Globalement les deux indices conduisent cependant au même diagnostic d'une diminution d'abondance importante au cours de la période. Pour le Pagre enfin, les deux indices ne sont pas corrélés. L'indice de référence est relativement stable, tandis que celui lié à la flottille étrangère fluctue fortement.

Espèce	Modèles à 2 et 3 facteurs des chalutiers sénégalais		Modèle à 3 fact., chalut. Sénégal./ Modèle à 2 fact., chalut. étrangers	
	Corr.	%certit.	Corr.	%certit.
E1	0,541	98,6		
E2	0,856	99,9		
E3	0,913	99,9	0,450	73,7
E4	0,940	99,9	0,726	95,6
E5	0,843	99,9		
E6	0,930	99,9		
E7	0,920	99,9	0,020	0,4

Tableau 3 : Corrélation (et niveau de significativité) entre les différents indices d'abondance estimés par modélisation linéaire de PUE

	Période 1971-1986				Période 1986-1992				Période 1981-1991		
	R	Cert %	ID1 %/an	ID2 %/an	R	Cert %	ID1 %/an	ID2 %/an	R	Cert %	ID1 %/an
T2-Sole l.	-0,93	99	-3,9	-3,7	-0,48	67		-4,8	-0,66	97	-2,5
T5-Rouget	-0,48	94	-3,1	6,3	0,24	35		-6,8	-0,57	93	-3,5
T9-Mérous	-0,54	97	-3,0	-3,6	-0,91	99	-11,8	-11,9	-0,90	99	-7,7
T13-Dorad.gr.	-0,68	99	-3,8	-0,1	0,61	80		-1,4	-0,66	97	-5,4
T3-Machoiron	-0,66	99	20,6	-5,4	-0,83	96	-12,3	0,4	0,92	99	-7,6
T4-Thiekem	0,73	99	5,9	3,7	-0,91	99	-10,3	-0,7	-0,60	95	-3,1
T10-Omb.+Cap.	0,38	85		-4,8	-0,99	99	-13,7	-7,1	0,26	56	
T11-Sompatt	0,65	99	7,0	1,4	-0,36	51		5,2	-0,29	61	
E3-Thiof	-0,48	94	-2,7	-3,9	-0,92	99	-12,0	-10,0	-0,88	99	-7,5
E4-Pageot	0,72	99	16,7	3,8	-0,53	72		-10,3	-0,86	99	-7,9
E7-Pagre	-0,58	98	-4,5	19,1	0,57	76		-10,2	-0,68	98	-4,8

Tableau 4 : Indices de variation inter-annuelle moyens des ressources démersales sénégalaises : estimations d'après le PUE de la pêche industrielle (ID1) et d'après les campagnes de chalutages scientifiques (ID2).

R et Cert. : coefficient de corrélation et niveau de significativité de la régression entre indices d'abondance IA (issus de la modélisation des PUE) et années ;

D1 : pourcentage de variation inter-annuelle correspondant à cette régression (lorsqu'elle est significative) ;

ID2 : pourcentage de variation inter-annuelle moyen entre les indices d'abondance en début et fin de période estimés par Caverivière (1994, présent vol.).

Nota : sont pris en compte ici les espèces et taxons communs aux deux études.

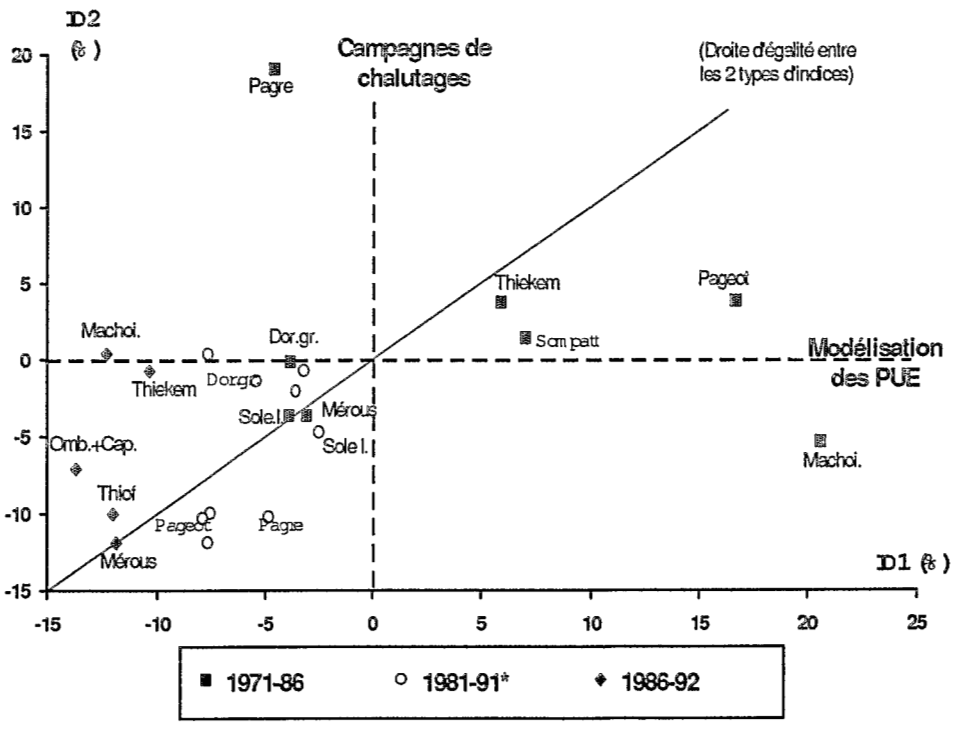
Cette comparaison semble donc valider les indices utilisés, en tant que mesure des évolutions tendancielles d'abondance à une échelle pluriannuelle. Les fluctuations d'une année à l'autre doivent par contre être considérées avec la plus extrême prudence.

C'est à partir de cette considération que la comparaison avec les résultats de Caverivière s'appuie, non pas sur les valeurs obtenues une année donnée, mais sur les indices de tendance inter-annuelle, estimés par régression linéaire (Tableau 4).

De ce point de vue, les évolutions tendancielles des indices issus de la modélisation apparaissent globalement cohérents avec les résultats issus des campagnes de chalutages scientifiques. Parmi les 7 espèces plus particulièrement analysées, 4 sont également individualisées dans les estimations de Caverivière. Les deux types d'indices sont ici concordants (Figure 2). Selon l'indice considéré, l'abondance du Thiof diminue, par exemple, de 2,7 ou 3,9 % par an entre 1971 et 1986, et de 10 ou 12 % par an entre 1986 et 1992.

Figure 3 : Variations inter-annuelles moyennes des indices d'abondance des espèces et taxons étudiés. Estimations pour 3 périodes de temps, et à partir des 2 types de méthodes : modélisation des PUE (ID1), et campagnes de chalutages (ID2). (cf. données du Tableau 4).

(•) Sont ici représentées, par convention, les données ID1 estimées sur 1981-91 et ID2 estimées sur 1986-92.



Lorsqu'on examine plus généralement l'ensemble des espèces et taxons pris en compte dans les deux études (Figure 3), il n'existe pas de corrélation directe entre les indices ; des différences sensibles apparaissent quant aux valeurs obtenues. Pour la période la plus ancienne, des inversions de diagnostics (*i.e.* baisse ou augmentation d'abondance) sont même observées pour quelques espèces.

En revanche, les résultats de la période récente sont relativement plus cohérents. Tous les indices sont négatifs ou nuls, quelque soit la méthode d'étude ou le taxon considéré. Les données des campagnes de chalutage confirment en particulier la forte diminution de l'abondance du Thiof et plus généralement des Mérous, du Pageot, des Capitaines et de l'Ombrine. Une diminution plus modérée est également confirmée pour le Pagre, la Sole langue et la Dorade grise.

Puissances de pêche et capturabilités

La modélisation des PUE conduit également à estimer, par espèce et pour l'ensemble de la période 1971 à 1991, des facteurs de standardisation des puissances de pêche par catégorie de navires (i.e. métier et classe de TJB ou CV) (cf Annexe 3), et des capturabilités moyennes par trimestre et zone de pêche (cf. Annexe 4). Les premiers pourraient être utiles dans le cadre d'une standardisation de l'effort, en vue par exemple de l'ajustement de modèles globaux monospécifiques. Les secondes mesurent de manière synthétique des variations saisonnières d'accessibilité de la ressource. Il peut, par exemple, être utile de les comparer à des schémas de migrations saisonnières.

Ces résultats doivent être considérés comme préliminaires et mériteraient sans doute discussion avant d'être validés. Ils sont ici donnés à titre indicatif et ne sont donc pas analysés plus en détail.

DISCUSSION - CONCLUSION

Au delà d'une certaine cohérence entre les différents indices, il semble nécessaire de revenir sur la question centrale suivante : les indices d'abondance estimés par modélisation linéaire des PUE permettent-ils une mesure fiable des variations réelles de l'abondance des stocks ? Quatre types de variabilités sont *a priori* susceptibles d'intervenir et d'entraîner des biais dans les diagnostics.

* *Variabilité de l'environnement hydroclimatique*

L'indice d'abondance obtenu à partir des PUE mesure en réalité une abondance apparente, produit d'une abondance vraie et d'une capturabilité moyenne à l'échelle de l'ensemble du stock et de l'année. Le terme de capturabilité peut fluctuer d'une année à l'autre, en liaison notamment avec l'environnement hydroclimatique.

Dans de nombreux cas, il paraît raisonnable de considérer que ces variations interviennent de manière plus ou moins aléatoire, c'est-à-dire sans présenter d'évolutions tendancielles à l'échelle de plusieurs années. Par suite, et cela a déjà été noté, se sont ici les variations de l'indice d'abondance sur le long terme qui doivent être

analysées. Les fluctuations d'année en année risquent fort de traduire des changements de capturabilité.

A l'inverse, les fluctuations de l'hydroclimat peuvent conduire non seulement à des changements de capturabilité, mais aussi à des variations du recrutement. On notera que de tels effets ne sont ici pas mis en évidence par l'étude d'indices d'abondance globaux. Une analyse de ce type nécessiterait vraisemblablement de prendre en compte des PUE par groupe d'âge.

Enfin, dans certains cas, et notamment en Afrique de l'Ouest, des évolutions du climat sur le long terme sont mises en évidence (*in*: Cury et Roy, 1991). Dans une telle situation, la modélisation des PUE conduit à estimer l'abondance du stock exploitable, ce qui peut paraître *a priori* satisfaisant. En terme de modélisation de la dynamique des stocks, l'utilisation de tels indices peut cependant conduire à des biais importants. Une inversion de l'évolution du climat influera par exemple sur l'abondance, indépendamment des variations de l'effort de pêche.

* *Variabilité des stratégies de pêche*

Les stratégies de pêche des bateaux sont également susceptibles de changer sur le long terme, en liaison notamment avec les évolutions socio-économiques. Ce phénomène peut se traduire par le report de l'effort de pêche effectif d'une espèce à une autre ; il entraîne alors des PUE annuellement décroissantes pour l'une et croissantes pour l'autre, indépendamment de toutes variations réelle d'abondance.

De telles évolutions paraissent parfaitement vraisemblables pour un métier ou une catégorie de navires donné. En revanche, il semble peu probable qu'elles puissent avoir affecté simultanément l'ensemble des métiers de la pêche chalutière sénégalaise, au cours de la période considérée. Une diminution tendancielle du prix d'une espèce est, par exemple, susceptible d'entraîner une diminution de la puissance de pêche spécifique correspondante. Ceci est vrai pour les bateaux dont l'espèce considérée est l'espèce cible (ou l'une des espèces cible). Il paraît par contre raisonnable d'admettre que la stratégie de pêche des navires pour lesquels l'espèce est accessoire serait alors peu modifiée.

Autrement dit, l'interprétation des indices comme mesure réelle de l'abondance est valide, sous l'hypothèse de stratégies de pêche indépendantes entre métiers. Sur un plan scientifique, cette réflexion conduit à souligner l'importance de la définition des métiers, partitionnant la flottille en groupes de navires de stratégies homogènes dans un métier, et de stratégies distinctes entre métiers.

* *Variabilité de l'environnement économique*

Un cas particulier d'évolution des stratégies de pêche mérite d'être traité à part : c'est celui qui concerne l'évolution des taux de rejet, en liaison avec l'environnement économique global de la pêcherie. Ainsi, une dégradation continue de cet environnement peut conduire les pêcheurs à conserver à bord les plus petits poissons et les espèces de faible valeur marchande. Une telle évolution pourrait notamment expliquer pour partie l'accroissement apparent d'abondance observé au cours de la décennie 70, pour un certain nombre d'espèces et pour la catégorie des divers (cf. Figure 1).

Dans l'hypothèse où cette évolution se serait poursuivie au cours de la décennie 80, la diminution des indices mise en évidence sous-estimerait la baisse réelle de l'abondance des différents stocks. La comparaison effectuée avec les données de chalutage scientifique ne conduit pas à mettre en évidence un tel biais. Elle ne permet pas non plus de l'exclure.

* *Variabilité "technologique"*

La dernière source d'incertitude est sans doute la plus délicate. Elle concerne la tendance naturelle de tous les navires à accroître leur puissance de pêche. Nous avons vu que le modèle linéaire permet de tenir compte de deux aspects essentiels : d'une part, les changements de tonnage et de puissance motrice affectant la flottille ; d'autre part, les variations globales de l'efficience de pêche des navires.

En revanche, les accroissements de puissance de pêche liés à la modernisation technologique, par exemple les innovations en matières d'engins de capture et d'appareillage, ne sont pas pris en compte. Si ils affectent plus ou moins tous les navires ou toutes les catégories de navires - cela est vraisemblable -, il peut s'en suivre un biais dans l'ensemble des diagnostics. On notera, et c'est essentiel, qu'un tel biais irait alors nécessairement dans le sens d'une sous-estimation des diminutions réelles d'abondance, ou d'une surestimation des augmentations. Il conduirait donc à un diagnostic exagérément optimiste.

On le voit, ce sont les évolutions tendancielles à long terme qui posent le plus problème. La comparaison avec les données de chalutage scientifique mériterait, de ce point de vue, d'être affinée. En particulier, il conviendrait de compléter l'analyse en prenant en compte un plus grand nombre d'espèces, et en s'attachant également à la taille moyenne des captures. En ce qui concerne la modélisation proprement dite, les traitements effectués pourraient utilement être complétés par trois types d'analyses. D'une part, une modélisation des PUE par groupe d'âge permettrait de mieux cerner l'influence de l'environnement climatique ou économique, et de distinguer certains changements réels d'abondance des changements de capturabilité. D'autre part, l'analyse des effets croisés, notamment entre catégories de navires et années, permettrait de confirmer ou de corriger l'hypothèse de puissances de pêche constantes par catégorie. Enfin, une étude des puissances de pêche par navire pourrait conduire à une redéfinition des catégories adoptées.

Par ailleurs, l'utilisation des données de la seule pêche industrielle pour estimer l'abondance des ressources exploitées par la pêche artisanale peut naturellement introduire un biais, si les fractions de stock exploitées par ces deux activités diffèrent. Il est vraisemblable que ceci soit partiellement vrai pour certaines espèces (Ferraris, 1993).

En définitive, les estimations obtenues restent naturellement entachées d'une certaine incertitude. Pour autant, la diminution de l'abondance de la plupart des ressources ichtyologiques démersales, au cours de la période récente, paraît certaine. Nous avons vu que les résultats de la modélisation sont ainsi cohérents avec ceux issus des campagnes de chalutages scientifiques. Ils sont par ailleurs convergents avec le diagnostic préliminaire d'une surexploitation globale des ressources démersales établi par Caverivière et Thiam (présent volume).

A l'exception de la Brotule, du Poulpe et de la Seiche, en forte augmentation, l'abondance de l'ensemble des ressources démersales sénégalaises aurait ainsi été divisée par 2 depuis 10 ans. La baisse serait plus forte pour certaines espèces : Mérous, Capitaines, Pageots...

En conclusion, il importe de rappeler qu'une telle diminution d'abondance n'est pas nécessairement synonyme d'une surexploitation du stock considéré. Tout dépend de son ampleur et des relations entre abondance et effort de pêche. En outre, l'écosystème productif est susceptible de faire preuve de capacités d'adaptation. L'accroissement du stock de poulpes, qui constitue aujourd'hui une nouvelle ressource exploitable, pourrait par exemple être lié à la surexploitation de ces prédateurs (Caverivière, 1994b).

Pour autant, l'évaluation reste évidemment nécessaire. L'importance des diminutions d'abondance mises en évidence ici en souligne l'actualité. Les estimations présentées pourront sans doute être utiles pour établir de premiers diagnostics par espèce ou par taxon.

~~~~~~~~~~~~

RÉFÉRENCES

❒ **Caverivière A., 1994** - Comparaison sur une période de 20 ans (1972-1992) des indices d'abondance obtenus sur le plateau continental sénégalais, à partir des campagnes de chalutage de fond. *in : L'évaluation des ressources exploitées par la pêche artisanale au Sénégal, Symposium, Dakar, 8 au 13 février 1993. Présent volume.*

❒ **Caverivière A., 1994b** - Le poulpe (Octopus vulgaris) au Sénégal : une nouvelle ressource. *in : L'évaluation des ressources exploitées par la pêche artisanale au Sénégal, Symposium, Dakar, 8 au 13 février 1993. Présent volume.*

❒ **Caverivière A. et M. Thiam, 1992** - Indices d'abondance et niveaux d'exploitation des espèces démersales du plateau continental sénégalais. Estimation à partir des résultats des campagnes de chalutage stratifié (1986-91). Centre de Recherches Océanographique de Dakar-Thiaroye, *Doc. Sci., n° 132, 147 p.*

❒ **Caverivière A. et M. Thiam, 1994** - Essai d'application "d'un modèle global" à l'ensemble des espèces démersales côtières du Sénégal. *in : L'évaluation des ressources exploitées par la pêche artisanale au Sénégal, Symposium, Dakar, 8 au 13 février 1993. Présent volume.*

❒ **Cury P. et C. Roy, 1991** - Pêcheries ouest-Africaines : variabilité, instabilité et changements. *ORSTOM Paris éd., 525 p.*

❒ **Ferraris J., 1993** - Les indices d'abondance de la pêche artisanale sénégalaise. Quelques points de réflexion. *Symposium : L'évaluation des ressources exploitées par la pêche artisanale au Sénégal, Dakar, 8 au 13 février 1993.*

❒ **Ferraris J. et P. Cury, 1993** - Exploitation du Tassergal de 1974 à 1991 sur la côte nord du Sénégal. *Symposium : L'évaluation des ressources exploitées par la pêche artisanale au Sénégal, Dakar, 8 au 13 février 1993.*

❒ **Fonteneau A. et D. Gascuel, 1994** - La problématique de l'évaluation des ressources halieutiques de la pêche artisanale sénégalaise : nécessité d'une approche intégrée. *in : L'évaluation des ressources exploitées par la pêche artisanale au Sénégal, Symposium, Dakar, 8 au 13 février 1993. Présent volume.*

❒ **Gascuel D., 1993** - Efforts et puissances de pêche : redéfinition des concepts et exemple d'application. *in : Les recherches françaises en évaluation et modélisations des ressources et des systèmes halieutiques, Gascuel et al. (éd.), ORSTOM Paris éd., Collection colloques et séminaire, à par.*
~~~~~~~~~~~~

❒ **Gascuel D., 1994** - Modélisation de la dynamique des stocks exploités par la pêche artisanale sénégalaise : intérêt, limites et contraintes de l'approche structurale. *in : L'évaluation des ressources exploitées par la pêche artisanale au Sénégal, Symposium, Dakar, 8 au 13 février 1993. Présent volume.*

❒ **Laloë F. et A. Samba, 1990** - La pêche artisanale au Sénégal : ressource et stratégies de pêche. *ORSTOM Paris éd., 395 p.*

❒ **Laurec A., 1977** - Analyse et estimation des puissances de pêche. *J. Cons. int. Explor. Mer, 37, 173-185.*

❒ **Robson D. S., 1966** - Estimation of the relative fishing power of individuals ships. *ICNAF Res. Bull., 3, 5-15.*

❒ **Thiam M. et D. Gascuel, 1993** - Description de la pêcherie chalutière côtière sénégalaise et estimation des indices d'abondance des principales espèces exploitées. *Symposium : L'évaluation des ressources exploitées par la pêche artisanale au Sénégal, Dakar, 8 au 13 février 1993.*

ANNEXE 1 : DÉFINITION DES CATÉGORIES DE NAVIRES ET DES ZONES DE PÊCHE

Une catégorie de navires est définie soit par un métier, soit par le croisement d'un métier et d'une classe de tonnage ou de puissance motrice.

Métiers

. Rougetiers glaciers

. Crevettiers glaciers

. Crevettiers congélateurs

. Poissonniers glaciers

. Poissonniers congélateurs

Classes de Tonnages de Jauge Brute (TJB en Tonneaux)

. 1 :	< 50	Tx
. 2 :	51 - 150	Tx
. 3 :	151 - 250	Tx
. 4 :	251 - 500	Tx
. 5 :	> 500	Tx

Classes de puissances motrices (en Chevaux)

. 1 :	< 250	Cv
. 2 :	251 - 500	Cv
. 3 :	501 - 1000	Cv
. 4 :	1001 - 2000	Cv
. 5 :	> 2000	Cv

Zones de pêches

. Casamance et Iles Bissagos

. Petite côte et Gambie

. Grande côte

ANNEXE 2 : LISTE DES ESPÈCES ET TAXONS ÉTUDIÉS

Les 14 taxons exploités par la pêche chalutière industrielle

T1 - Crevette blanche	*Panaeus notialis*
T2 - Sole langue	*Cynoglossus spp.*
T3 - Machoirons	*Arius spp.*
T4 - Thiekem	*Galeoides decadactylus*
T5 - Rouget	*Pseudupeneus prayensis*
T6 - Sparidés	*Pagellus belottii, Sparus caeruleostictus, Dentex spp., Pagrus spp.*
T7 - Seiche	*Sepia officinalis*
T8 - Poulpe	*Octopus vulgaris*
T8 - Mérous	*Epinephelus spp., Mycteroperca rubra*
T10 - Capitaines	*Pseudotolithus spp.*
T11 - Sompatt	*Pomadasys spp.*
T12 - Brotule	*Brotula barbata*
T13 - Dorade grise	*Plectorhynchus mediterraneus*
T14 - Autres divers	

Les 7 espèces démersales importantes pour la pêche artisanale

(Espèces déterminées comme étant importantes pour l'étude de la pêche artisanale sénégalaise, et qui sont également capturées par la pêche industrielle chalutière)

E1 - le Tassergal	*Pomatomus saltat*
E2 - la Badèche	*Mycteroperca rubra*
E3 - le Thiof	*Epinephelus aeneus*
E4 - le Pageot	*Pagellus bellottii*
E5 - le Chinchard (*)	*Trachurus spp.*
E6 - la Sole langue	*Cynoglossus spp.*
E7 - le Pagre	*Sparus caeruleostictus*

(*) En réalité les données de la pêche industrielle regroupent les différents Carangidés, dont 70 % de chinchard.

ANNEXE 3 : FACTEURS DE STANDARDISATION DES PUISSANCES DE PÊCHE SPÉCIFIQUES, PAR CATÉGORIE DE NAVIRES

Estimation par modélisation linéaire des PUE par bateau, année, trimestre et zone, pour les 14 taxons du fichier 1 et les 7 espèces du fichier 2. (Ne sont pas indiqués : le taxon 2 qui correspond à l'espèce 6 ; et l'espèce 1 dont la modélisation est jugée non satisfaisante)

METIER	Cat. (Tjb, CV)	T1	T3	T4	T5	T6	T7	T7	T9	T10	T11	T12	T13	T14	E2	E3	E4	E5	E6	E7
Rougetiers	1	100	17	42	166	382	33	57	31	172	25	75	79	170	23	126	1544	64	107	247
glaciers	2			32	80	472	24	*7*	77	11	7		82	213	11	10	161	9	304	23
Crevettiers	1	103	65	150	22	126	15	43	11	417	78	127	20	119	6	12	112	19	345	23
glaciers	2	132	196	307	8	81	23	108	13	552	170	212	8	188	10	16	168	27	517	44
	3	127	278	386	17	166	20	62	17	749	233	367	10	324	32	14	60	11	131	16
	1	320	7	51	7	45	21		14	120	42	38	17	39	5	12	85	17	97	18
Crevettiers	2	273	47	109	8	62	19	37	13	162	37	44	14	56	6	17	82	20	225	17
Congélat.	3	377	69	110	10	75	35	66	18	216	49	51	11	112	109	33	146	22	79	33
	4	333	133	226	18	145	55	35	35	493	107	323		97		13	245	21		64
	1	122	57	136	162	223	28	48	14	151	55	95	142	114	11	19	109	22		24
Poissonn.	2	108	140	313	47	71	24	129	22	523	220	181	13	224	*34*	315	5446	129	256	2110
Glaciers	3		1212	70	453	8269	1308		391	119	389	41365	420	3744	32	177	3968	765	98	1397
	4	103	2848	914	345	7061	414	86	192	1686	1826	32	262	926	19	85	7157	19	242	853
	1				259	12925	734		87				*15*	707			7159			853
Poisson-	2	72	132	211	36	141	157	380	20	479	152	63	23	177		*18*	51	19		41
niers	3														*6*				241	
Congélat.	4	5	79	69	94	3396	1066	1142	86	62	117	303	217	1919	35	77	2777	568	83	581
	5	26	36	82	375	6328	586	422	96	22	104	119	355	1094	50	88	2680	885	733	1158

ANNEXE 4 : INDICES DE CAPTURABILITÉ MOYENNE PAR TRIMESTRE ET ZONE DE PÊCHE, DES RESSOURCES DÉMERSALES SÉNÉGALAISES

Estimation par modélisation linéaire des PUE par bateau, année, trimestre et zone, pour les 14 taxons du fichier 1 et les 7 espèces du fichier 2.

Tri	Zone de pêche	T1	T3	T4	T5	T6	T7	T7	T9	T10	T11	T12	T13	T14	E2	E3	E4	E5	E6	E7
1	Casamance	93	98	123	36	277	99	23	46	262	138	556	42	205	19	42	228	35	220	64
	Ptt côte + Siné S.	31	82	196	114	571	206	60	63	248	229	347	92	322	33	55	584	45	176	154
	Grande côte	129	21	28	24	2647	66	107	96	87	34	1908	15	378	15	87	2015	70	120	75
2	Casamance	119	133	192	58	267	86	48	52	227	124	193	50	219	32	47	214	45	183	89
	Ptt côte + Siné S.	37	153	188	142	455	121	111	83	221	169	289	134	431	51	73	396	48	139	159
	Grande côte	68	84	225	21	3141	50	199	50	363	117	676	22	382	11	46	1553	141	248	440
3	Casamance	179	171	215	52	94	67	251	18	249	91	48	31	237	14	17	106	29	214	52
	Ptt côte + Siné S.	130	135	137	166	328	180	456	33	152	146	19	65	361	14	30	369	32	113	118
	Grande côte	163	117	222	35	279	33	157	18	431	58	125	23	213	22	16	169	44	225	92
4	Casamance	178	171	181	40	113	46	48	15	232	115	52	29	235	12	14	182	33	250	41
	Ptt côte + Siné S.	144	110	166	124	401	150	149	25	155	163	28	64	336	12	22	489	35	151	131
	Grande côte	213	59	62	25	1057	37	23	28	171	44	109	17	179	10	26	862	25	140	54

Migrations des poissons le long du littoral sénégalais.

M. Barry-Gérard.

RÉSUMÉ :

Ce document présente les schémas de migration des principales espèces exploitées par la pêche artisanale au Sénégal. Il montre que les cycles migratoires sont étroitement liés à l'hydroclimat de la région qui induit une modification profonde de l'écosystème marin au cours de l'année. Il met, également, en évidence le caractère régional de la plupart des stocks et donc la nécessité de développer une collaboration entre plusieurs pays pour l'identification des stocks et la compréhension des mécanismes des migrations.

ABSTRACT :

This document presents the migration patterns of main species exploited by the senegalese artisanal fishery. It shows that migratory cycles are closely related to the regional hydroclimate which induces a heavy modification of the marine ecosystem during year. It also shows the regional nature of most stocks and, therefore, the necessity to develop a regional collaboration between several countries to identify stocks and understand the migration mechanisms.

INTRODUCTION

Ce document fait la synthèse des travaux réalisés sur les migrations des poissons le long du littoral sénégalais qui ne peut être isolé d'un ensemble hydroclimatique et écologique s'étendant de 9°N à 26°N.

Il convient de préciser ici le sens restrictif que nous donnerons au terme très général de migration qui peut normalement désigner n'importe quel mouvement. Par le terme "migration" nous signifierons, dans ce document, qu'il s'agit de mouvements horizontaux accomplis avec une périodicité régulière par une fraction importante des individus d'un stock ou d'une population (BARD *et al*, 1988).

Divers auteurs, dont GIRET (1974), CHAMPAGNAT (1978), CHAMPAGNAT et DOMAIN (1978), BOELY *et al.* (1978), DOMAIN (1980), CURY et WORMS (1982) et FRANQUEVILLE (1983), ont étudié les migrations des principales espèces de poissons d'intérêt économique du plateau continental sénégalais. Le plus souvent, ils ont fait appel à des méthodes indirectes basées sur les données biologiques et de pêche, notamment sur les fréquences de taille et les variations saisonnières d'abondance des individus des diverses zones. La méthode directe du marquage n'ayant donné des résultats significatifs que dans très peu de cas (tassergal et thons).

TOPOGRAPHIE ET HYDROCLIMATOLOGIE DU SÉNÉGAL

Topographie

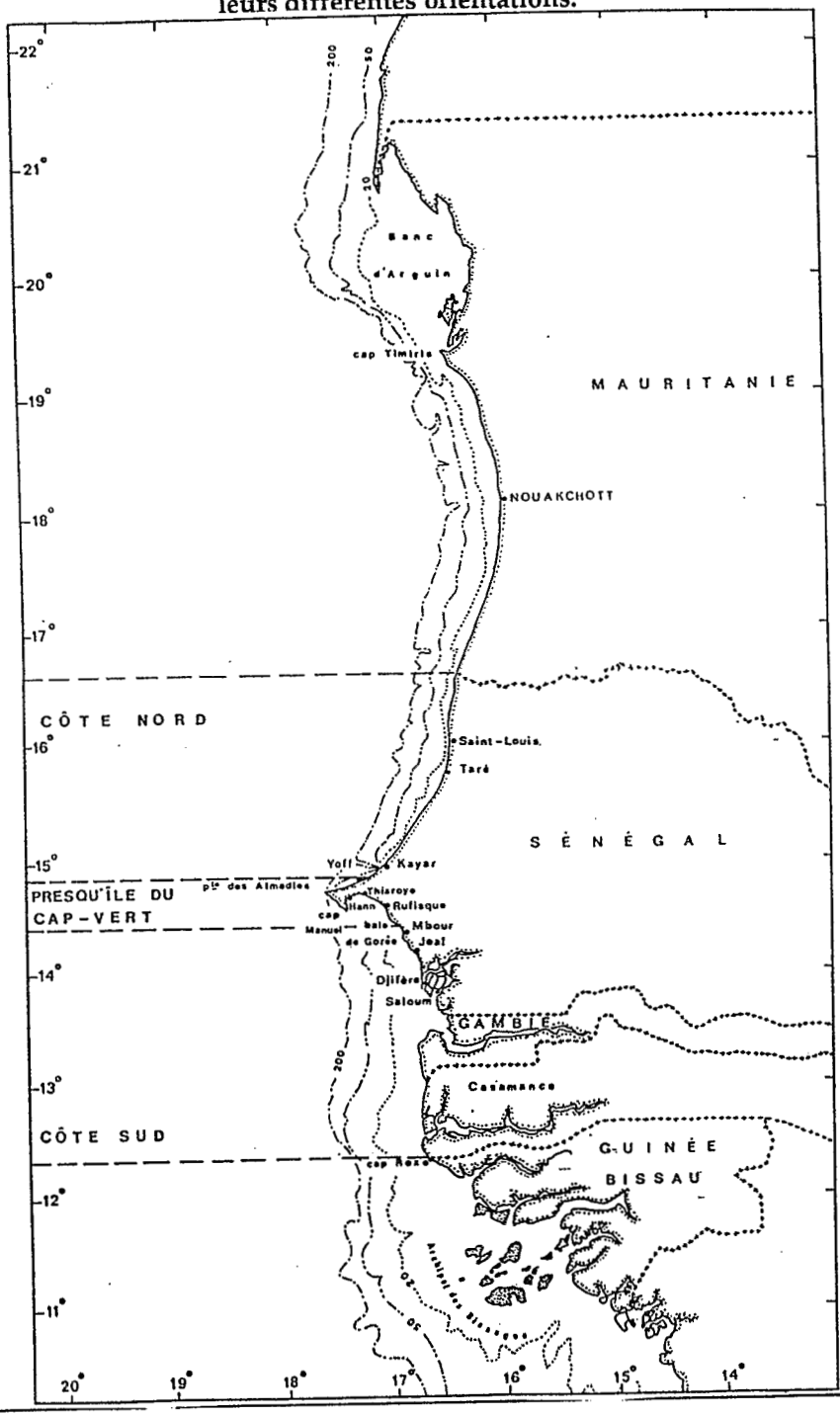
Le littoral sénégalais (Figure. 1), entre 12°20'N et 16°03'N, est subdivisé en trois grands secteurs côtiers d'orientation différente : la côte nord, la presqu'île du Cap-Vert et la côte sud.

La côte se poursuit par un plateau continental d'environ 28 700 km^2 (REBERT, 1983) sur une largeur variant de 2 à 100 km (SALL, 1983). Ce plateau ainsi que le talus continental sont entaillés par une série de fosses (LAUCHIE *et al.*, 1977) dont les plus importantes sont celles de Dakar et de Kayar.

La fosse de Dakar, située à 20 km au sud-est de Dakar traverse le plateau continental et se termine à 4 000 m. (LAUCHIE *et al.* 1977) pensent qu'il s'agirait d'une fosse relique inactive.

La fosse de Kayar, atteint pratiquement le rivage (au droit de Kayar, les isobathes 100 m et 200 m ne se trouvent respectivement qu'à 1 km et 4 km de la côte), provoquant une inflexion marquée de la ligne de rivage au niveau du village de Kayar. Elle a une profondeur d'environ 3 300 m pour une largeur maximale de 9 km (DIETZ *et al.*, 1968).

Figure 1 : Le littoral sénégalais avec les trois grands secteurs côtiers et leurs différentes orientations.



Hydroclimatologie

Les deux paramètres importants de la climatologie du Sénégal sont les vents et les pluies qui sont sous l'influence des masses d'air austral et boréal dont les déplacements sont réglés par l'interaction entre anticyclones (celui des Açores surtout et celui de Sainte Hélène) et dépressions (Sahara). Le balancement de la zone intertropicale de convergence (ZITC, zone où se rencontrent les vents de nord-est et ceux de sud-est), entre les latitudes 6°N (en janvier) et 20°N (en août), place le Sénégal dans une région d'alternance caractérisée par deux saisons, une sèche avec régime d'alizés (novembre à mai) et une humide (juin à octobre) avec vents de mousson (BERRIT, 1952 ; ROSSIGNOL, 1973).

En ce qui concerne l'hydrologie marine, REBERT (1983) propose un schéma décomposant l'année en situations types caractérisables par les températures et les salinités de surface observées dans les stations côtières.

La saison froide

Elle s'étend de novembre à mai. Elle s'installe avec l'arrivée des alizés et sa durée diminue progressivement du nord au sud. Les températures sont de l'ordre de 16°C à 18°C et les salinités de 35,5 à 36 ‰ (eaux froides et salées) (REBERT, 1983).

La transition saison froide - saison chaude

Cette transition est relativement courte, elle a lieu entre mai et juin, soit brutalement, soit par paliers successifs. Elle correspond à l'arrivée sur le plateau continental de la couche d'eau chaude, salée et pauvre (tropicale) transportée par le contre-courant équatorial. Le réchauffement est associé à la chute brutale des alizés, c'est-à-dire au passage du FIT (Front Intertropical de Convergence).

L'existence d'un vortex en baie de Gorée explique probablement la subsistance d'une poche d'eau froide sous le Cap-Vert, alors qu'ailleurs le plateau continental est déjà recouvert d'une couche d'eau chaude (REBERT, 1983).

La saison chaude

A partir de juillet-août les alizés ont disparu au sud du Cap Blanc et les précipitations apparaissent, importantes à partir du sud de la presqu'île du Cap-Vert.

La couche de surface se dessale progressivement au cours de la saison des pluies, passant de 36 ‰ à 35 ‰.

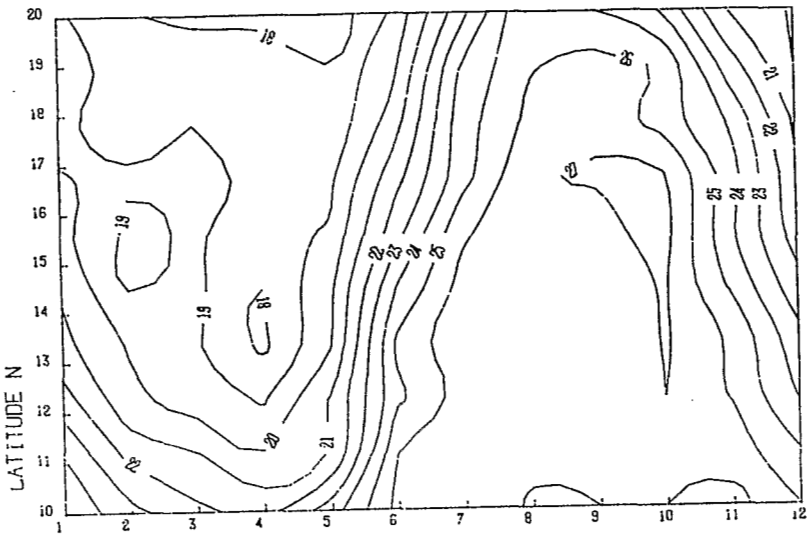
La transition saison chaude - saison froide.

D'octobre à novembre, les eaux se refroidissent, à la faveur d'un mouvement apparent de retrait des eaux chaudes vers le sud et l'installation progressive du régime des alizés provoquant des upwellings côtiers (TEISSON, 1981). La dynamique du refroidissement est en fait plus complexe et mal connue. La renverse des courants du nord vers le sud a lieu, en réalité, dès le mois de septembre et n'explique que partiellement le phénomène.

Sur l'ensemble du plateau continental, les dates d'apparition de ces saisons et leur durée sont variables d'un point à un autre et d'une année à l'autre. Elles dépendent de l'installation plus ou moins tardive du régime d'alizés. La Figure 2 donne un exemple de cette variabilité interannuelle de l'environnement avec une année particulièrement froide (1975) et une année chaude (1980).

Figure 2 : Isothermes de surface entre 10°N et 20°N.

Exemple d'année froide (1975).



Exemple d'année chaude (1980).

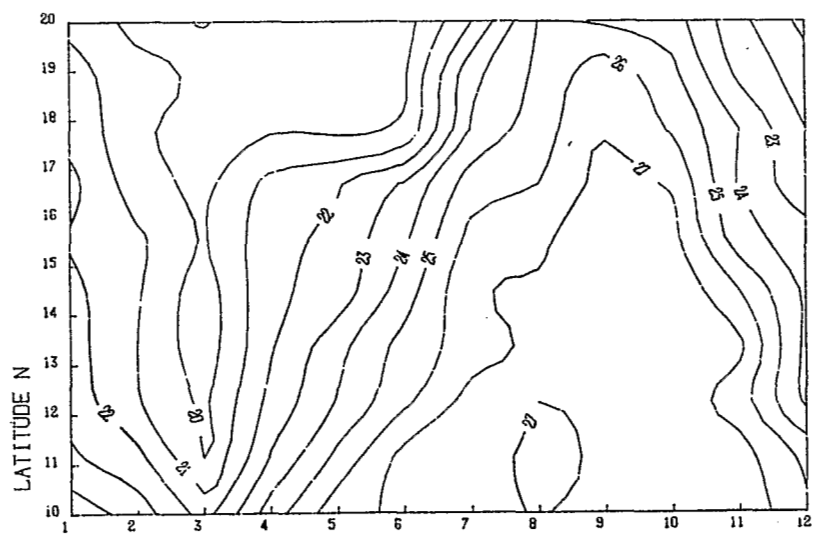


SCHÉMA GLOBAL DE MIGRATION

Le littoral sénégalais appartient, de par les caractéristiques décrites ci-dessus, à l'une des zones maritimes les plus productives du monde : la bordure nord-ouest du continent africain. Cette richesse des eaux sénégalaises s'explique par les remontées d'eaux froides, riches en éléments nutritifs (phénomène d'upwelling) qui apparaissent le long de la côte, de novembre à mai, sous l'action des alizés (ROSSIGNOL et ABOUSSOUAN, 1965). L'alternance saisonnière de ces eaux froides avec des eaux chaudes d'origine tropicale qui envahissent les couches superficielles au cours de l'été boréal (ROSSIGNOL et ABOUSSOUAN, 1965) engendre un cycle saisonnier très contrasté dont l'amplitude thermique, la plus forte de tout l'Atlantique tropical (MERLE et LE FLOCH, 1978 ; PICAUT *et al.*, 1984), peut atteindre 15°C. Il s'ensuit une modification profonde de l'écosystème au cours de l'année : d'une situation tropicale rencontrée en saison chaude (de juillet à octobre), on passe en saison froide à un écosystème où l'influence des masses d'eaux issues de régions plus tempérées est parfois dominante.

Cette modification de l'écosystème provoque chez certaines espèces des migrations. En effet, en période d'alizés, quand l'upwelling sénégalais se déclenche, les espèces à affinité saharienne ou espèces d'eaux froides (*Dentex gibbosus, Sparus coeruleostictus, Pagellus bellottii, Epinephelus aeneus, Pomatomus saltator*), localisées d'août à octobre dans les eaux mauritaniennes (entre 20° et 30°N), migrent vers le sud dès le mois de novembre pour se stabiliser vers 10°-16°N en février-mars (CHAMPAGNAT et DOMAIN, 1978). Au cours du mois de juin, les alizés faiblissent et les eaux tropicales chaudes envahissent alors les couches superficielles en chassant vers le nord les espèces d'eaux froides. Pour les espèces à affinité guinéenne ou espèces d'eaux chaudes (*Selene dorsalis, Scyris alexandrinus, Sphyraena sphyraena, Sphyraena dubia, Drepane africana, Pomadasys jubelini*), les schémas migratoires sont moins nets. Les déplacements semblent affecter un certain nombre d'espèces appartenant surtout à la communauté des sciaenidae décrite par LONGHURST (1962, 1969). De janvier à juin, les populations concernées sont concentrées dans une frange très côtière près de l'embouchure du fleuve Sénégal, et surtout dans le complexe estuarien qui s'étend du Saloum à la Guinée. En juin, un rapide mouvement vers le nord se développe. Il n'affecte que les adultes d'espèces au comportement semi-pélagique qui se déplacent très près de la côte. Ces poissons se reproduisent entre l'embouchure du fleuve Sénégal et le Cap Timiris, puis se dispersent dans cette région. Ils rejoignent les zones d'estuaires à partir de décembre.

Le déclenchement et l'intensité des migrations semblent liés à la dynamique spatio-temporelle de l'upwelling (CHAMPAGNAT et DOMAIN, 1978 ; BOELY *et al.*, 1982 ; FREON, 1986 ; CURY et ROY, 1988).

ESPÈCES MIGRATRICES DU PLATEAU CONTINENTAL SÉNÉGALO-MAURITANIEN.

Les travaux réalisés à ce jour sur les migrations, concernent certaines espèces d'intérêt commercial du plateau continental. Il s'agit des sardinelles (*Sardinella aurita* et

Figure 3 : Schéma migratoire de *Sardinella aurita* (d'après BOELY *et al*, 1978).

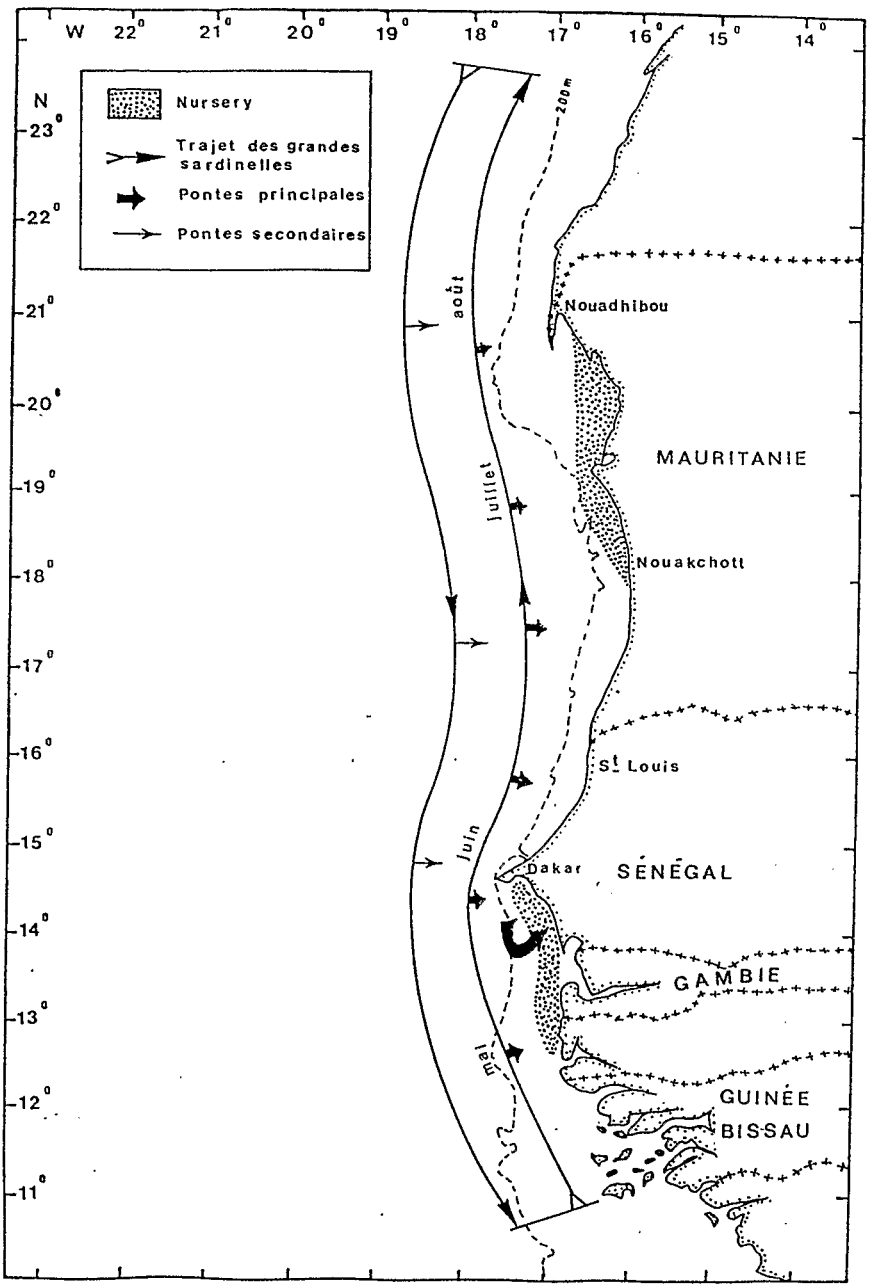
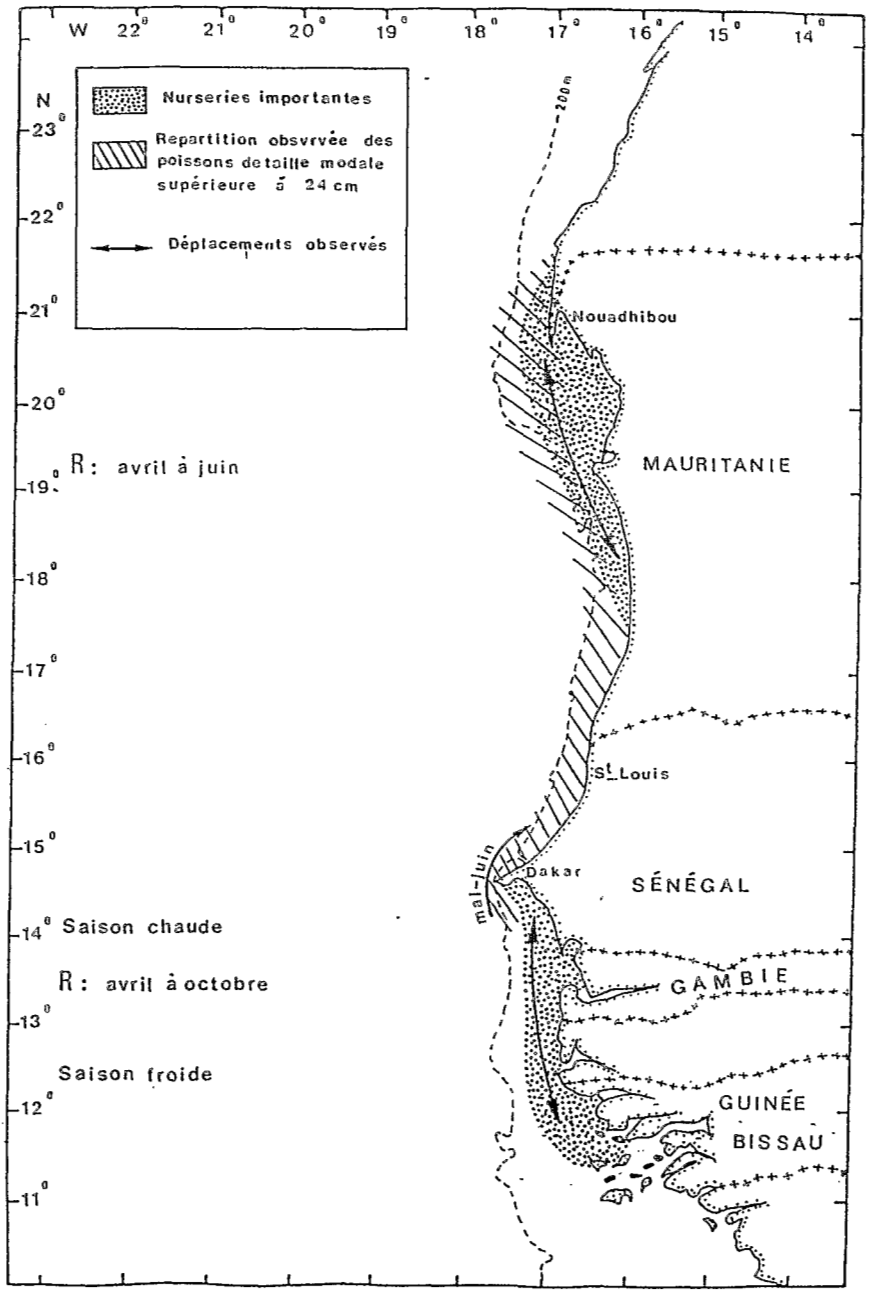


Figure 4 : Schéma migratoire de *Sardinella maderensis* (d'après BOELY *et al* , 1978).



Sardinella maderensis), des chinchards (*Decapterus rhonchus*, *Trachurus trachurus* et *Trachurus trecae*) du tassergal (*Pomatomus saltator*) et de la thonine (*Euthynnus alletteratus*) pour les espèces pélagiques côtières. Le tiof (*Epinephelus aeneus*), le pageot (*Pagellus bellottii*) et le pagre (*Sparus coeruleostictus*), constituent les espèces démersales dont les schémas migratoires sont relativement bien connus.

Répartition et cycle migratoire des sardinelles

Les résultats qui suivent ont été obtenus principalement à partir de l'analyse des statistiques de pêche commerciale des diverses flottes opérant dans la région , et secondairement à partir des pêches exploratoires réalisées au cours de plusieurs campagnes d'écho-intégration (ANONYME, 1983a) ou de pêches au lamparo. Aucune étude de marquage n'a pu être réalisée.

Dans la région sénégalo-mauritanienne, un stock unique de *Sardinella aurita* a été identifié entre 10°N et 25°N. Pour celui-ci, deux nurseries existent, l'une vers le banc d'Arguin, l'autre au sud de Dakar (de Dakar au nord de la Gambie).

Les adultes de *Sardinella aurita* se déplacent sur l'ensemble de l'aire de répartition du stock en fonction du régime climatique (BOELY *et al.*, 1978). Leur cycle migratoire (Figure. 3) peut se résumer ainsi : d'octobre à janvier, phase de dispersion de la Mauritanie au Sahara ; janvier ou février, phase de descente rapide vers le sud ; mars-avril, phase de concentration de pré-ponte dans la partie sud de l'aire habitée (Guinée Bissau et sud Sénégal) ; de mai à septembre, phase de remontée vers le nord jusqu'à 24° - 25°N avec ponte (BOELY *et al.*, 1978).

Sardinella maderensis possède à peu près la même aire de répartition que *Sardinella aurita* mais elle est plus côtière et plus euryhaline. Deux nurseries ont, également, été identifiées dans la zone sénégalo-mauritanienne. La biologie des individus adultes et leur aire de répartition sont en fait mal connues ; ils ne semblent constituer qu'un seul stock dont les liaisons avec les deux nurseries sont, aussi, peu connues (BOELY *et al.*, 1978). Les jeunes reproducteurs effectuent des déplacements saisonniers de faible amplitude à l'intérieur de ces nurseries (Figure. 4).

Répartition et cycle migratoire des chinchards

Pour chacune des trois espèces de chinchards (*Trachurus trachurus*, *Trachurus trecae* et *Decapterus rhonchus*), l'hypothèse qui semble prévaloir à l'heure actuelle est celle de l'existence d'un seul stock dans la zone sénégalo-mauritanienne (ANONYME, 1983b). Les schémas migratoires de ces espèces ont été établis, comme pour les sardinelles, à partir de l'analyse des données des pêches commerciales.

La migration de *T. trachurus* a été étudiée par OVERKO et MYLNIKOV (1979). Selon eux, les migrations côte-large sont prépondérantes. En saison chaude, les poissons sont concentrés au large du plateau continental en profondeur alors qu'ils sont à la côte en saison froide. Il existerait aussi des migrations parallèles à la côte de grande amplitude (DOMAIN, 1976 ; BOELY *et al.*, 1978). Entre janvier et avril, les poissons se trouvent devant le Cap-Vert puis entament une migration vers le nord pour atteindre 28°N en septembre-octobre avant de redescendre à nouveau vers le Sénégal (Figure 5).

Figure 5 : Schéma migratoire de *Trachurus trachurus* (d'après BOELY *et al*, 1978).

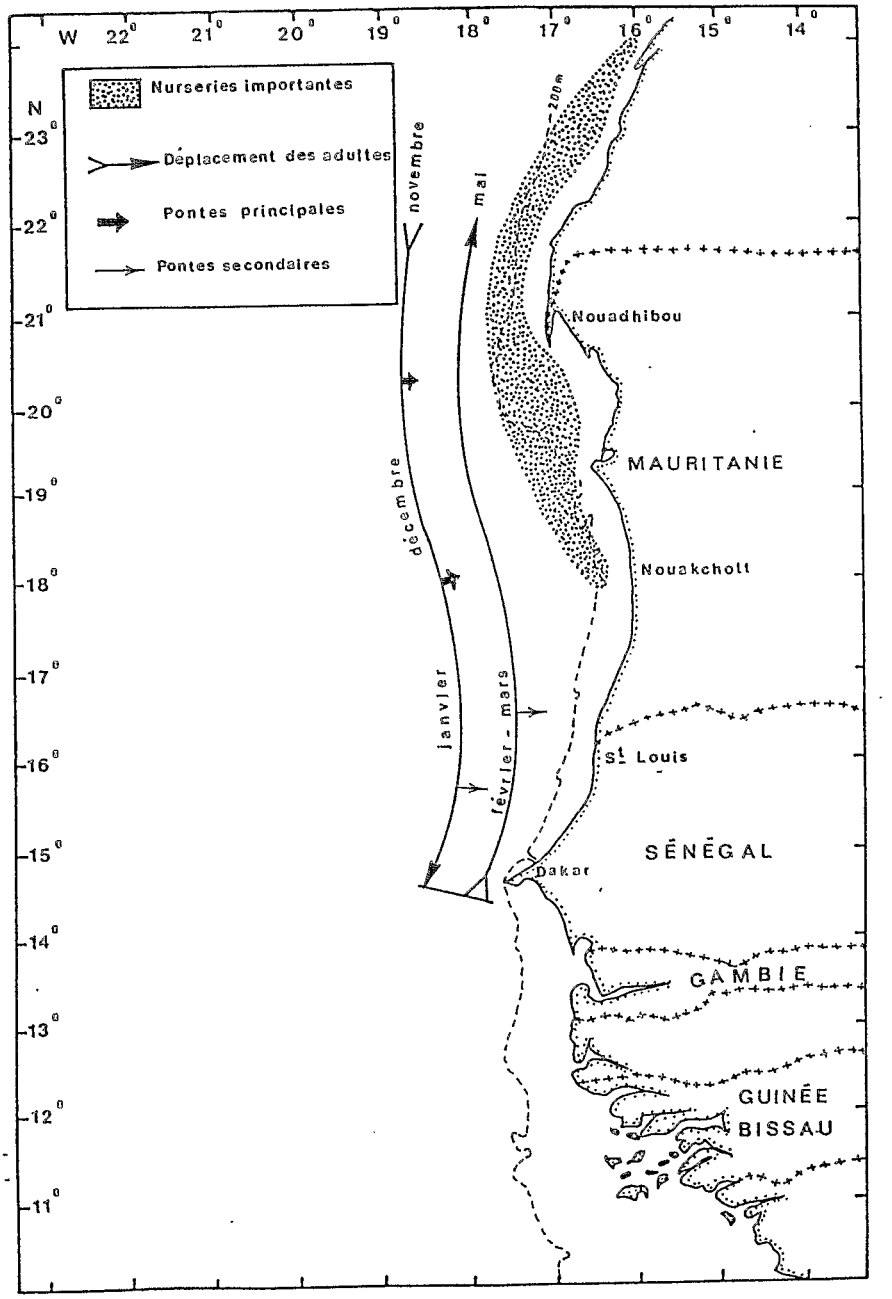
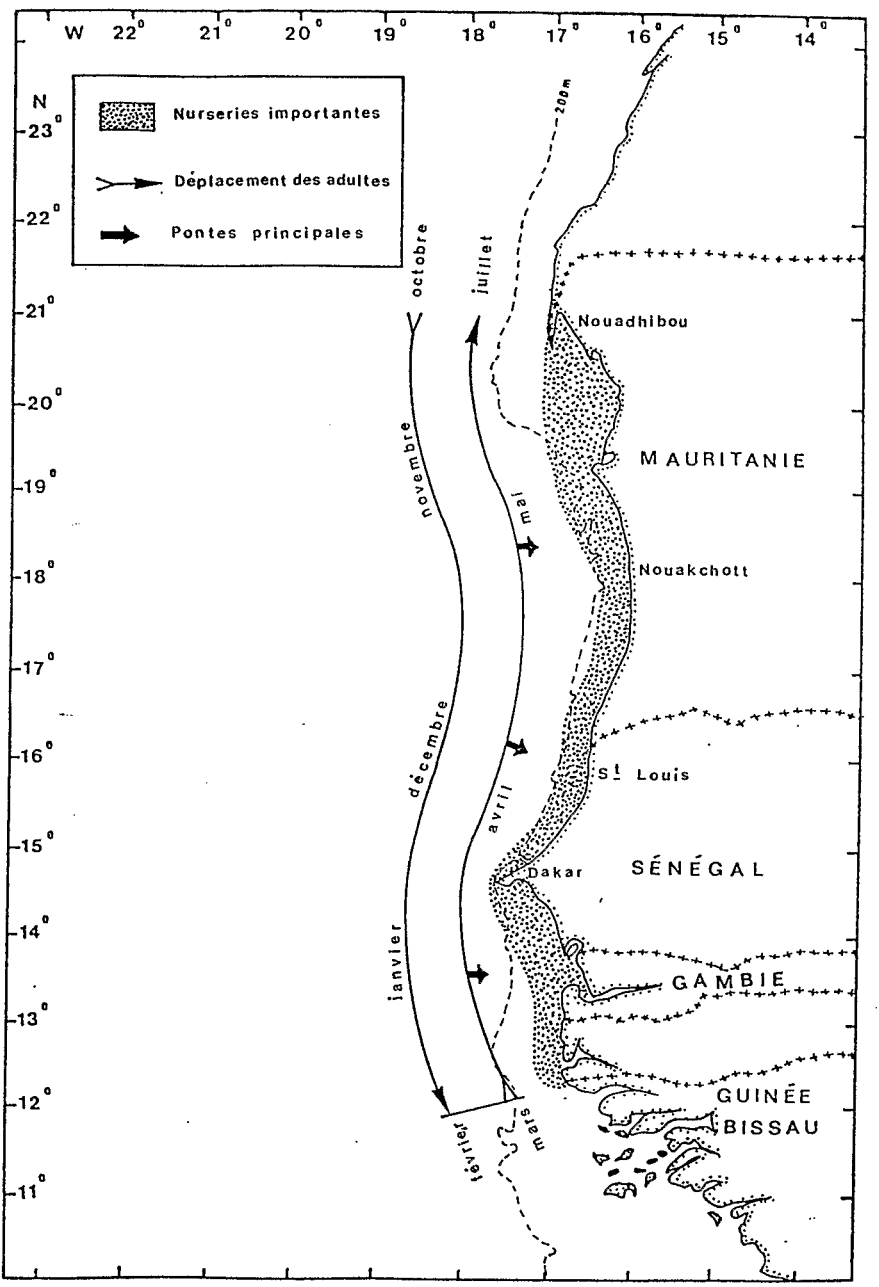


Figure 6 : Schéma migratoire de *Trachurus trecae* (d'après BOELY *et al*, 1978)



Les migrations de *T. trecae* concernent essentiellement les adultes et sont liées aux masses d'eaux froides (Figure. 6 ; ANONYME, 1983b). Les migrations de cette espèce sont synchrones de celle de *T. trachurus* mais sa répartition est plus étendue vers le sud puisqu'on la trouve jusqu'au niveau de la Casamance en février-mars et au niveau de 26°N en septembre (ANONYME, 1983b).

Pour *Decapterus rhonchus*, en plus des migrations nord-sud (Figure. 7), liées aux conditions hydrologiques (DOMAIN, 1976 ; BOELY *et al.*, 1978), il existe des migrations longitudinales est-ouest (ANONYME, 1983b).

Répartition et cycle migratoire du tassergal.

CHAMPAGNAT (1978) qui a effectué des marquages sur le tassergal a surtout cherché à vérifier s'il existait des liens entre les poissons exploités par diverses pêcheries au large des côtes mauritaniennes et sénégambiennes ou s'il s'agissait de populations indépendantes. Sur les 5 674 individus marqués, 323 ont été recapturés soit environ 6 %.

Il a ainsi mis en évidence, en ce qui concerne les adultes, l'apparition de vagues successives de tassergals (Figure. 8) composés de cohortes d'âges différents dans les pêcheries piroguières de Saint-Louis et Kayar. Ce sont les plus jeunes, de taille comprise entre 30 et 45 cm qui arrivent au, nord, les premiers. Ils dépassent la presqu'île du Cap Vert en fin janvier. Les classes d'âges intermédiaires (45 à 75 cm) apparaissent en février ; leur déplacement vers le sud s'achève en mars-avril entre Kayar et Saint-Louis. Les poissons de taille supérieure à 75 cm, présents au nord de Saint-Louis jusqu'en avril, apparaissent au nord de la fosse de Kayar pour une très courte période, fin avril-début mai.

Chez les immatures, les déplacements sont moins bien connus parce qu'ils ne font pas l'objet d'une exploitation particulière et qu'ils sont donc peu échantillonnés. Les jeunes tassergals nés entre Timiris et Saint-Louis vivent très près de la côte et doivent se déplacer vers le sud plus ou moins passivement lors du refroidissement des eaux. Ils apparaissent dans les captures des sennes de plage au sud de la presqu'île du Cap Vert notamment dans la baie de Gorée où l'on a pu suivre leur croissance (CHAMPAGNAT, 1978). Ces jeunes tassergals ne rejoignent la population migrante qu'entre 2 et 3 ans après avoir effectué une première reproduction (CONAND et FRANQUEVILLE, 1973).

Répartition et cycle migratoire de la thonine

Les thonines adultes présentent une distribution qui semble plus ou moins continue du Maroc à l'Angola. Les différentes observations faites sur ces individus montrent que les adultes sont pêchés en surface sur et légèrement au delà du plateau continental. Ils peuvent descendre jusqu'à 150 m de fond (POSTEL, 1955). Les préadultes de taille inférieure à 40 cm sont côtiers. Les thonines de plus grande taille peuvent se rapprocher des côtes (DIOUF, 1980), pendant la saison chaude.

Les opérations de marquage réalisées au Sénégal ont permis de relâcher 1190 individus (DIOUF, 1983). Les premières recaptures, une trentaine d'individus, ont

Figure 7 : Schéma migratoire de *Decapterus rhonchus* (d'après BOELY *et al*,1978)

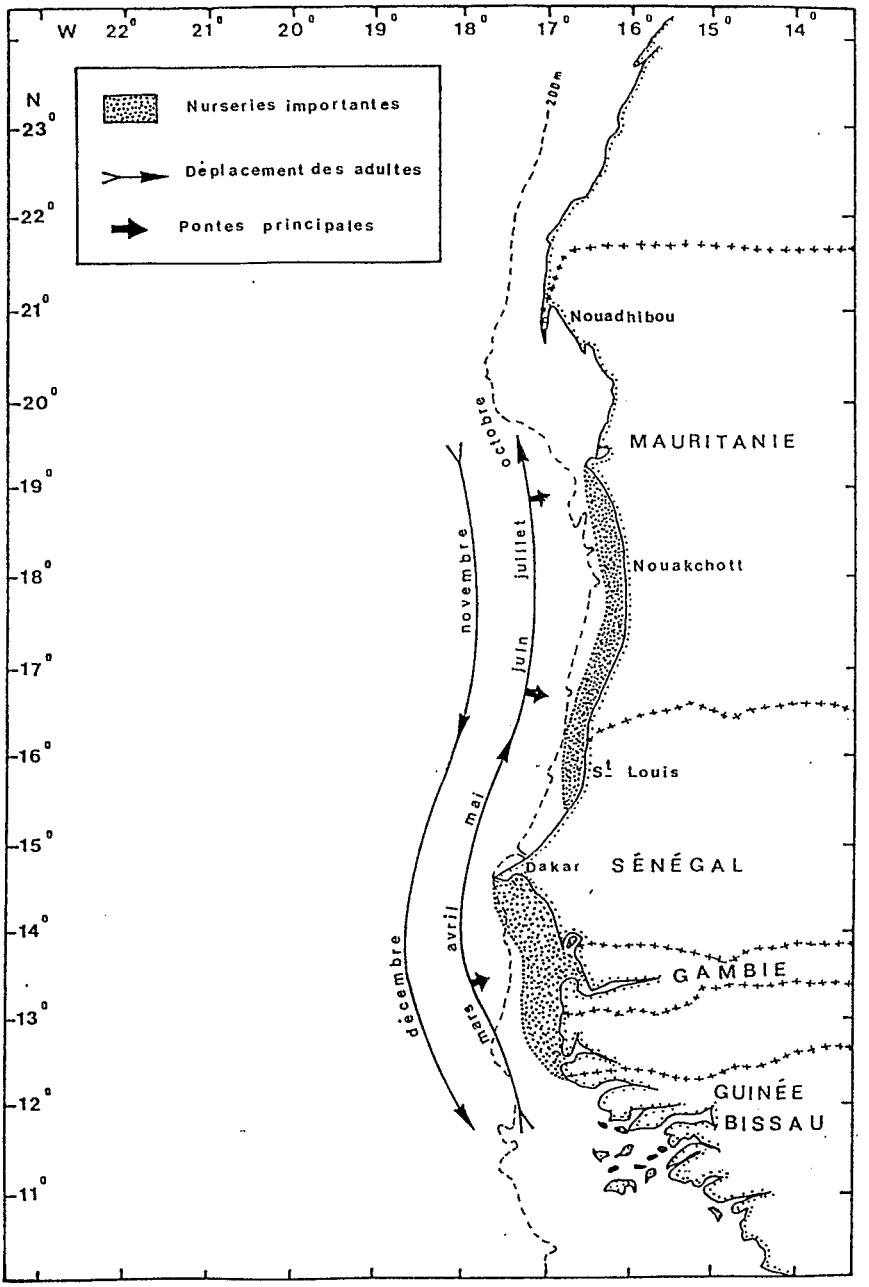


Figure 8 : Schéma migratoire de *Pomatomus saltator* (d'après CHAMPAGNAT et DOMAIN, 1978).

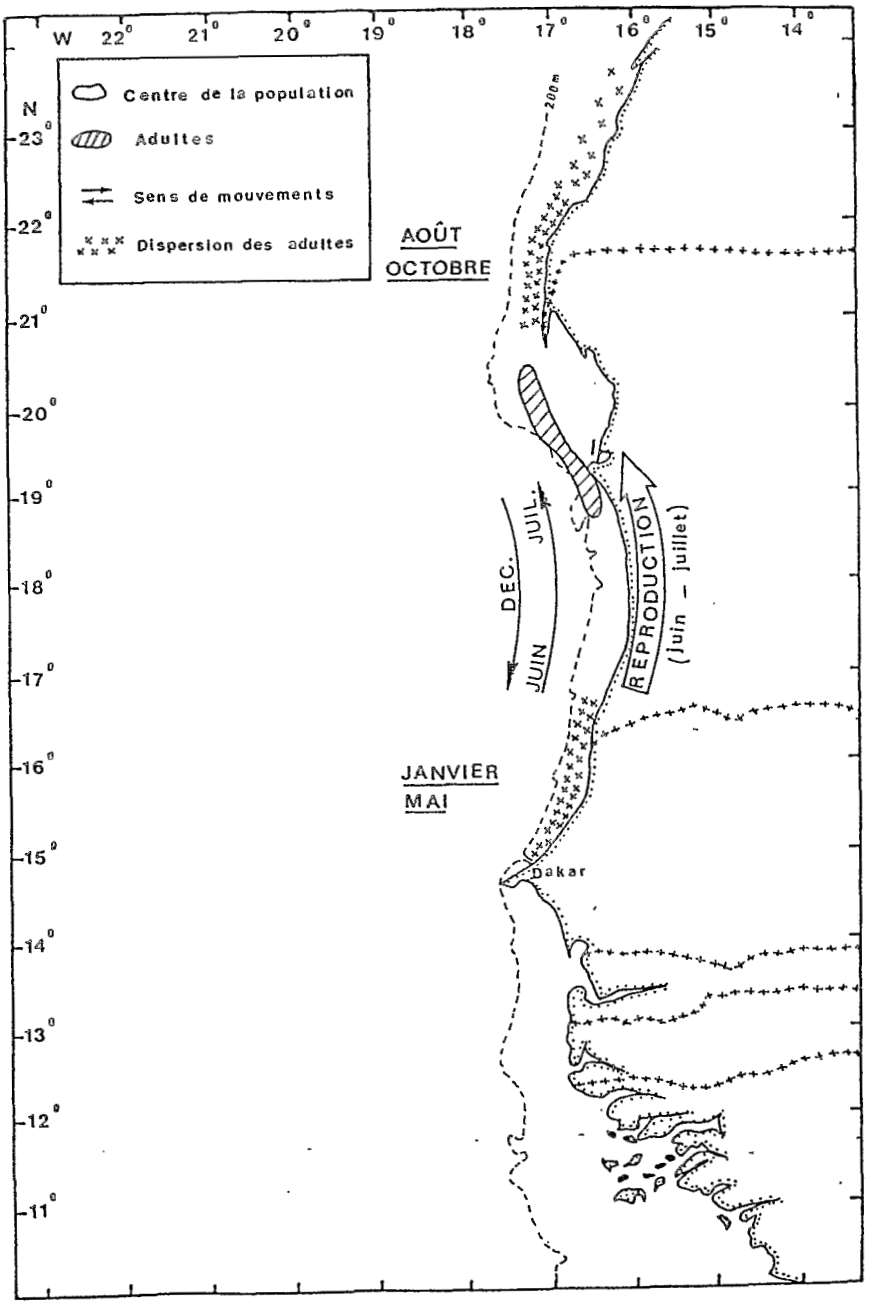
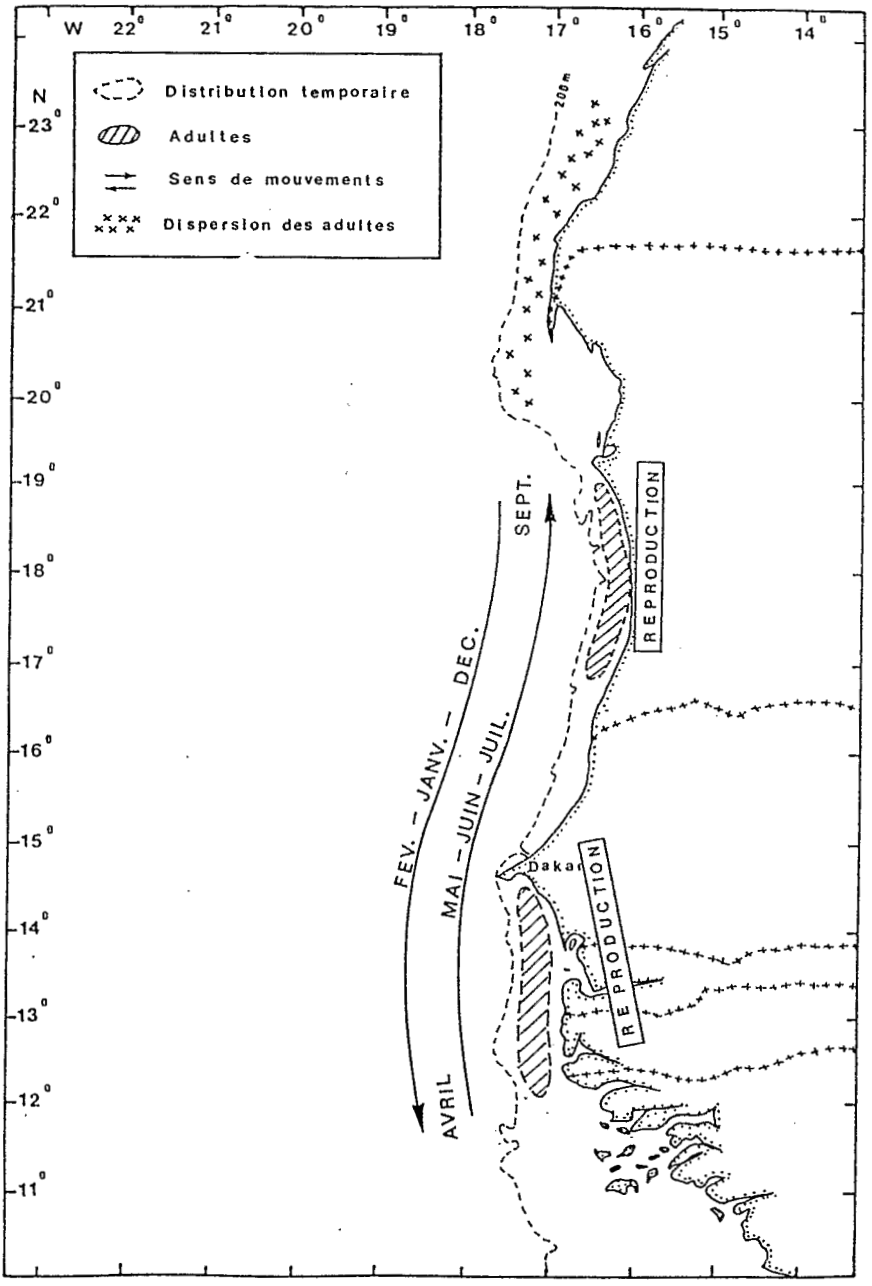


Figure 9 : Schéma migratoire de *Epinephelus aeneus* (d'après CHAMPAGNAT et DOMAIN, 1978).



permis d'observer des déplacements de part et d'autre du Cap-Vert, en saison chaude (mai-octobre). CHAMPAGNAT et DOMAIN, (1978) ont recapturé en janvier, à Dakar, une thonine marquée en novembre à Nouakchott. Il semble donc y avoir un déplacement des thonines dans les deux sens Mauritanie - Sénégal.

Répartition et cycle migratoire du tiof

Le tiof (*Epinephelus aeneus*) est présent sur l'ensemble du plateau continental (DOMAIN, 1980). Les concentrations les plus importantes se situent au sud du Cap-Vert. En saison froide, elles sont réparties le long de l'isobathe 50 m, au niveau des bancs rocheux.

CURY et WORMS (1982) qui ont étudié le tiof, ont proposé un schéma de migration de cette espèce (Figure. 9) à partir d'analyses des fréquences de tailles et des prises par unité d'effort dans les principaux centres de débarquement. Ils ont abouti aux conclusions suivantes : les tiofs dits migrants font leur apparition à Saint-Louis à partir de novembre ; une partie d'entre eux reste dans cette zone jusqu'en juin, une autre semble poursuivre sa migration vers le sud. En décembre, à Kayar, c'est-à-dire un mois après leur passage devant Saint-Louis, les tiofs migrants font leur apparition. En fait, ce schéma est simplifié car une partie de la "population" de tiofs adultes est sédentaire.

Concernant le devenir de ces tiofs migrants, CURY et WORMS (1982) supposent l'existence de deux stocks, l'un au nord du Cap-Vert et l'autre au sud.

En conclusion, il y aurait deux stocks de tiof avec possibilité d'échanges dynamiques entre les individus situés au nord et au sud de la presqu'île du Cap-Vert. Ces échanges restent, cependant, à quantifier. CURY et WORMS (1982), se référant à l'étude de CHAMPAGNAT et DOMAIN (1978), invoquent la topographie et l'hydrologie de la zone située entre Kayar et la presqu'île du Cap-Vert pour expliquer cet aspect de la migration. En effet, CHAMPAGNAT et DOMAIN (1978) avaient montré que le changement d'orientation de la côte au niveau de cette zone, ainsi que l'existence de la fosse de Kayar étaient des facteurs qui pouvaient limiter les migrations nord-sud ou vice-versa.

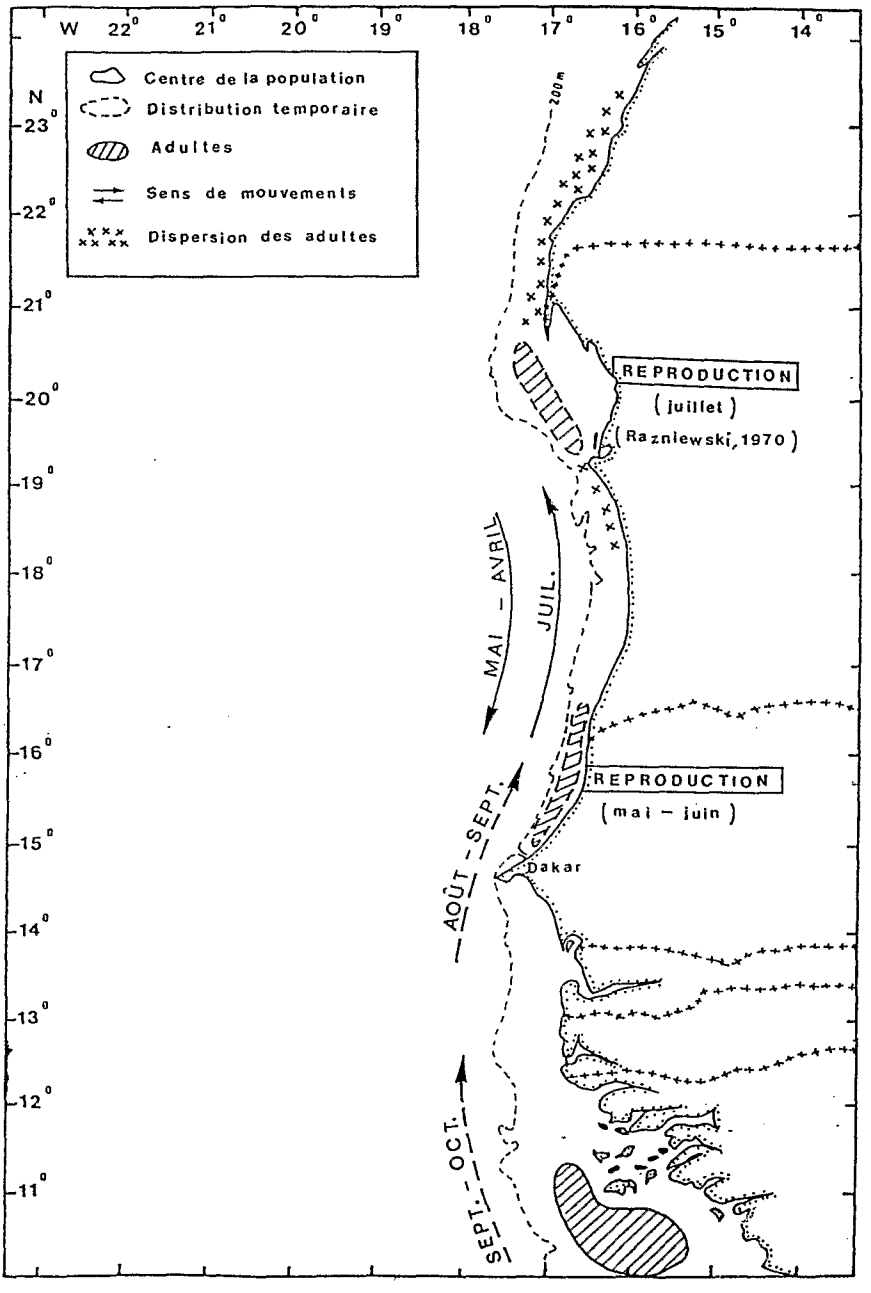
Répartition et cycle migratoire des sparidés

En ce qui concerne les sparidés, des études ont été faites sur *Sparus coeruleostictus* (pagre) par GIRET (1974) et sur *Pagellus bellottii* (pageot) par FRANQUEVILLE (1983).

Pour le pagre, GIRET (1974) envisage *a priori* l'existence de deux populations distinctes, l'une au nord de la presqu'île du Cap-Vert, l'autre dans la région Gambie-Bissagos. En raison du peu de données concernant la population du sud, son étude n'a porté que sur la croissance et la reproduction des individus de la côte nord, de Dakar à la Mauritanie.

Concernant le processus de concentration des pagres adultes au nord de Dakar, lors de la reproduction, GIRET (1974) l'attribue à un mouvement nord-sud s'établissant en fin de saison froide (avril - mai), (Figure. 10). La limite sud du mouvement

Figure 10 : Schéma migratoire de *Sparus coeruleostictus* (d'après CHAMPAGNAT et DOMAIN, 1978).



serait constituée par la fosse de Kayar, obstacle aussi bien topographique qu'hydrologique. Lors du réchauffement des eaux, la reproduction débuterait et les pagres entreprendraient un mouvement inverse atteignant la latitude de Nouakchott en fin juillet, puis se disperseraient en continuant leur progression vers le nord. En fin d'année, la présence de plus jeunes individus à Saint-Louis pourrait correspondre à la fin du mouvement vers le nord d'une population vivant au sud du Cap-Vert.

S'agissant du pageot, FRANQUEVILLE (1983) pense qu'il y aurait un seul et unique stock qui s'étend du nord de l'embouchure du fleuve Sénégal au sud de la Gambie.

Le pageot ne semble pas non plus effectuer de grandes migrations saisonnières le long de la côte sénégalo-mauritanienne ; en revanche, l'étude des rendements des chaluts met en évidence des petites migrations bathymétriques saisonnières qui ne débordent pas des sondes 10-100 m.

CONCLUSION

La zone sénégalo-mauritanienne se trouve dans une région à hydroclimat contrasté, marquée par les balancements de la ZITC entre 10° et 20°N. Les oscillations de celle-ci règlent l'apparition et la durée de deux saisons (saison des pluies et saison sèche) dont les caractéristiques conditionnent le développement d'une flore et d'une faune riches et fluctuantes.

Les ressources halieutiques, exploitées simultanément par les flottes artisanales et industrielles, tirent partie des enrichissements de ce milieu en effectuant des migrations. Il est reconnu, à l'heure actuelle, que les aires de dispersion des espèces migrantes sont centrées sur le banc d'Arguin et sur la Petite Côte du Sénégal qui sont parmi les nurseries les plus importantes de la côte ouest africaine et les réservoirs alimentant ces migrations.

Il apparaît aussi que, si les différents travaux ont permis d'établir le schéma global de migrations des principales espèces de poissons du littoral sénégalais, de grandes inconnues demeurent, notamment, sur l'identité des stocks et le rôle que pourrait jouer le complexe formé par la fosse de Kayar et la presqu'île du Cap-Vert sur les migrations (BARRY-GERARD, 1990; PAULY, 1993). Par ailleurs, comme nous venons de le voir, la plupart des stocks sont partagés avec les pays limitrophes ; il est donc indispensable de promouvoir des études au niveau régional pour identifier les stocks et appréhender les mécanismes des migrations.

RÉFÉRENCES

❒ **ANONYME, 1983a.** - Synthèse des données hydro-acoustiques de la région Sénégal-Mauritanie. *Centr. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye; Centre National de Recherches Océanographiques et des pêches de Mauritanie.*

❒ **ANONYME, 1983b.**- Rapport du groupe de travail ad-hoc sur les chinchards et les maquereaux de la zone nord du COPACE-*COPACE/PACE. sér. 83/27. 188 p.*

❒ **BARD (F.X.), CAYRE (P.) et DIOUF (T.), 1988.**- Les migrations. *In: Ressources, pêche et biologie des thonidés tropicaux de l'Atlantique centre-est. FAO. Doc. Tech. Pêche, 292: 111-156.*

❒ **BARRY-GERARD (M), 1990..**- Le complexe fosse de Kayar-presqu'île du Cap-Vert constitue-t-il un obstacle aux migrations de poissons le long des côtes sénégalaises ? *Doc. scient. Cent. Rech. Océanogr., n° 119-33p.*

❒ **BERRIT (G.R.), 1952.**- Esquisse des conditions hydrologiques du plateau continental du Cap-Vert à la Gambie. *Bull. IFAN XIV, 3 : 735-761.*

❒ **BOELY (T.), CHABANNE (J.) et FREON (P.), 1978.**- Schémas migratoires, aires de concentrations et périodes de reproduction des principales espèces de poissons pélagiques côtiers dans la zone sénégalo-mauritanienne. *In : Rapport du groupe de travail ad-hoc sur les poissons pélagiques côtiers ouest africains de la Mauritanie au Libéria (26°N à 5°N). Dakar-Sénégal COPACE/PACE. sér. 78/10 : 63-70.*

❒ **BOELY (T.), CHABANNE (J.), FREON (P.) et STEQUERT (B.), 1982.**- Cycle sexuel de *S. aurita* sur le plateau continental ouest-africain des îles Bissagos à la Mauritanie, *Rapp. PV Réun. Cons. Inter. Explor. Mer, 180 : 350-355.*

❒ **CHAMPAGNAT (C.), 1978.**- Marquages et migrations des tassergals (*Pomatomus saltator*) sur les côtes du Sénégal et de la Mauritanie. *Doc. Sci. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 65, 30 p.*

❒ **CHAMPAGNAT (C.) et DOMAIN (F.), 1978.**- Migrations des poissons démersaux le long des côtes ouest-africaines de 10° à 24° de latitude nord. *Cah. ORSTOM, sér. Océanogr., 16 (3-4) : 239-261.*

❒ **CONAND (F.), FRANQUEVILLE (C.), 1973.**- Identification et distribution saisonnières des larves de Carangidés au large du Sénégal et de la Gambie. *Bull. IFAN, T.35, sér. A, 4 : 951-978.*

❒ **CURY (P.) et WORMS (J.), 1982.**- Pêche, biologie et dynamique du tiof (*Epinephelus aeneus*, Saint-Hilaire, 1817) sur les côtes sénégalaises. *Doc. Sci. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 82, 88 p.*

❒ **CURY (P.) et ROY (C.), 1988.**- Migration saisonnière du tiof (*Epinephelus aeneus*) au Sénégal : influence des upwellings sénégalais et mauritanien. *Oceanologica acta, vol. 11 n° 1 : 25-36.*

❒ **DIETZ (R.S.), KNEBEL (A.J.) and SOMMERS (L.H.), 1968.**- Cayar submarine canyon. *Geol. soc. of Amer. Bull, Boulder, vol. 79, p. 1821-1828, 4 fig.*

❒ **DIOUF (T.), 1980.**- Premières données relatives à l'exploitation et à la biologie de quelques petits thonidés et espèces voisines : *Euthynnus, Sarda, Scomberomorus* au Sénégal. *Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT/Recl. Doc. Sci. CICTA/Colecc. Doc. Cient. CICAA, 15 (2) : 327-36*

❒ **DIOUF (T.), 1983.**- Marquage de thonine (*Euthynnus alletteratus*) au Sénégal en 1981 et 1982. *Coll. Doc. Scient. ICCAT, vol. XVIII (3) : 698-700.*

❒ **DOMAIN (F.), 1976.**- Les fonds de pêche du plateau continental ouest-africain entre 17°N et 12°N. *Doc. sci. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 61, 23 p., 2 cartes.*

❒ **DOMAIN (F.), 1980.**- Contribution à la connaissance de l'écologie des poissons démersaux du plateau continental sénégalo-mauritanien. Les ressources démersales dans le contexte général du golfe de Guinée. *Thèse Doct. Etat, Univ. Paris VI et Mus. Natl. Hist. Nat., 342 p.*

❒ **FRANQUEVILLE (C.), 1983.**- Biologie et dynamique des populations de daurades (*Pagellus bellottii* ; Bonnardel, 1882) le long des côtes sénégambiennes. *Thèse doct. d'état, Univ. Aix Marseille II, 276 p.*

❒ **FREON (P.), 1986.**- Réponses et adaptations des stocks de clupéidés d'Afrique de l'Ouest à la variabilité du milieu et de l'exploitation : analyse et réflexion à partir de l'exemple du Sénégal, *Thèse Doc. Univ. Aix-Marseille, tome 1, 287 p.*

❒ **GIRET (M.), 1974.**- Biologie et pêche de *Pagrus ehrenbergi* sur les côtes du Sénégal. *Doc. sci. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 57, 29 p.*

❒ **LAUCHIE (J.), MEAGHER (L.J.), RUFFMAN (A.S.), STEWART (J.Mc.G.), ZUKAUSKAS (W.) et WILHEM Van Der LINDEN (J.M.), 1977.**- Contribution à la géophysique et à la géologie du plateau continental et de la marge continentale du Sénégal et de la Gambie, Afrique de l'Ouest. *In : Le Baffin : levé au large du Sénégal et de la Gambie. vol. 2.*

❒ **LONGHURST (A.R.), 1962.**- A review of the oceanography of the Gulf of Guinea. *Bull. IFAN, sér. A., 24 (3) : 634-663.*

❒ **LONGHURST (A.R.), 1969.**- The fish resources of the eastern Gulf of Guinea. *FAO Fish. Rep., (151), 71 p.*

❒ **MERLE (J.) et LE FLOCH (J.), 1978.**- Cycle annuel moyen de la température dans les couches superficielles de l'Océan Atlantique intertropical, *Oceanol. Acta, 1, 3 : 271-276.*

❒ **OVERKO (S.M.) et MYLNIKOV (N.I.), 1979.**- Biologie et pêche du chinchard (*Trachurus trachurus,* L.) de l'Atlantique centre-est. *COPACE/PACE, sér. 78/10, 165 p.*

❒ **PAULY (D.), 1993.**- Un mécanisme explicatif des migrations de poissons le long des côtes du Nord-Ouest africain. *ICLARM Contribution n° 932, 8p.*

❒ **PICAUT (J.), SERVAIN (J.), BUSALACCHI (A.J.) et SEVA (M.), 1984.**- Interannual variability versus seasonal variability in the tropical Atlantic, *Geophys. Res. Lett., 11, 787-790.*

❒ **POSTEL (E.), 1955.**- Contribution à l'étude de la biologie de quelques Scombridae de l'Atlantique tropico-oriental. *Ann. Stn. Océanogr. Salammbo, 10 : 168 p.*

❒ **REBERT (J.P), 1983.**- Hydrologie et dynamique des eaux du plateau continental sénégalais. *Doc. Sci. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 89, 99 p.*

❒ **ROSSIGNOL (M.) et ABOUSSOUAN (M.T.), 1965.**- Hydrologie marine côtière de la presqu'île du Cap-Vert. Contribution à l'étude de la productivité des eaux, *Doc. Sci. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 2, 166 p.*

❒ **ROSSIGNOL (M.), 1973.**- Contribution à l'étude du "complexe guinéen". *Centre ORSTOM de Cayenne. Océanogr. 017, 143 p.*

❒ **SALL (M.), 1983.**- Dynamique et morphogenèse actuelles du Sénégal occidental. *Thèse doct. d'Etat, 2 tomes, Univ. Louis Pasteur, Strasbourg, 604 p.*

❒ **TEISSON (C.), 1981.**- Structures hydrologiques observées en période d'upwelling au large du Sénégal. Comparaison de ces structures aux modèles théoriques et empiriques d'upwelling. *Arch. Cent. Rech. Océano. Dakar-Thiaroye 97, 42 p.*

Un mécanisme explicatif des migrations des poissons le long des côtes du Nord-Ouest africain.

D. Pauly.

RÉSUMÉ :

Cet article fait une présentation sommaire d'une théorie sur la croissance des poissons mettant en évidence que la surface branchiale des poissons pose une contrainte à l'apport en oxygène et que la température est un facteur d'accroissement de la demande en oxygène. A partir de ces constatations, et compte tenu des variations saisonnières importantes de la température à la surface de l'eau au large des côtes sénégalo-mauritaniennes, sont déduites un certain nombre d'hypothèses-règles qui permettent d'expliquer certaines caractéristiques des migrations des poissons pélagiques le long des côtes et des mouvements côte-large des espèces sédentaires. Cet article suggère que les recherches visant à tester ces hypothèses et leurs implications au niveau du secteur de la pêche constitueront un progrès important pour la recherche halieutique dans cette région et dans d'autres régions du monde.

ABSTRACT :

A theory of fish growth is briefly presented which emphasises gill surface area as constraint to oxygen supply, and temperature as driving oxygen demand. From this, and given the high seasonal variations of sea surface temperature off Senegal and Mauritania, a number of rule-like hypotheses are derived which explain various characteristics of the alongshore migrations of pelagic fish, and of the inshore/offshore movements of sedentary species. It is suggested that research devoted to testing these hypotheses and their implication for the fisheries sector would much advance fisheries research in the region and elsewhere.

INTRODUCTION

Le présent article suggère qu'il existe un mécanisme, lié au métabolisme des poissons, qui peut expliquer pourquoi les migrations latitudinales (Nord-Sud, Sud-Nord) prédominent le long des côtes sénégalo-mauritaniennes. Le modèle présenté ici est très schématique et peut certainement être adapté pour rendre compte d'un plus grand nombre d'observations. Par ailleurs, ce modèle, procédant de principes biologiques fondamentaux, peut servir à formuler des hypothèses quantitatives solides faciles à tester (c'est-à-dire, faciles à vérifier ou à réfuter) et donc susceptibles d'étendre nos connaissances concernant les migrations des poissons le long des côtes sénégalo-mauritaniennes.

PRINCIPES FONDAMENTAUX

Les principes fondamentaux du mécanisme décrit ici tirent leur origine de la théorie proposée par Pauly (1979, 1981) et rappelée aux chapitres 9 et 10 de Longhurst et Pauly (1987).

La vie, vue sous l'angle protéique, est précaire car les protéines se dénaturent *spontanément* (chaque protéine a sa demi-vie propre, allant de quelques heures à plusieurs mois) en fonction de la température. Ce phénomène de dénaturation s'accroît à mesure de l'élévation de la température ambiante (Schrödinger, 1944). Tout organisme vivant doit alors compenser ces pertes en synthétisant de nouvelles protéines — même quand il ne grossit pas et maintient seulement son propre poids. Le maintien, et bien-sûr la croissance pondérale, exigent pour l'organisme aérobie de l'énergie sous forme d'ATP provenant de la nourriture et de l'oxygène.

Vue l'augmentation de la dénaturation protéique et par conséquent la demande accrue en énergie de maintien en fonction de l'élévation de la température, on admet que l'accroissement de la température réduit « l'énergie » (nourriture et oxygène) disponible pour la croissance somatique.

L'oxygène, pour remplir sa fonction métabolique, doit se trouver à l'intérieur du corps du poisson (il faut toutefois noter que l'oxygène ne peut être emmagasiné à l'intérieur d'un organisme qu'en quantité insignifiante). C'est pour ces raisons, ainsi que d'autres avancées par Pauly (1979, 1981) que nous avons les postulats suivants :

Consommation en O_2 α surface des branchies ...1[a)]

et

Surface des branchies α (poids du poisson)^d ...2)

où chez les poissons $0{,}50 \leq d \leq 0{,}95$ (Pauly 1979, 1981).

Finalement, nous définissons à partir de l'équation de von Bertalanffy (1938) et de sa définition de P_∞ comme poids asymptotique,

---

a)le symbole α signifie « proportionnel à ... »

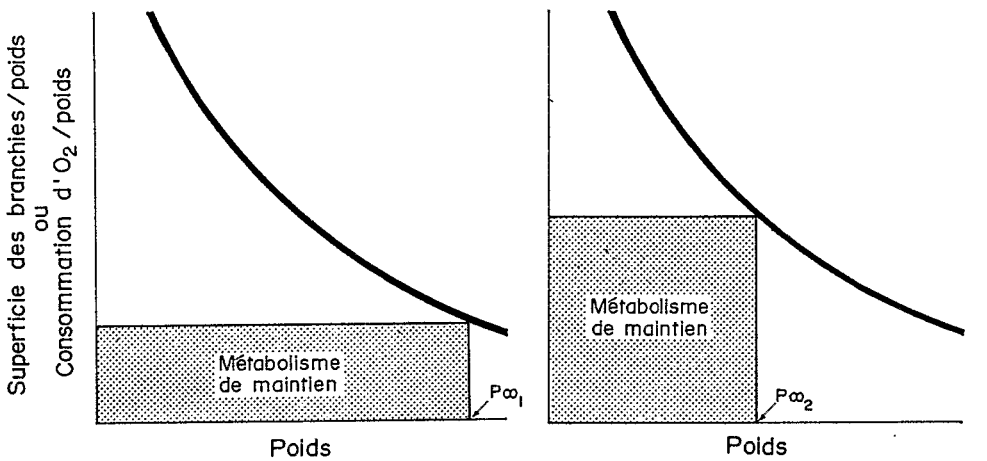
Consommation en O_2 à P_∞ = métabolisme de maintien ...3)

Donc:

(*i*) Le potentiel de croissance d'un poisson décroît en fonction de sa taille (atteint le zéro à P_∞, Figure 1); et

(*ii*) un poisson stressé (c'est-à-dire, un poisson dont le métabolisme de maintien est élevé) a, pour toutes tailles, un potentiel de croissance plus faible qu'un autre poisson non stressé (voir Figures 1A et B).

Figure 1 : Relation entre la surface branchiale et le poids du corps ou consommation de 0_2 en fonction du poids. La zone d'ombre indique le métabolisme de maintien comme défini par l'équation (3), et la partie au-dessus de cette zone indique le potentiel de croissance.



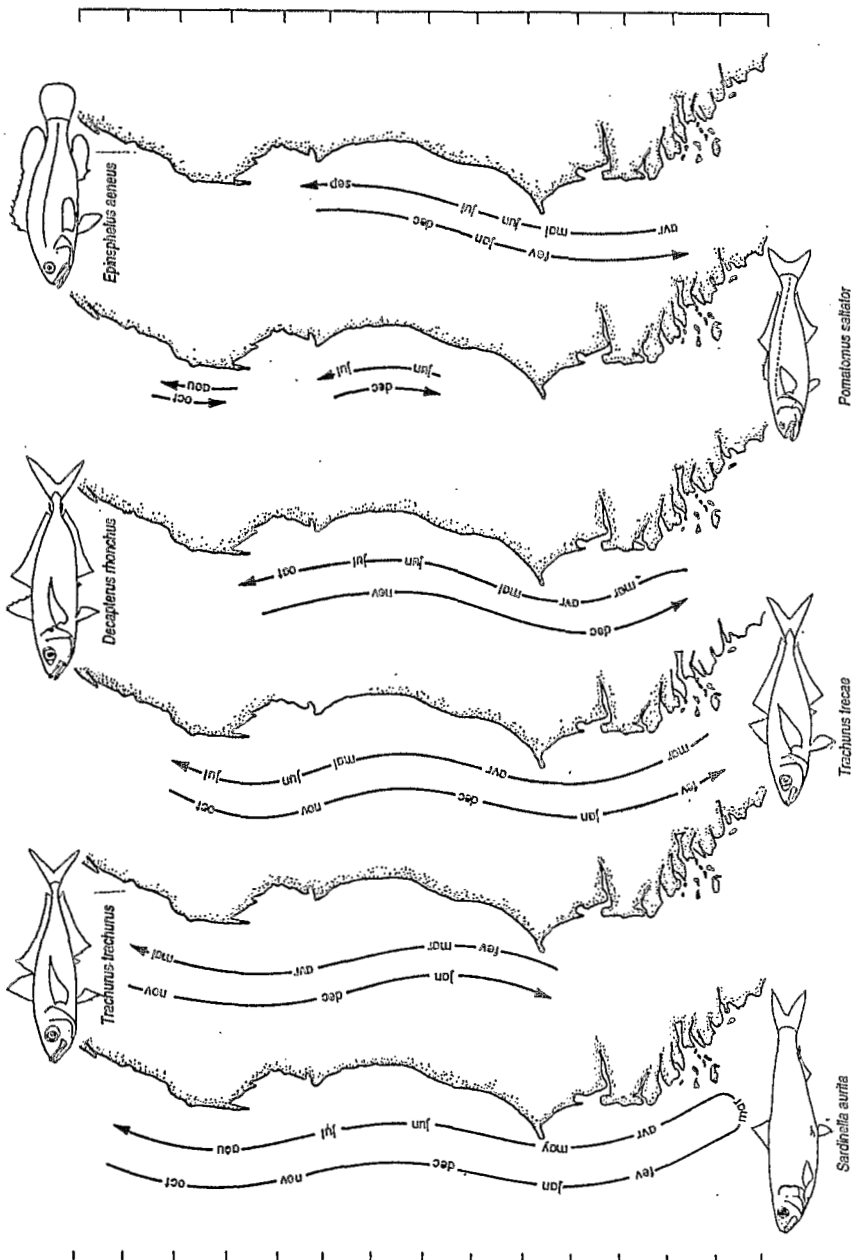
A: Cas d'un poisson peu stressé (ex : basse température) dont le potentiel de croissance atteint $P_{\infty 1}$.

B: Cas d'un poisson stressé (ex :haute température de la même espèce, dont le potentiel de croissance atteint $P_{\infty 2}$.

APPLICATIONS AUX POISSONS MIGRATEURS

Dans un environnement où la température est soumise à de fortes oscillations saisonnières, il est essentiel, pour ces raisons, que les poissons puissent échapper aux températures très élevées (voir plus haut) et, pour d'autres raisons, qu'ils puissent également échapper aux températures extrêmement basses. (Ces autres raisons ont

Figure 2 : Résumé des données sur la présence dans le temps (en mois) et dans l'espace (latitude) de stocks de poissons migrateurs au large du Sénégal, présentées par Barry-Gérard (présent volume), d'après Boëly et coll. (1978), Boëly (1979), et Champagnat et Domain (1978).



trait au fonctionnement du système enzymatique des poissons et autres organismes, déterminant les températures préférées et les limites inférieures de température, tolérées et létales).

Vue la réduction du potentiel de croissance due à l'augmentation de la taille des poissons (Figure 1) et vues les équations (1) à (3) :

(*iii*) plus un poisson sera gros, plus l'amplitude de sa migration sera importante. Inversement, l'amplitude de migration des petits poissons sera faible et les plus petits poissons ne migreront pas du tout et resteront dans leur nurserie.

(*iv*) les plus gros poissons auront tendance à quitter des eaux qui se réchauffent, et donc à commencer leurs migrations saisonnières plus tôt que les poissons de plus petite taille ;

Ces déductions sont bien documentée dans la littérature (voir par exemple Champagnat et Domain (1978) ; elles sont liées au fait que les gros poissons mûrissent plus tôt que les petits pendant la période de ponte, un phénomène facilement explicable dans le cadre de la théorie présentée plus haut (Pauly, 1984).

Par ailleurs, quand les effets densito-dépendants sont prédominants au centre de la distribution d'un stock (Mc Call 1990), il est possible de suggérer que :

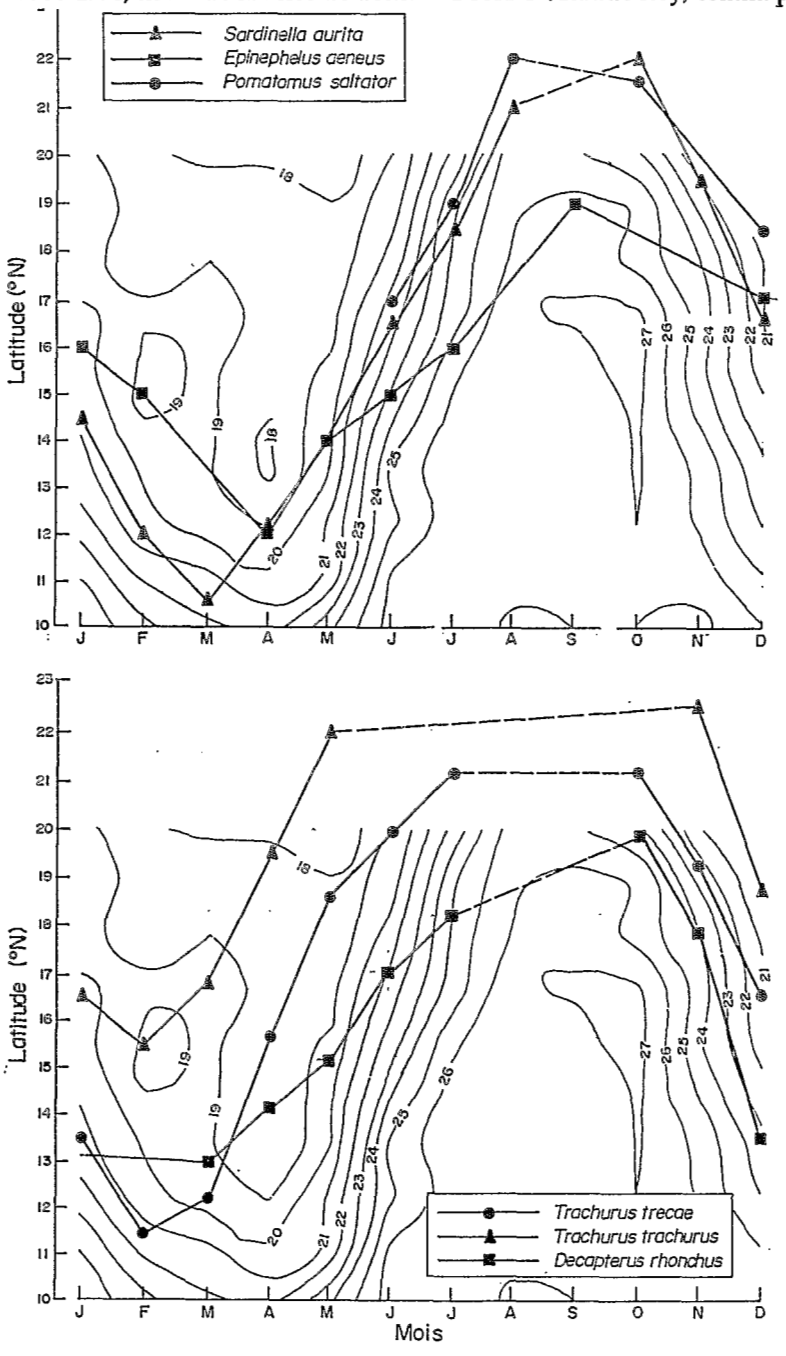
(*v*) lorsque la biomasse d'un stock décroît, l'amplitude migratoire des poissons appartenant à ce stock décroît également, et inversement si le stock augmente.

Cet exposé ne prétend pas faire une vérification de ces hypothèses. Toutefois, pour illustrer leur potentiel de structuration et d'explication des données disponibles sur la migration des poissons sénégalais, deux nouvelles figures ont été réalisées à partir de schémas migratoires dans Barry-Gérard (même volume). La première (Fig. 2), procédant de six de ses schémas migratoires, indique les mois pendant lesquels six espèces de poissons migrateurs sont présentes en différents points de la côte sénégalaise. La Figure 3 offre une interprétation des schémas migratoires de la Figure 2 : les poissons en question tentent de se maintenir aux mêmes températures tout au long de l'année.

Les données de température utilisées à des fins d'illustration se rapportent à une année moyenne (1950-1990) ; la concordance des trajectoires de migration à des amplitudes thermiques spécifiques serait mieux établie si les schémas migratoires et le régime des températures avaient pu être définis d'après des données relevées en même temps.

Quoiqu'il en soit, nous constatons que les sardinelles (petits poissons) se maintiennent dans des eaux bien plus chaudes que celles où l'on trouve *Trachurus* spp (plus grands poissons), que les poissons pélagiques entreprennent des migrations aux amplitudes plus importantes que les migrations de *Epinephelus aeneus*, la seule espèce démersale considérée ici (éventuellement parce qu'elle est exposée, en profondeur, à des variations de température moins importantes que ne le sont les poissons pélagiques), etc.

Figure 3 : Figure illustrant la manière dont les migrations des poissons de la Figure 2 tendent à les maintenir, selon leurs espèces et leur taille, dans une amplitude thermique étroite. Etabli d'après des températures moyennes de surface de la mer pour la période 1950-1990, tirées de la série de donnée COADS (Claude Roy, comm. pers.).



De plus, dans la mesure où des données de température, relevées parallèlement aux schémas migratoires, sont disponibles, les températures préférés (ou optimales) peuvent être estimées pour diverses espèces et groupes de taille à partir de tracés comme dans la Figure 3.

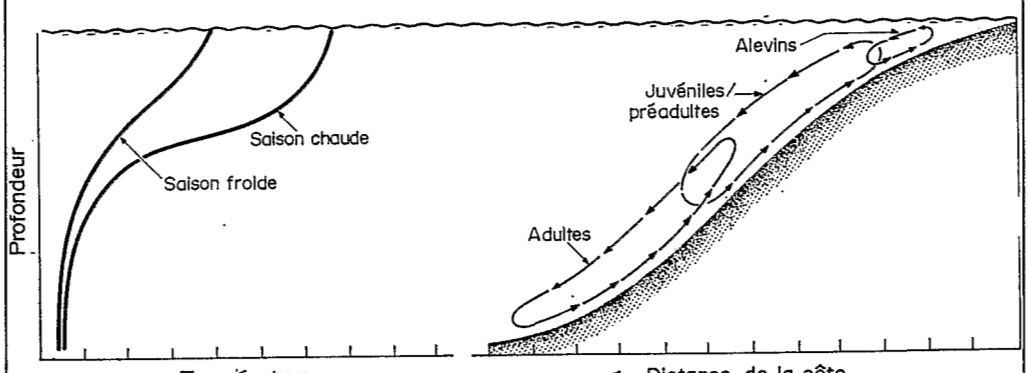
De même, les limites septentrionales et méridionales des migrations des poissons sénégalais pourraient être estimées — même quand elles se produisent dans des pays voisins — à partir des limites septentrionales et méridionales de certains isothermes comme dans la Figure 3. Les conséquences pour la gestion des ressources dans le contexte international sont évidentes.

APPLICATIONS AUX ESPÈCES DITES « SÉDENTAIRES »

Les poissons et les invertébrés (par exemple les poulpes) qui ne sont pas équipés pour entreprendre de grandes migrations longitudinales, ne peuvent échapper aux eaux chaudes (ou trop froides) en nageant en direction du Nord ou du Sud. L'alternative est pour eux d'entreprendre des migrations saisonnières des eaux côtières aux eaux profondes et vice-versa, c'est-à-dire, d'échapper aux eaux de surface chaudes en migrant vers les eaux de profondeur froides, ou inversement lorsque les eaux de surface se refroidissent.

Par analogie aux prédictions faites au point (iii) ci-dessus, nous pouvons prédire que les individus adultes migreront vers de plus grandes profondeurs que ne le feront les juvéniles et préadultes, phénomène connu sous le nom de la Loi de Heincke (Longhurst et Pauly, 1987 - voir Figure 4).

Figure 4 : Représentation schématique des migrations large-côte que les espèces sédentaires doivent entreprendre pour éviter les températures extrêmes des eaux de surface. En général, les individus les plus gros migrent à des niveaux plus profonds que les poissons plus petits (Loi d'Heincke).



Comme complément de la Loi de Heincke, et si les températures sont, au Nord, généralement plus basses qu'au Sud, nous aurons aussi, vue l'équation (3):

(*vi*) pour les stocks dits « sédentaires » qui entreprennent des migrations essentiellement côte-large-côte, le P_∞ est plus élevé au Nord qu'au Sud.

Cette règle, qui bien-sûr est inversée dans l'hémisphère Sud, est bien vérifiée dans la littérature, notamment pour les céphalopodes (Tableau 1).

Latitude	Sepiatheutis lessoniana		Illex coindetti		Illex illecerebrosus				Todarodes sagittarius		Nototodarius sloani		Dosidicus gigas	
					Femelles		mâles							
	cm	kg	cm	kg	cm	kg	cm	kg	cm	kg	cm	kg	cm	kg
Nord, élevées	36	1,4	37		31	1,6	27	0,4	49	64	-	-	-	-
Basses	33	1,2	26		20	0,2	18	0,1	32	37	32	0,6	100	18,8
Sud, élevées	-	-	-		-	-	-	-	-	-	42	1,8	150	62,0

Tableau 1 :Tailles maximales[a] de différentes espèces de céphalopodes en fonction de la température, et donc de la latitude.

Il faut aussi signaler que lorsque la biomasse d'un stock sédentaire s'accroît (comme ce fut probablement le cas pour le poulpe du Nord-Ouest africain dans les années 80), non seulement les migrations deviennent plus amples mais les saisons de ponte et de recrutement tendent à se prolonger (voir plus haut). Ceci aurait pour effet que les recrues commencent leur croissance à différentes périodes du cycle saisonnier des températures, suscitant, en fonction des variations saisonnières, diverses manifestations de la même courbe de croissance sous-jacente (Pauly, 1985 ; Arreguin-Sanchez, 1992). Ceci devrait être considéré lorsqu'on fait des études de croissance, de même que la possibilité d'utiliser la racine cubique du poids comme approximation de la « longueur », pour adapter une version « saisonnière » du modèle de von Bertalanffy (Pauly 1985, 1987) aux données de fréquences de taille qui seraient disponibles.

DISCUSSION

L'hypothèse proposée ici est particulièrement bien adaptée aux systèmes côtiers de l'Ouest africain où les pêches et l'océanographie sont dominées par un signal saisonnier très important (l'un des plus importants au niveau mondial, Anon 1944) ainsi que par de forts gradients thermiques latitudinaux (Barry-Gérard, même volume).

Les six prédictions bâties à partir de l'hypothèse de base sont elles-mêmes des hypothèses solides et falsifiables en principe, surtout si l'on veille à les quantifier préalablement.

Toutefois, la vérification de ces hypothèses exigera beaucoup de soin, surtout

a) longueur du manteau et poids de Roper et coll. (1984), à l'exception des poids de D. gigas, qui proviennent d'ehrhardt et coll. (1983).

quand on considère la difficulté que représente la différenciation des espèces « migratrices » des espèces dites « sédentaires » et de leurs schémas migratoires respectifs. J'espère cependant que le schéma proposé ici s'avérera utile pour structurer les données disponibles concernant les variations saisonnières et interannuelles de la distribution des clupéidés, carangidés et autres poissons du Nord-Ouest africain, et leur disponibilité aux pêcheurs. J'espère qu'il permettra de vérifier et, le cas échéant, de corriger certains schémas migratoires douteux, notamment pour les espèces dites « d'affinité guinéennes » (Garcia, 1982). J'espère finalement qu'il servira de complément et non d'alternative au schéma déjà proposé pour les préadultes de *Thunnus albacares*, *T. obesus* et *Katsuwonus pelamis*, qui n'apparaissent au large de la côte sénégalaise que lorsque la température de l'eau atteint 22°C (A. Fonteneau, com. pers.).

REMERCIEMENTS

Je remercie les Dr Jacqueline MacGlade, Alain Fonteneau et Philippe Cury pour les suggestions qu'ils ont bien voulu apporter à la première version de cet article, Villy Christensen pour une suggestion concernant la Figure 3, Mariama Barry-Gérard pour ses réflexions concernant certains schémas migratoires publiés douteux, Claude Roy pour nous avoir communiqué les données du COADS et Catherine Lhomme-Binudin (ICLARM) pour sa contribution à la préparation de la version française.

~~~~~~~~~~~~

RÉFÉRENCES

❒ **Anon. 1944.** World Atlas of sea surface temperatures. *2nd Ed. Office US Navy No 225.*

❒ **Arreguin-Sanchez, F. 1992.** Growth and seasonal recruitment of *Octopus maya* on Campeche Bank, Mexico. *NAGA, the ICLARM Quarterly 15(2):31-34.*

❒ **Barry-Gérard, M.** Migrations des poissons le long du littoral sénégalais *(présent volume).*

❒ **Boëly, T. 1979.** Biologie des deux espèces de sardinelles (*Sardinella aurita* Valenciennes 1987 et *Sardinella maderensis* Lowe 1841) des côtes sénégalaises. *La Pêche maritime, juillet 1979:426-430.*

❒ **Boëly, T., J. Chabanne et P. Fréon. 1978.** Schéma migratoire, aires de concentration et périodes de reproduction des principales espèces de poissons pélagiques côtiers dans la zone sénégalo-mauritanienne. *p. 63-70. In Rapport du groupe de travail ad hoc sur les poissons pélagiques côtiers ouest-africains de la Mauritanie au Libéria (26°N à 5°N). COPACE/PACE sér. 78/10.*

❒ **Bertalanffy, L. von. 1988.** A quantitative theory of organic growth *(Inquiries on growth laws II). Human Biology 10(2):181-213.*

❒ **Champagnat, C. et F. Domain. 1978.** Migrations des poissons démersaux le long des côtes ouest-africaines de 10° à 24° de latitude Nord. *Cah. ORSTOM, Sér. Océanogr. 16 (3-4):239-261.*

❒ **Ehrhardt, N.M., P.S. Jacquemin, F. Garcia, G. Gonzalez, J.M. Lopez, S. Ortiz et A. Solis. 1983.** On the fishery and biology of the giant squid *Dosidocus gigas* in the Gulf of California, Mexico. *FAO Fish Tech. Pap. 231: 306-340*

❒ **Garcia, S. 1982.** Distribution, migration and spawning of the main fish resources in the Northern CECAF area. *CECAF/ECAF Series 82/25.*

❒ **Longhurst, A. et D. Pauly. 1987.** Ecology of Tropical Oceans. *Academic Press, San Diego. 407 p.*
~~~~~~~~~~~~

❒ **MacCall, A.D. 1990.** Dynamic geography of marine fish population. *Washington Sea Grant Program. University of Washington Press, Seattle, 153 p.*

❒ **Pauly, D. 1979.** Gill size and temperature as governing factors in fish growth: a generalization of von Bertalanffy's growth formula, *Berichte des Instituts für Meereskunde an der Universität Kiel. No. 63, xv+156 p. (Thèse de doctorat).*

❒ **Pauly, D. 1981.** The relationships between gill surface area and growth performance in fish: a generalization of von Bertalanffy's theory of growth. *Meeresforschung/Reports on Marine Research 28(4):251-282.*

❒ **Pauly, D. 1984.** A mechanism for the juvenile-to-adult transition in fishes. *Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer 41:280-284.*

❒ **Pauly, D. 1985.** The population dynamics of short-lived species, with emphasis on squids. *NAFO Scientific Council Studies No. 9:143-154.*

❒ **Pauly, D. 1987.** A review of the ELEFAN system for analysis of length-frequency data in fish and aquatic invertebrates, *p. 7-34. In D. Pauly et G.R. Morgan (éds.) Length-based models in fisheries* research. ICLARM Conference Proceedings 13.

❒ **Roper, C.F.E., M.J. Sweeney et C.E. Nauen. 1984.** An annotated and illustrated catalogue of cephalopod species of interest to fisheries. *FAO Species Catalogue No 3, Rome.*

❒ **Schrödinger, E. 1944.** What is Life? *Cambridge University Press, Cambridge.*

❒ **Shulman, G.E. 1974.** Life cycles of fish: physiology and biochemistry. *Isr. Progr. Sci. Transl. Wiley and Sons. 258 p.*

Le poulpe (Octopus vulgaris) au Sénégal : une nouvelle ressource.

A. Caverivière.

RÉSUMÉ :

Pour la première fois, pendant l'été 1986, d'importantes quantités (26 000 tonnes) de poulpe Octopus vulgaris ont été capturées devant la Gambie et les eaux avoisinantes du Sénégal. Elles ont été réalisées dans les eaux côtières (10-40 mètres), par les chaluts de la pêche industrielle et au moyen de turluttes par les pirogues de la pêche artisanale. Après une baisse relative des prises en 1987 et 1988, les captures ont de nouveau dépassé les 20 000 tonnes en 1989 et 1990 (36 000 et 20 300 t, respectivement).

Les captures et les rendements les plus élevés prennent place de juillet à septembre.

Les structures en poids des prises montrent une très grande prépondérance des jeunes individus dans les deux pêcheries. Le poids moyen individuel est largement inférieur au kilogramme.

Les captures de l'été portent sur des individus en migration ; cette migration pourrait être liée à la reproduction.

Les causes de la prolifération du poulpe ont été recherchées. Il est probable que la diminution de biomasse des stocks des prédateurs de larves, juvéniles, adultes -en particulier des sparidés et des serranidés- ait été un facteur favorable en diminuant le rôle régulateur de ces populations sur le stock de poulpe. Ce facteur ne serait peut-être pas le seul à agir et au moins un autre facteur, encore inconnu, et qui serait lié à l'environnement physique, pourrait intervenir. Ce dernier facteur aurait une action sur une vaste étendue géographique, il serait probablement favorable à la survie des larves et juvéniles.

ABSTRACT :

Important catches (26 000 metric tons) of Octopus vulgaris were recorded for the first time, during the summer of 1986, in coastal waters (10-40 m) of the Gambia and neighbouring waters of Senegal. The fishing gears are trawls for the industrial fleet and jigging hooks for the artisanal canoe fishery. After a relative decrease in 1987-1988, the catches were high again in 1989 (36 000 tons) and 1990 (20 000 tons).

Landed and catches by-unit-effort are the best from July to September.

The composition of the catches shows a very large predominance of young Octopus in the industrial and canoe fisheries. The individual mean weight is markedly below the kilogram.

In the summer, the fishery is exploiting individuals in migration ; this migration is probably linked to reproduction.

Possible causes for the Octopus proliferation are studied. The biomass decrease of other species which are predators of the larval, juvenile and adult Octopus, such as Sparidae and Serranidae species, was noticed. It is probably a propitious factor due to the decrease of the regulative effect of this species on the Octopus stock. Nevertheless this factor would not be the only one and at least another factor, still unknown but probably connected with the environmental conditions, could exist. This last factor acted on a large area, it was probably favourable to the survival of larvae and juveniles.

INTRODUCTION

Les eaux côtières du Sénégal et de la Gambie sont connues depuis longtemps comme abritant des quantités relativement importantes du poulpe *Octopus vulgaris*, en particulier devant la Gambie et la Petite-Côte du Sénégal (entre Dakar et la Gambie); Caverivière (1990) réunit les quelques informations disponibles à ce sujet. L'existence d'une importante pêche commerciale de poulpe au Nord du Sénégal, le long des côtes du Sahara, suggère cependant que l'abondance des poulpes au Sénégal n'était pas suffisante avant 1986 à l'établissement d'une pêche spécialisée dans une

région exploitée de longue date pour d'autres espèces. A partir de 1986, d'importantes prises de poulpe ont lieu en saison chaude, principalement dans une zone de pêche s'étendant du Sud de Dakar au Nord de la Casamance, sur les fonds de 10 à 40 mètres qui sont généralement de nature sableuse, comme les fonds de pêche de la zone saharienne. La distribution bathymétrique de l'espèce est cependant beaucoup plus large, puisque au Sénégal des poulpes ont été observés dans les rochers de la zone intertidale, ainsi qu'à des profondeurs supérieures à 400 mètres lors de la campagne scientifique de chalutage du N/O Cruz de Aralar en 1982.

LES CAPTURES

Les prises sont réalisées tant par la pêche industrielle avec des chaluts de fond, que par la pêche piroguière artisanale au moyen de turluttes qui sont des couronnes d'hameçons utilisées auparavant pour la pêche des seiches.

Les captures de poulpe des chalutiers peuvent être divisées selon 3 types :

- les captures des chalutiers dakarois, qui sont bien connues depuis 1985, année où le poulpe a été extrait de la rubrique divers des statistiques de pêche ; on peut considérer qu'il n'a jamais été débarqué plus de 500 tonnes dans les années antérieures ;
- les captures des chalutiers étrangers opérant sous licence au Sénégal et déclarées par les armateurs et/ou les observateurs embarqués ; ces prises de poulpe sont connues avec précision et négligeables avant 1985 bien que l'activité des navires entrant dans cette catégorie soit soutenue ;
- les captures transitant par le port de Las Palmas (Iles Canaries), en provenance de navires de différentes nationalités et réparties selon de vastes zones de pêche après enquêtes et compilation par le Comité des Pêches de l'Atlantique Centre Est (COPACE). Caverivière (1990) estime qu'il est très probable, sinon certain, après une étude détaillée, que la quasi totalité des prises de poulpe réparties dans la zone C (Sénégal, Guinée-Bissau, Guinée Conakry) ont été effectuées devant le Sénégal, et surtout la Gambie, par des chalutiers opérant le plus souvent sans licence. Il en serait sans doute de même pour la plupart des captures soit disant en provenance de la zone D (Sierra Leone, Liberia).

Le tableau 1 récapitule les captures annuelles de poulpes en provenance certaine du Sénégal et probable de la Sénégambie (et pour le moins du sud du Sahara).

On notera qu'après les premières pêches importantes de poulpe dans la région en 1986, les captures des années suivantes montrent des niveaux variables : faibles en 1987 (en particulier pour les chalutiers opérant sous licence au Sénégal et pour la pêche artisanale), assez faibles en 1988, elles augmentent très fortement en 1989 (36 000 tonnes) pour redescendre quelque peu en 1990 (20 000 tonnes).

La pêche artisanale prend une importance croissante et dépasse les prises des chalutiers dakarois en 1989 et 1990.

	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
SENEGAL							
Chalutiers dakarois	<500	450	7700	300	1480	6270	3920
Chalutiers étrangers	33	380	1560	30	90	4270	2270
Pêche artisanale	-	-	500	15	1120	6710	4350
LAS PALMAS SURVEYS							
Zone C	(4330)	(3890)	14700	5240	6280	9900	5080
Zone D	-	260	2140	3190	4920	8870	4690
TOTAL SUD DAKAR	<500	1090	26600	8800	13900	36020	20310

Tableau 1 : Captures de poulpes au sud de la Mauritanie, d'après les données du Sénégal (CRODT) et des "Las Palmas Surveys" (cf texte).

Zone C : Sénégal, Guinée-Bissau, Guinée. Les chiffres entre parenthèses concernent principalement des captures effectuées devant Nouakchott (Mauritanie).

Zone D: Sierra Leone, Libéria.

LES VARIATIONS DE L'ABONDANCE

Les débarquements mensuels de poulpe des chalutiers dakarois sont indiqués au tableau 2 de 1986 à 1990 (l'année 1987 n'est pas représentée du fait de la faiblesse des captures). La majeure partie des prises est débarquée du mois de juin au mois d'octobre. Les mises à terre augmentent jusqu'en juillet-août, puis diminuent. Une étude (Caverivière, 1990) sur les données détaillées de 1986 montre que les meilleurs rendements journaliers sont obtenus pendant le mois des plus fortes mises à terre. Des rendements de 15,3 tonnes par jour de pêche (nombre d'heures sur les lieux de pêche/24) ont pu être obtenus en moyenne sur une marée de 22 jours pour un chalutier de 1000 CV. Des rendements de cet ordre de grandeur, parfois même plus élevés (1,2 tonnes/heure en août 1967), n'avait jusqu'alors été obtenus qu'au tout début de la pêche du poulpe au large du Sahara (Hatanaka, 1979). Dans cette zone, les mises à terre et les rendements des chalutiers sont les plus élevés en août-septembre (anonyme, 1990), donc pratiquement à la même période qu'au Sénégal, mais la pêche est active toute l'année avec une baisse relative en saison froide moindre qu'au Sénégal.

Les débarquements mensuels de la pêche piroguière pour les principaux ports de la pêche artisanale de la Petite-Côte du Sénégal (Joal et Mbour), sont également indiqués au tableau 2. Les fortes valeurs mensuelles de la pêche artisanale concordent avec les fortes valeurs de la pêche chalutière, mise à part la première année (1986) où la mise en place de la pêche artisanale s'est effectuée après la pêche industrielle. Les rendements par jour de pêche des pirogues sont plus élevés à Joal (prés de la Gambie) qu'à Mbour et en moyenne, sur une quinzaine, ils ont pu atteindre 153 kg/jour en 1986, 174 kg en 1988, 207 kg en 1989 et 104 kg en 1990. Ce sont des valeurs très élevées pour des pirogues, qui ne pêchent que de jour. Les périodes de forts rendements ne correspondent pas toujours avec les plus forts débarquements.

Les rendements de jour sont supérieurs de 38% à ceux de nuit, d'après une étude réalisée sur 2 466 traits de chalut de 4 navires (Caverivière, 1990).

	1986		1988		1989		1990	
	P.I.	P.A.	P.I.	P.A.	P.I.	P.A.	P.I.	P.A.
Janvier	4		7		9		11	
Février	18		5		11		82	
Mars	9		38		14		94	20
Avril	46		35		47		60	19
Mai	43		6		105	15	234	29
Juin	691		303	581	338	165	73	40
Juillet	2753	9	379	521	1295	1142	692	551
Août	2583	363	424	37	1608	1872	1606	1705
Septembre	801	108	42		1529	1601	571	814
Octobre	502	4	170		660	364	425	153
Novembre	35		70		648	31	49	
Décembre	223		2		3		19	
TOTAL	7710	490	1480	1140	6270	5190	3920	3330
(tonnes)	8200		2620		11460		7250	

Tableau 2 : Prises mensuelles (tonnes) de poulpes pour la Pêche Industrielle (P.I.) des chalutiers dakarois et la Pêche Artisanale (P.A.) des ports de Joal et Mbour. Années 1986 à 1990
(l'année 1987 n'est pas représentée car les prises sont très faibles).

STRUCTURE DES PRISES

Le poulpe est commercialisé après un tri par catégories de poids, qui peuvent différer d'un circuit de production-distribution à un autre. Caverivière (1990) a analysé la structure par taille des captures de poulpe par les chalutiers en 1986. Une étude du même auteur est en cours de finition et concerne les années 1988 à 1991 pour les poulpes capturés par les chalutiers et par la pêche artisanale. Nous résumerons ici ces deux études.

Tant pour la pêche industrielle que pour la pêche artisanale, la part des petits poulpes de moins de 500 g est la plus importante en juillet, parfois juin pour les poulpes de moins de 300 g. Les petits poulpes de moins de 800 - 1 000 g ont une part largement prépondérante, plus de 70%, dans les prises de la pêche artisanale et des chalutiers crevettiers, de 1988 à 1991. Les grands chalutiers avec une ouverture de maille au niveau du cul de 70 mm (contre 40 mm pour les crevettiers) en ont une proportion moindre : 53% de moins de 900 g en 1989, 51% de moins de 800 g en 1990, probablement en rapport avec la sélectivité des chaluts. En 1986, les petits poulpes de la pêche industrielle et de la pêche artisanale étaient moins bien représentés (peut-être en partie, pour la pêche artisanale, du fait que la pêche se soit établie plus tardivement lors de cette première année de capture). En 1988, année de faibles prises, la pêche n'a porté que sur des petits poulpes,en début d'été, avant sa cessation rapide.

Figure 1 : Distribution de fréquence de 1200 tonnes de poulpes pêchés devant le Sénégal et la Gambie pendant l'été 1986.

Chalutiers sénégalais: 70 mm d'ouverture de maille. LT : Longueur Totale.

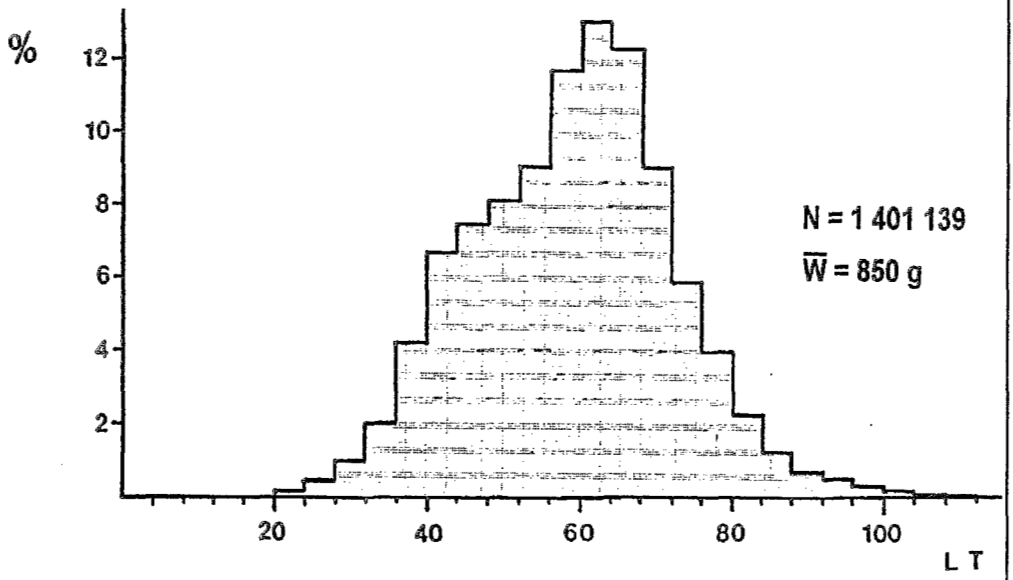
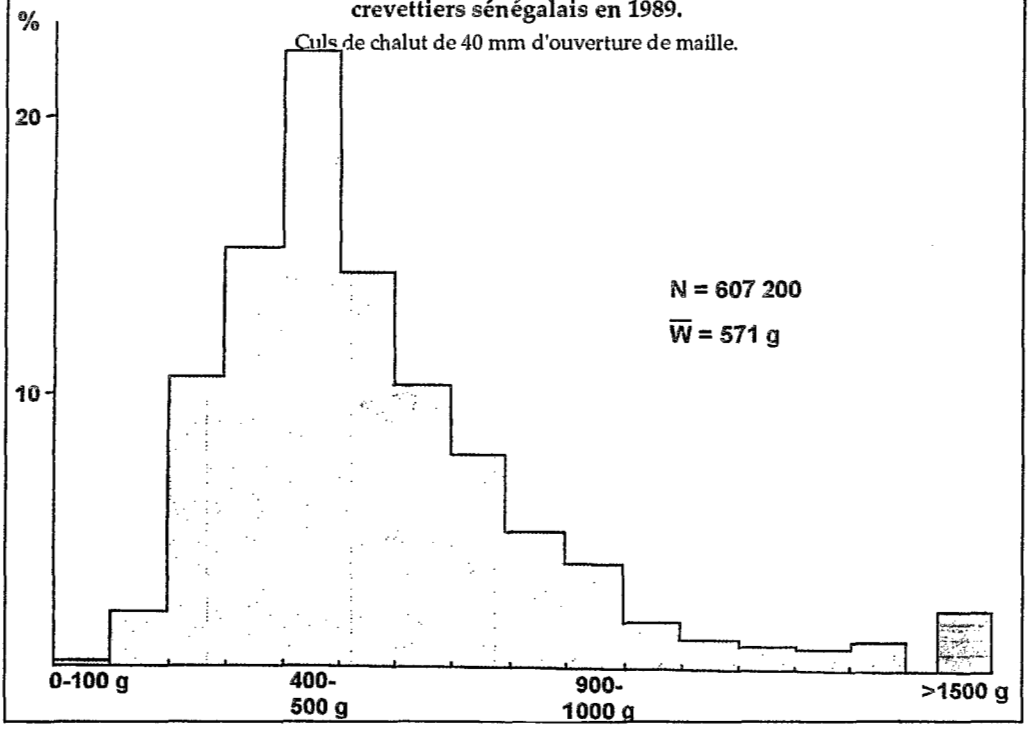


Figure 2 : Distribution par classe de poids de 347 tonnes de poulpes pêchés par les crevettiers sénégalais en 1989.

Culs de chalut de 40 mm d'ouverture de maille.



De 1989 à 1991, le poids moyen des poulpes paraît diminuer quelque peu, tant pour la pêche artisanale que pour les crevettiers.

La structure en taille de 1 200 tonnes de poulpes débarquées en 1986 par des chalutiers a pu être reconstituée (Figure.1),le poids individuel moyen est de 850 g. En 1989, la structure par classe de poids des poulpes pêchés par les crevettiers a pu être établie (Figure.2) à partir des nombreux contrôles effectués sur les catégories commerciales. Le poids moyen individuel est de 571 g. Cette structure peut être appliquée à la pêche artisanale d'après la répartition par catégories commerciales.

En Mauritanie et au Maroc, la pêche industrielle -qui représente l'essentiel des prises de poulpe- avait respectivement, pour la période 1987-1989, un poids moyen individuel de 617 et 765 g (anonyme, 1990). En Mauritanie, la pêche artisanale au pot capture, contrairement au Sénégal, des individus encore plus gros. La même étude montre que la pêcherie historique japonaise au large du Sahara était proche des optimums biologique et écologique, avec un poids moyen individuel de l'ordre de 1 500 g.

LES MIGRATIONS DU POULPE, SES RAPPORTS AVEC LA REPRODUCTION ET LA BIOLOGIE DE L'ESPÈCE EN GÉNÉRAL

Qu'il y ait une migration du poulpe en été, passant par les zones de pêche côtières accessibles aux chalutiers, ne fait aucun doute. L'augmentation brutale des prises et des rendements dans des lieux régulièrement prospectés par les chalutiers dakarois en est une preuve évidente.

Des individus de tailles diverses (moins de 400 g à plus de 5 kg) prennent part à ce mouvement, mais l'essentiel des captures porte sur des petits individus, en liaison probable avec le recrutement. Les plus jeunes individus pourraient provenir de la zone très côtière à fonds durs, zone qui ferait office de nursery d'après Garcia Cabrera (1968) et Hatanaka (1979); les larves de poulpe y seraient transportées par des courants géostrophiques. Ces larves sont pélagiques durant 30 à 40 jours après l'éclosion quand la température moyenne est proche de 25°C (Itami et al., 1963). Nous avons personnellement rencontré à plusieurs périodes de tous petits poulpes dans la zone intertidale rocheuse de la presqu'île du Cap Vert. Cependant des poulpes de 100 g et moins ont été régulièrement trouvés plus au large, sur toute l'aire de répartition de l'espèce (le plus profond à 161 m) lors des campagnes de chalutage du N/O Louis Sauger. Il semble également que des oeufs puissent être trouvés sur la plus grande partie de cette aire, au moins jusqu'à 94 m (Hatanaka, 1979).

Après leur concentration dans la zone côtière, les poulpes se dispersent sur l'ensemble de la zone de pêche (*ibid.*). Devant la Sénégambie, les campagnes de chalutage montrent que les poulpes sont plus côtiers en fin de saison chaude qu'en saison froide.

Un mouvement côte-large de l'Ouest vers l'Est, probablement précédé d'un mou-

vement large-côte (au moins pour les individus les plus âgés), apparaît certain. Existe-t-il un mouvement Nord-Sud ? C'est possible d'après certaines données de pêche, mais il peut s'agir d'un mouvement apparent dû à un décalage dans le temps des migrations longitudinales; les conditions hydrologiques pourraient alors jouer un rôle. Ainsi, pour Mizuishi (1977), il semble que la température de l'eau influence la migration des poulpes au Sénégal. Si elles existent ces migrations doivent être limitées, comme celle pressentie par Dia (1985) en Mauritanie, car beaucoup d'auteurs n'ont pu les mettre en évidence, tant en Atlantique Est qu'en Méditerranée.

Tous les auteurs ayant étudié sérieusement la reproduction du poulpe en Afrique saharienne s'accordent sur une période de reproduction principale au printemps (mai-juin pour Hatanaka (1989), mai-juillet pour Dia (1988)), suivie ou non par un pic secondaire en automne (septembre-octobre ou septembre à novembre), quoique des femelles matures puissent être observées tout au long de l'année. Il y a accouplement et la fécondation a lieu à l'intérieur des glandes de l'oviducte qui constituent également un réservoir à spermatozoïdes. La ponte a lieu après l'accouplement mais pas nécessairement à la suite; Pereiro et Bravo de Laguna (1980) notent comme un fait que la femelle puisse garder à l'intérieur du manteau les oeufs vivants avant fécondation pendant un maximum d'au moins 5 mois. Les oeufs fécondés sont expulsés et groupés en cordons qui sont fixés aux parois de grottes ou de fissures. La durée de la période embryonnaire jusqu'à l'éclosion dépend de la température de l'eau (Itami et *al.*, 1963; Mangold et Boletzky, 1973), elle est estimée à 20-25 jours pour une température de 25 °C. La femelle garde, nettoie et ventile les oeufs pendant toute cette période au cours de laquelle des observations, tant en milieu naturel (Cousteau et Diolé, 1973) qu'en aquarium (Tait, 1986), ont montré qu'elle refuse toute nourriture. Le dernier auteur prouve que la mort intervient nécessairement à la suite du fait de la physiologie de l'espèce : la reproduction est sous le contrôle de la glande optique qui détermine aussi la sénescence. Wells et Wells (1959) avaient déjà démontré que chez *Octopus vulgaris* la maturation des gonades est déterminée par la sécrétion de la glande optique qui est contrôlée par un centre du lobe basal du cerveau, lui même sous l'influence directe du lobe optique, et donc par là de la lumière.

La lumière a également été associée à la migration chez les céphalopodes de Méditerranée, dont le poulpe *O. vulgaris*, par Mangold-Wirz (1972) qui indique que l'on ne peut guère attribuer un rôle important à la température dans le déclenchement des migrations. La lumière, c'est à dire la variation de la durée de l'éclairement, serait le ou l'un des facteurs responsables de la migration. Le même auteur conclue qu'il est logique de penser que les mêmes facteurs sont responsables et de la maturation des gonades et de la migration, et donc que la glande optique qui détermine la maturation se trouve également à la base de la régulation hormonale (interne) de la migration.

Il est donc fort probable que les poulpes massivement capturés en été dans la région sénégambienne l'aient été lors d'une migration de reproduction. Une femelle de poulpe de moins de 200 g étant capable de pondre (Caverivière, 1990). Les lieux de pêche ne seraient cependant pas les lieux de ponte, puisqu'il s'agit de fonds sableux et que les femelles ne déposent leur ponte que dans des cavités et anfractuosités. Il peut s'agir du lieu de reproduction, mais on doit surtout considérer ces fonds

comme le lieu de passage obligé des poulpes se rendant ou revenant des fonds rocheux côtiers. Pour les plus petits poulpes, il pourrait s'agir d'une migration de sortie de nursery. Une migration trophique n'est cependant pas à exclure, les lieux de pêche étant relativement riches en coquillages (en particulier de bivalves *Pinna rudis*) sur lesquels les poulpes pourraient s'alimenter.

Les données des campagnes de chalutage scientifique sont en accord général avec ce schéma d'ensemble :

- poulpes plus côtiers et peu nombreux en octobre et novembre, avec une absence de gros individus et d'individus matures en novembre (sénescence post-reproductive) et une proportion non négligeable (vu la sélectivité de l'engin de pêche) de poulpes de moins de 100 grammes ;
- poulpes plus profonds en mars-avril, avec de gros individus souvent en développement sexuel avancé.

La détermination de l'âge des poulpes des côtes nord occidentales de l'Afrique n'a été abordée jusqu'à présent, avec des résultats très variables, qu'à partir de l'évolution des distributions de fréquence ; de poids principalement. La sénescence post-reproductive avec perte de poids, telle que montrée par Tait (1986) pour *Octopus vulgaris* et par Van Heukelem (1973) pour *Octopus cyana* du Pacifique (et qui s'appliquerait aussi aux mâles), remet en question ces études. Smale et Buchan (1981) trouvent pour des *O. vulgaris* élevés en bassin en Afrique du Sud, dans des eaux de températures similaires à celles des côtes de l'Afrique du Nord-Ouest, des taux de croissance très variables selon les individus, mais dans l'ensemble bien plus élevés que ceux trouvés à partir des distributions de fréquence. Les poulpes étaient nourris *ad libitum*, mais Van Heukelem, qui obtient des résultats très comparables pour *O. cyana*, considère que dans le milieu la nourriture n'est pas un facteur limitant (ce qui est vrai pour les *O. cyana* du Pacifique ne l'est peut-être pas pour les *O. vulgaris* de l'Atlantique Est). Il résulte de l'étude de Smale et Buchan que les femelles d'*Octopus vulgaris* auraient une durée potentielle de vie de 9-12 mois, 12-15 mois pour les mâles, mais serait généralement plus brève. Si nous adoptons un tel schéma de croissance très rapide, avec une durée de vie courte, mais avec des tailles très variables selon les individus en fonction des conditions rencontrées (date et lieu de naissance, température de l'eau, nourriture,...), alors :

- la diminution dans le temps, de juillet à octobre, de la proportion des petites catégories commerciales pourrait être, contrairement à ce qu'il a été pensé, uniquement due à la croissance ;
- les petits poulpes en phase de reproduction ne seraient pas forcément les plus jeunes.

DES CAUSES DE L'EXPLOSION DÉMOGRAPHIQUE

Plusieurs auteurs ont tenté d'analyser les causes du remarquable accroissement des populations de poulpe au large du Sahara il y a une vingtaine d'années. Tous s'accordent sur une relation plus ou moins directe avec une surpêche des sparidés,

dont l'abondance dans la zone a considérablement baissée, ce qui aurait diminué leur contrôle sur le recrutement des poulpes. On pourra trouver, entre autres, des descriptions et commentaires détaillés sur ce sujet dans Pereiro et Bravo de Laguna (1980), Gulland et Garcia (1984).

Caverivière (1990) a recherché si, comme au large du Sahara, une diminution des populations de sparidés ou/et d'autres espèces appartenant à la même communauté que le poulpe, pouvait être mise en relation avec l'explosion de cette dernière espèce devant la Gambie et le Sénégal. Sparidés (pageot et dorades) et serranidés (mérous), qui sont considérés comme des prédateurs potentiels des juvéniles de poulpes car ils occupent les mêmes fonds, particulièrement pendant la saison froide où s'effectue l'essentiel de leurs prises, montrent une diminution des prises et des rendements de la pêche artisanale sur la Petite-Côte à partir de 1987 (Figure. 3 et 4), soit juste après l'explosion démographique du poulpe de 1986. Les prises des 3 saisons de pêche (1984-1986) précédent l'émergence du poulpe ont été importantes ; de ce fait l'abondance de ces espèces a pu se trouver fortement réduite à la fin de la saison froide de 1986. Ceci n'est cependant guère probant.

Figure 3 : Débarquements annuels de la pêche artisanale dans la région de Thiès-sud pour les principales espèces de sparidés et de serranidés de 1981 à 1988.

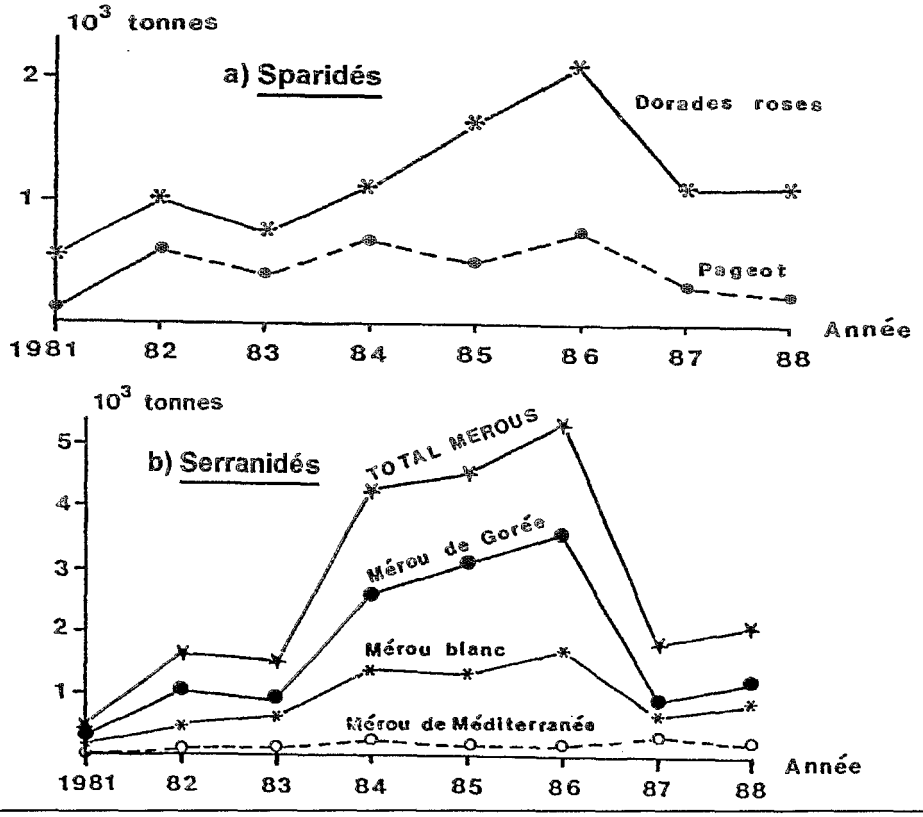
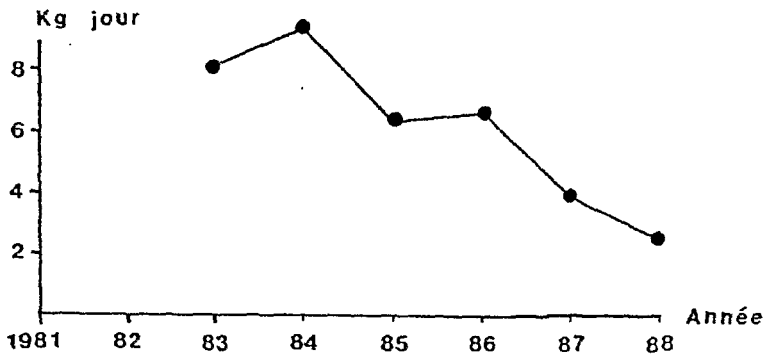


Figure 4 : Rendement en mérou blanc par sortie (journée) des pirogues moteur ligne de Joal, de 1983 à 1988.



D'autres données peuvent être utilisées. Il s'agit des résultats des campagnes scientifiques de chalutage de fond portant sur l'ensemble du plateau continental sénégalais entre 10 et 100 mètres et réalisées de novembre 1986 à mars 1991 (Caverivière et Thiam, 1992). L'abondance générale, et plus particulièrement celle des serranidés, à diminué de plus moitié entre les 2 périodes et, comme la pêche était déjà bien développée avant 1986, on peut penser -dans le cas d'un modèle simple de production- que les espèces démersales sont actuellement surexploitées au Sénégal.

Une diminution d'abondance des prédateurs potentiels du poulpe a peut-être été un facteur nécessaire à l'émergence de cette espèce, il pourrait cependant ne pas être suffisant à lui seul. En effet, l'abondance du poulpe a aussi été exceptionnellement bonne en Mauritanie en 1986 -sans cependant atteindre l'augmentation observée au Sénégal- alors que la pêche du poulpe et la surpêche des sparidés y est déjà ancienne. D'autre part, l'abondance du poulpe en 1987 et 1988 devant la Sénégambie a été bien moindre qu'en 1986, alors que les populations de sparidés et de serranidés étaient à des niveaux encore plus faibles. Un autre facteur favorable, vraisemblablement lié à l'environnement physique,pourrait intervenir. Plusieurs auteurs ont recherché un tel facteur, sans résultats probants. Il a cependant été noté (Caverivière, 1990), que 1985 et 1986 ont été des années froides faisant suite à plusieurs années relativement chaudes.

CONCLUSION

Avec des captures de poulpes approchant ou dépassant les 25 000 tonnes en 1986 et 1989, la zone de pêche située principalement devant la Petite-Côte du Sénégal et la Gambie s'est hissée, proportionnellement à sa surface, au niveau des zones de pêche traditionnelles situées au large du Sahara. Il a été calculé qu'en 1986 la zone exploitée a donné une prise moyenne en poulpe de 4 grammes par mètre carré. La tendance

actuelle est à l'allongement de la période de pêche, avec un élargissement de la zone. Ainsi, sur la Grande-Côte au nord de Dakar, des captures de plus en plus importantes sont réalisées par la pêche industrielle et (en 1992) par la pêche artisanale. On s'achemine peut-être ainsi vers une situation moins contrastée de type saharien, quoique l'importance des fonds durs non chalutables au delà de 20-30 mètres devant la Gambie et la Petite-Côte du Sénégal rend la ressource peu accessible aux chalutiers en dehors des périodes de migration.

Les poulpes sont massivement capturés en été lors de mouvements migratoires vraisemblablement associés, d'après les études sur la physiologie de l'espèce, à un comportement de reproduction ou/et, pour les plus jeunes, à une sortie de nursery.

L'accroissement de biomasse du poulpe semble pouvoir être mis en relation avec une diminution de l'abondance des poissons démersaux dans la zone, et plus particulièrement des serranidés. Une telle diminution avait déjà été observée avant la mise en place des pêcheries de poulpe situées plus au nord. Plus généralement, Caddy (1981) note qu'il semblerait qu'il y ait accroissement des populations de céphalopodes dans les régions où la pêche du poisson est ou a été intensive, tandis que celle des céphalopodes n'y était pas pratiquée de façon intensive. La baisse des populations de prédateurs diminuerait leur rôle régulateur sur les stocks de poulpe, mais ce facteur ne paraît pas suffisant à lui seul à expliquer l'extraordinaire accroissement d'abondance de 1986. Un autre facteur favorable, qui doit être lié à l'environnement physique, aurait agi pour assurer ce premier très fort recrutement.

La protection et la ventilation des oeufs par la femelle, dont la fécondité est de 130 000 à 250 000 oeufs, doit leur assurer un fort taux de viabilité pouvant aboutir à de très fort recrutements quand les conditions du milieu sont propices (diminution de la prédation, conditions physiques et alimentaires favorables,...) à la survie des stades ultérieurs, larves et juvéniles. Il est intéressant de rappeler ici l'explosion démographique du baliste (*Balistes carolinensis*) au large des côtes de l'Afrique de l'Ouest, entre le Nigéria et le Sénégal, à partir de 1972. En effet, il s'agit aussi d'une espèce qui ventile et garde ses oeufs, ce qui pourrait donc être une stratégie de reproduction susceptible de conduire à des explosions démographiques.

Les caractéristiques très particulières de la biologie du poulpe *Octopus vulgaris* : mort des femelles -et probablement aussi des mâles- après la reproduction, longévité naturelle très faible (1 an au mieux) avec une croissance moyenne très rapide mais très variable selon les individus, posent d'important problèmes en matière de gestion rationnelle de la ressource. En effet, si la pêcherie épargne les individus immatures, ceux-ci ne pourront plus être capturés après la reproduction, suite à leur mort massive. D'un autre côté, l'existence d'une fraction importante du stock qui demeure cryptique, c'est à dire non accessible à la pêche, apparaît pour le moment suffisante dans tous les stocks pour assurer la reproduction. Même si cette biomasse cryptique réduit les risques de surexploitation vraie, pouvant éventuellement conduire à l'extinction de la ressource par une réduction drastique du recrutement, il est probable que le stock sénégalais, avec un poids moyen individuel de capture du poulpe de moins de 600 grammes, est actuellement mal exploité. La comparaison (anonyme, 1990) des résultats de la pêcherie historique au large du Sahara, avec un poids moyen individuel de l'ordre de 1 500 g, par rapport aux pêcheries actuelles sur les mêmes

lieux (poids moyens compris entre 600 et 800 g pour la Mauritanie et le Maroc), est en effet en faveur de la première.

Au vu des nombreuses interrogations qui subsistent, tant du point de vue de la biologie de l'espèce que de son exploitation, un important effort de recherche est à développer au niveau régional, si ce n'est mondial.

RÉFÉRENCES

- **Anonyme, 1990** - Rapport du groupe de travail Céphalopodes de Mauritanie. *Nouadhibou, 1-4 décembre 1990. Centre Nat. Recher. Océanogr. et des Pêches, 78 p.*
- **CADDY (J.F.), 1981.-** Quelques caractéristiques de l'aménagement des stocks de céphalopodes au large de l'Afrique de l'Ouest. *FAO, COPACE/TECH/81/87, 33 p.*
- **CAVERIVIERE (A.), 1990** - Etude de la pêche du poulpe (*Octopus vulgaris*) dans les eaux côtières de la Gambie et du Sénégal. L'explosion démographique de l'été 1986. *Centre Recher. Océanogr. Dakar-Thiaroye, Doc. Scien., 116, 42 p.*
- **CAVERIVIERE (A.) et THIAM (M.), 1992** - Indices d'abondance et niveaux d'exploitation des espèces démersales du plateau continental sénégalais. Estimations à partir des résultats des campagnes de chalutage stratifié (1986-1991). *Centre Recher. Océanogr. Dakar Thiaroye, Doc. Scien., 132, 147 p.*
- **COUSTEAU (J.Y.) et DIOLE (Ph.),1973** - Pieuvres: la fin d'un malentendu. *Flammarion, Paris, 256 p.*
- **DIA (M.A.), 1988.-** Biologie et exploitation du poulpe (*Octopus vulgaris*) (Cuvier, 1797) des côtes mauritaniennes. *Univers. Bretagne Occidentale, Thèse Doct. 3e cycle,164 p.*
- **DIA (M.A.), 1985** - Introduction à l'étude de l'écologie et de la biologie du poulpe *Octopus vulgaris* des côtes de Mauritanie. *Mémoire de D.E.A., Fac. Sci. Brest, 40 p.*
- **GARCIA-CABRERA (C.), 1968.-** Biologia y pesca del pulpo (*Octopus vulgaris*) y choco (*Sepia officinalis hierreda*) en aguas del Sahara espanol. *Publ. Tecn. Junta Estudios Pesca, n°7, 161-198.*
- **VAN HEUKELEM (W.F.), 1973** - Growth and life span of *Octopus cyana* (Mollusca: Cephalopoda). *J. Zool., London, 169, 299-315.*
- **GULLAND (J.A.) and GARCIA (S.), 1984.-** Observed patterns in multispecies fisheries. *In Exploitation of Marine Communities, ed. R.M. May. Dahlem Konferenzen 1984. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo : Springer-Verlag, pp. 155-190*
- **HATANAKA (H.), 1979.-** Studies on the fishery biology of common octopus off the Northwest coast of Africa. *Bull. Far Seas Fish. Res. Lab., n° 17, 13-124.*
- **ITAMI (K.), IZAWA (Y.), MAEDA (S.) and NAKAI (K.), 1963.-** Notes on the laboratory culture of the *Octopus larvae. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 29, 6, 514-520.*
- **MANGOLD-WIRZ (K.), 1972.-** La migration des céphalopodes méditerranéens. *Rapp. P.V. Réun. CIEM, 16, 2, 299-304.*
- **MIZUISHI (I.), 1977.-** Some observations on the cephalopod fisheries of Senegal. *FAO, CECAF/WP Series/77/1, 8 p.*
- **MANGOLD (K.) and BOLETZKY (S.V.), 1973** - New data on reproductive biologie and growth of *Octopus vulgaris. Mar. Biol., 19, 7-12.*
- **PEREIRO (J.A.) et BRAVO de LAGUNA (G.), 1980.-** Dynamique des populations et évaluation des stocks de poulpe de l'Atlantique Centre-Est. *FAO, COPACE/PACE SERIES 80/18, 57 p.*
- **SMALE (M.J.) and BUCHAN (P.R.), 1981** - Biology of *Octopus vulgaris* off the East Coast of South Africa. *Marine Biol., 65, 1-12.*
- **TAIT (R.W.), 1986** - Aspects physiologiques de la sénescence post reproductive chez *Octopus vulgaris. Thèse Doct. Université, Paris VI, 250 p.*
- **WELLS (J.M.) and WELLS (J.), 1959.-** Hormonal control in sexual maturity in octopus. *J. Exp. Biol., 36,1,1-33.*

Les fluctuations d'abondance du baliste (B.carolinensis).

A. Caverivière.

RÉSUMÉ :

La biomasse du baliste, espèce semi-pélagique du plateau continental, a considérablement augmenté de 1972 au début des années 1980 entre le Ghana et la Mauritanie, pour approcher les 2 millions de tonnes. Une diminution très nette de l'abondance, sans rapport avec l'exploitation, a par la suite été mise en évidence à partir de 1982 ou 1986, selon les régions. En 1988 l'abondance est revenue à son niveau initial dans toute cette vaste zone.

L'étude des variations de l'abondance en relation avec les conditions du milieu suggère que les apports d'eau douce, facteur principal de la dessalure, jouent, par des actions directes ou indirectes, un rôle important dans le déterminisme des variations à courte et longue périodes .

En limite de distribution géographique la température, qui varie avec la force des upwellings, serait un facteur physique limitant pour cette espèce d'eaux chaudes.

La stratégie de reproduction de l'espèce, avec la protection et les soins donnés aux oeufs, serait un facteur propice à de rapides proliférations quand les conditions du milieu sont favorables à la survie des stades ultérieurs, larves et (ou) juvéniles.

ABSTRACT :

The trigger-fish is a semi-pelagic species of the continental shelf whose the biomass has heavily increased from the years 1972 to 1978-1980 in the waters between Ghana and Mauritania, and reaches almost two million tons. Afterwards, in 1982 or 1986 depending on the regions, a net decrease of the abundance was noted, without any relationship with the exploitation. In 1988 the biomass returned at this low previous level in the whole of the area of distribution.

The study of the abundance changes in connection with the environmental conditions suggests that the input of fresh water - principal factor of the desalinisation - is important, directly or indirectly, for the determination of short and long term changes in abundance.

At the edge of the geographical distribution, the temperature - related to the intensity of the upwellings - should be a physical limiting factor for this warm waters species.

Reproduction strategy of the trigger-fish, with protection and care provided to the eggs, should be a propitious factor to fast proliferations, when the environmental conditions are favourable to the survival of the later stages, larvae and (or) juveniles.

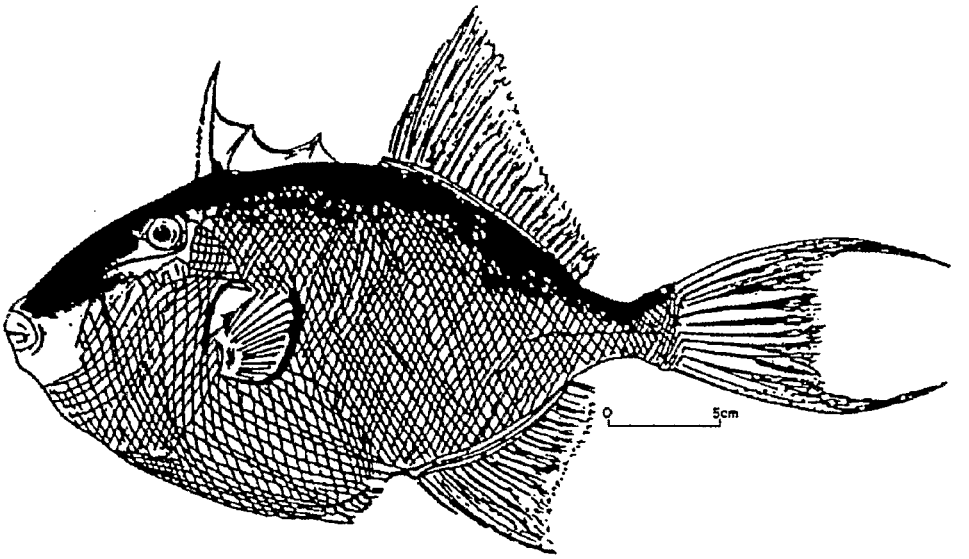
INTRODUCTION: LA BIO-ÉCOLOGIE DE L'ESPÈCE.

Balistes carolinensis (Gmelin, 1789), synonyme *B.capriscus*, occupe une aire de répartition très vaste : on le trouve des 2 côtés de l'Atlantique tropical, dans la mer des Antilles et la Méditerranée. Les caractéristiques essentielles de sa bio-écologie en Atlantique Est ont été résumées par Caverivière et *al* .(1981).

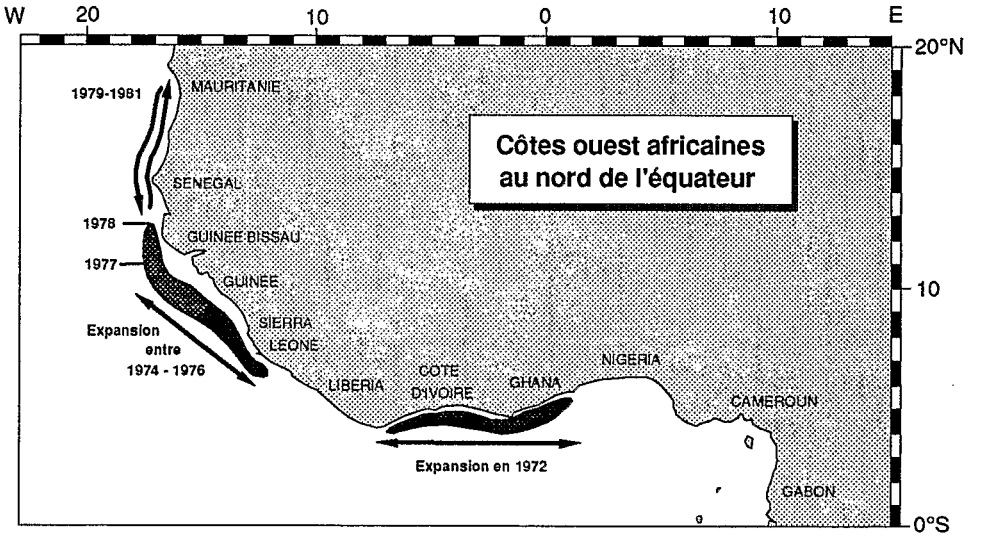
L'espèce est un des rares représentants de la famille des Balistidae sur les côtes de l'Afrique de l'Ouest, famille dont beaucoup d'espèces fréquentent habituellement des régions favorables à la vie corallienne, dont les eaux chaudes sont relativement claires et salées, à l'inverse de ce qui se rencontre devant les côtes ouest africaines.

B.carolinensis à une taille maximale de 45 centimètres. Le corps, revêtu d'une peau rugueuse, est haut et comprimé latéralement ; les fentes branchiales sont réduites, la bouche petite avec une dentition robuste (Figure.1). C'est une espèce semi-pélagique

Figure 1 : Position moyenne des deux principaux stocks de *Balistes carolinensis* de l'Afrique de l'ouest et périodes d'expansion.



Balistes carolinensis **Gmelin (1789) (d'après Opic).**



du plateau continental que l'on peut trouver aussi bien sur le fond qu'en pleine eau, où se situe le plus souvent l'essentiel de sa biomasse (profondeurs de 20 à 70 mètres). Les juvéniles sont très proches de la surface et les tailles augmentent avec la profondeur. Les adultes sont plus abondants sur le fond en saison chaude, lors de la période de ponte qui nécessiterait le creusement d'un nid (Garnaud, 1960). Les eaux trop froides sont évitées.

La croissance des individus est rapide et la longévité relativement faible ; la plus grande partie de la biomasse est composée de poissons de 2 ans et moins. L'alimentation est variée, les jeunes balistes se nourrissent principalement de plancton, le régime alimentaire est à base de benthos pour les balistes capturés sur le fond.

LES FLUCTUATIONS DE L'ABONDANCE

Avant les années soixante-dix, *B.carolinensis* pouvait être considéré comme une espèce sinon rare, du moins très peu abondante dans l'Atlantique Est (Caverivière *et al.*, 1981).

Fin 1971 - début 1972, une très importante augmentation de l'abondance a lieu devant le Ghana. L'aire de prolifération s'est ensuite étendue très rapidement de part et d'autre, au Togo-Bénin et à la Côte d'Ivoire (Figure.1). Cette prolifération gagne par la suite des régions situées plus au Nord. Elle prend place entre mars 1974 et septembre 1976 devant la Guinée, sans que la période puisse être mieux précisée. D'après Gerlotto et al. (1980), en avril-mai 1977 la limite nord de la prolifération du baliste n'avait pas dépassé l'archipel des Bissagos (Guinée-Bissau). Les côtes du Sénégal sont atteintes en 1978 pour la région Sud-Dakar (Petite-Côte et Casamance), en 1979 pour la région Nord-Dakar et la Mauritanie. En saison chaude 1979, sur la Petite-Côte du Sénégal (entre Dakar et la Gambie), les captures de balistes lors des campagnes de chalutage de fond du N/O Laurent Amaro (Figure.2) ont représenté suivant les mois, entre 18 et 46% des captures totales (Caverivière et *al.*, 1981). Les campagnes ECHOSAR de prospection acoustique et de chalutage, entreprises à partir de 1980 au Sénégal, montrent que les balistes étaient abondants de 1980 à 1982, surtout au large de la Gambie et de la Casamance. A son maximum, au début des années 1980, la biomasse des stocks de balistes des côtes de l'Afrique de l'Ouest à pu être estimée (Caverivière, 1991) à prés de 2 millions de tonnes, et en bien des lieux l'espèce a pu représenter plus de la moitié de la biomasse en poisson.

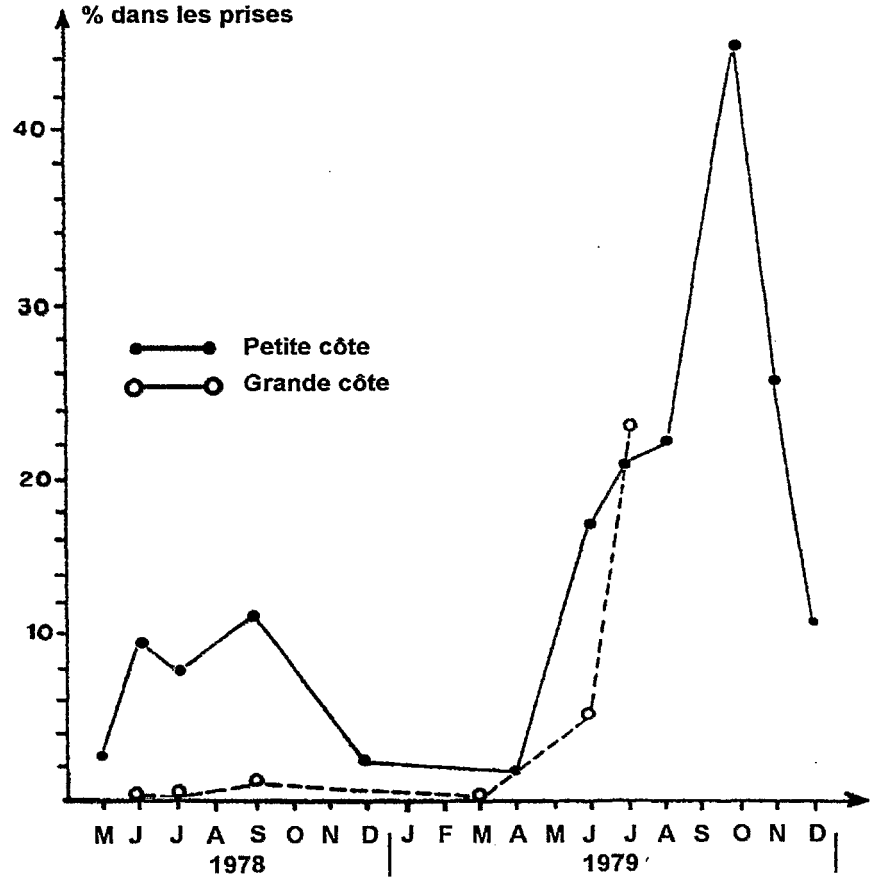
Des signes de diminution de l'abondance sont apparus dés 1982 en Mauritanie, où ils sont alors absents, et au Togo-Bénin. En 1983-84, la diminution touche le Sénégal où ils ne sont plus rencontrés qu'au large de la Casamance lors des campagnes ECHOSAR, et apparemment en moindre quantité.

En 1986, une diminution générale de l'abondance est notée, tant pour les stocks centrés sur la Côte d'Ivoire-Ghana que sur la Guinée. La présence des balistes est encore réduite devant le Sénégal. Ils sont encore détectés devant la Côte d'Ivoire en 1987, où l'abondance semble même s'accroître, et devant la Guinée. On notera que les plus fortes pêches commerciales devant le Ghana ont lieu en 1986 et 1987. En 1988 et 1989, tant les données de pêche que les campagnes scientifiques montrent un retour

des stocks à leur niveau initial d'avant la prolifération, dans toutes les zones où celle-ci avait eu lieu.

Figure 2 : Evolution des concentrations de balistes au Sénégal (pourcentage en poids de l'espèce dans les prises au chalut de fond du N/O Laurent AMARO).

Ce schéma est représentatif de l'arrivée des balistes sur le plateau continental sénégalais et des variations saisonnières d'abondance sur les fonds.



RECHERCHES DES CAUSES DE LA PROLIFÉRATION ET DE SON ÉVOLUTION

Plusieurs auteurs, parmi lesquels on citera Gulland et Garcia (1984), se sont interrogés sur les causes de la prolifération du baliste. Caverivière (1982, 1991), prend en compte les différentes observations et propose des hypothèses.

Le premier type de cause a été recherché dans les modifications d'abondance,

dues à la pêche ou non, d'espèces écologiquement concurrentielles ou prédatrices. Ce facteur semble devoir être rejeté et il semble également que la biomasse pélagique du baliste soit venue se rajouter à la biomasse des espèces pélagiques déjà existantes, cela pourrait ne pas être le cas pour les espèces démersales.

Un deuxième type de cause examiné a été celui d'actions directes ou indirectes de changements dans les conditions du milieu. Il a été noté que l'apparition massive du baliste en 1972 devant le Ghana et la Côte-d'Ivoire suit une réduction brutale des précipitations sur l'Afrique de l'Ouest, dont les effets ont été particulièrement ressentis au Sahel. A partir des travaux de Mahé (1987), l'apparition et les variations d'abondance du baliste jusqu'en 1986 ont pu être mises en relation avec la variabilité des apports hydriques continentaux (hydraulicité) dans le golfe de Guinée, apports qui seraient le facteur principal de la dessalure et représentés par les débits de 13 fleuves côtiers se déversant entre la Côte-d'Ivoire et le Congo. Il a été noté a ce sujet que le baliste est absent dans le fond du Golfe de Guinée, là où la salinité est la plus faible, alors que dans plusieurs secteurs de cette zone les autres conditions du milieu (profondeur, nature du substrat) paraissent favorables à son développement. D'autre part, la première détection de balistes dans la région Gabon-Congo a eu lieu en 1985 et correspond à la première grande période de déficit du fleuve Congo, dont le plus important depuis 1950 a été observé en 1984.

L'influence négative de la dessalure, et/ou des facteurs qui lui sont liés, a été perçue à une échelle saisonnière pour le stock guinéen : abondances faibles ou fortes en saison des pluies suivant la zone, concentrations en bordure des fronts dessalés en expansion.

Devant le Sénégal et la Mauritanie le baliste est abondant ou pour le moins présent de 1978 à 1982 ; il disparaît quasiment à partir de 1985-1986. L'apparition, puis la disparition du baliste au nord de la Casamance peuvent être reliées avec les phases de relaxation puis d'intensification de l'alizé sur la côte nord-ouest africaine : une période de minimum (1978-1984) fait suite à un maximum (1971 à 1977), on observe une nouvelle intensification en 1985-1986 (Roy, 1989). Le maximum d'abondance observé sur le fond en 1979 correspond aux minima du transport d'Eckman observés la même année dans les régions Cap Blanc, Nord-Sénégal et Sud-Sénégal. Binet (1988) met en relation la période d'extension méridionale du stock de sardine (*Sardina pilchardus*) centré sur le Maroc, avec les phases d'intensification de l'alizé. *S.pilchardus* tendrait alors à se substituer à la sardinelle (*Sardinella aurita*), plus méridionale, dans la zone de transition entre les deux espèces. Ici, l'action de la température semble prépondérante dans l'extension d'espèces à affinités chaudes (baliste, sardinelle) ou tempérées (sardine). Au sud du Sénégal, les variations d'abondance du baliste en Casamance peuvent, comme en Sierra Léone, être mises en relation avec une fuite des eaux dessalées guinéennes.

STRATÉGIE DE REPRODUCTION ET PROLIFÉRATION

La stratégie de reproduction du baliste pourrait être un élément majeur favorable à des explosions démographiques rapides. Le baliste a une fécondité moyenne, de

100 000 à 700 000 ovocytes au stade préponte (Caverivière et *al.*, 1981), dont plusieurs dizaines de milliers sont pondus en une seule émission (Garnaud, 1960). Cet auteur a observé que les oeufs étaient gardés, nettoyés et ventilés par la femelle jusqu'à l'éclosion de larves pélagiques. Il en résulte que chaque femelle peut donner naissance à un nombre impressionnant de larves viables permettant une prolifération rapide de l'espèce quand les conditions du milieu (environnement physique, nourriture, prédation) sont favorables à leur survie ; larves et juvéniles étant vraisemblablement, comme pour beaucoup d'espèces, les stades les plus vulnérables.

Une telle stratégie démographique, garde et soins donnés aux oeufs, se rencontre également chez le poulpe *Octopus vulgaris*, or celui-ci a également été le sujet d'explosions démographiques au large des côtes sahariennes il y a une dizaine d'années, et plus récemment devant la Sénégambie à partir de 1986. Plusieurs auteurs (*cf.* Caverivière, 1990), attribuent dans ce cas les proliférations à une diminution importante par la pêche de la biomasse des prédateurs de larves et juvéniles de poulpe. Il n'est cependant pas exclu par certains qu'un facteur lié aux conditions hydrologiques ait pu également jouer.

DISCUSSION

Les variations des apports d'eau douce seraient à l'origine, au moins en partie, par des actions directes ou indirectes, de l'apparition massive et des variations d'abondance du baliste au large des côtes ouest-africaines, du Congo à la Casamance. En effet, sur une échelle régionale et pluriannuelle, plusieurs périodes d'augmentation ou de diminution de biomasse ont pu être mises en relation avec l'hydraulicité moyenne des fleuves, avec le plus souvent un temps de latence permettant une croissance des jeunes individus issus de l'explosion démographique suffisante à générer une augmentation sensible de la biomasse ou, au contraire, permettant de détecter l'effet de leur raréfaction. Les larves et les très jeunes balistes, qui vivent prés de la surface, pourraient être sensibles à la dessalure qui induirait un accroissement de leur mortalité. En outre, il apparaît que les sub-adultes et adultes évitent les eaux saisonnièrement dessalées par des migrations pouvant amener leur concentration prés des fronts halins. On notera que la chronologie d'apparition des différents stocks (ivoiro-ghanéen, guinéen, congolais) a eu lieu dans le même ordre que les dessalures régionales.

La diminution des apports d'eau douce serait le signe de modifications du milieu pouvant avoir favorisé directement ou indirectement le développement du baliste : actions négatives sur d'autres espèces plus ou moins concurrentielles, décharges plus faibles des fleuves agissant sur la transparence de l'eau, la richesse du phytoplancton et sa composition (Binet, 1977, 1983).

Dans la zone sénégalo-mauritanienne, là où les conditions de température paraissent limitantes pour une espèce d'eaux chaudes, la relaxation de la force des upwellings paraît avoir joué un rôle dans l'apparition des balistes, et leur diminution ultérieure serait en relation avec l'intensification des vents. On peut aussi penser à un simple effet de l'expansion et de la contraction du stock centré sur la Guinée.

Le retour du baliste à son niveau d'avant la prolifération sur l'ensemble des côtes ouest africaines, à partir de 1988, pourra peut-être être mis en relation avec des déficits hydriques moins accentués que lors de sa période d'abondance. Les causes d'un phénomène de régression peuvent ne pas être aussi fortes que celles qui sont à l'origine de l'expansion. C'est ce qu'il est proposé d'étudier dans un proche avenir, dans le cadre plus général d'un programme sur les ressources démersales variables.

RÉFÉRENCES

- **Binet, D., 1977.** Contribution à la connaissance du zooplancton néritique ivoirien. Ecologie descriptive et dynamique. *Thèse Doc. Etat Sciences Nat., Univ. Pierre et Marie Curie, Paris VI, ORSTOM Paris, 282 p.*
- **Binet, D., 1983.** Zooplancton des régions côtières à upwellings saisonniers du golfe de Guinée. *Océanogr. Trop., 18, 2, 357-380.*
- **Binet, D., 1988.** Rôle possible d'une intensification des alizés sur le changement de répartition des sardines et sardinelles le long de la côte ouest africaine. *Aquat. Living Resour., 1, 115-132.*
- **Caverivière, A., 1982.** Le baliste des côtes africaines (*B. carolinensis*). Biologie, prolifération et possibilités d'exploitation. *Oceanologica Acta, 5, 4,453-459.*
- **Caverivière, A., 1990.** Etude de la pêche du poulpe (*Octopus vulgaris*) dans les eaux côtières de la Gambie et du Sénégal. L'explosion démographique de l'été 1986. *Centre Rech. Océanogr. Dakar Thiaroye, Doc. Sci., 116, 42 p.*
- **Caverivière, A., 1991.** L'explosion démographique du baliste (*Balistes carolinensis*) en Afrique de l'Ouest et son évolution en relation avec les tendances climatiques. *In Pêcheries Ouest Africaines.Variabilité, instabilité et changements. Ph. Cury et C.Roy (eds). ORSTOM, Paris, 354-367.*
- **Caverivière, A., Kulbicki, M., Gerlotto, F. et Konan J., 1981.** Bilan des connaissances actuelles sur *Balistes carolinensis* dans le golfe de Guinée. *Centre Rech. Océanogr. Abidjan, Doc. Sci., 12, 1, 78 p.*
- **Garnaud, J., 1960.** La ponte, l'éclosion, la larve de baliste, *Balistes capriscus* (Linné 1758). *Bull. Inst. Océanogr. Monaco,(1169), 6 p.*
- **Gerlotto, F., Stequert, B. et Barbieri M. A., 1980.** Premiers résultats d'observations sur la biologie de *Balistes capriscus* (Gmel.) dans la partie occidentale du golfe de Guinée.*FAO, COPACE/PACE SERIES 80/21, 30-48.*
- **Gulland, J.A. et Garcia S., 1984.-** Observed patterns in multispecies fisheries. *In Exploitation of Marine Communities, ed. R.M. May. Dahlem Konferenzen 1984. Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo : Springer-Verlag, pp. 155-190*
- **Mahé, G., 1987.** Etude de la variabilité des apports hydriques continentaux dans le golfe de Guinée en liaison avec son hydrologie océanique de surface. *Mémoire D.E.A. Nation. Hydrologie, Université Orsay (Paris XI), 103 p.+ ann.*
- **Roy, C., 1989.** Fluctuations des vents et variabilité de l'upwelling devant les côtes du Sénégal. *Oceanologica Acta, 12, 4, 361-369.*

Trois décennies de pêche sardinière semi-industrielle au Sénégal :

Analyses multivariées de la pêcherie, des puissances de pêche et des rendements

P. Fréon, I. Sow et J.J. Lévénez

RÉSUMÉ :

On a analysé les évolutions à long terme de la stratégie de pêche et des rendements, ainsi que les sources de variabilité à l'échelle interannuelle, saisonnière ou nycthémérale en relation avec le cycle lunaire. La longueur de la série actuellement disponible justifie l'utilisation de différents outils de l'approche multivariée, dont on a comparé les mérites respectifs.

Bien qu'il existe une stratégie globale de pêche relativement bien établie et adaptée aux cycles de vie des espèces (migration, capturabilité), on a pu constater d'important changements au cours de la période, à différentes échelles de temps. L'analyse des correspondances multiples permet d'obtenir une image synthétique de cette évolution et des interactions entre les variables. Elle est confirmée par l'utilisation de modèles linéaires. Une étude de la puissance de pêche des bateaux a permis de mettre en évidence l'importance de la taille du bateau et de celle de la senne, et démontre l'importance des facteurs temporels de courte échelle sur les tendances à long terme. Les conséquences en terme d'estimation d'indice d'abondance sont soulignées.

ABSTRACT :

Three decades of industrial sardine fishing in Senegal : multivariate analysis of the fishery, fishing powers and yields.

The long term trends of the fishing pattern and yields and the factors responsible for the variability at different time scales (inter-annual, seasonal or diurnal in relation to the moon cycle) are studied. The length of data-series presently available justify the use of different tools of the multivariate approach, which have been compared.

Although a global fishing strategy adapted to the species life cycle (migration, catchability) results from a global analysis of the whole data set, some important modifications in this strategy occur from year to year. The multiple correspondence analysis gives a synthesis of this evolution and describes the interactions between variables. The use of linear models confirm these interactions. An analysis of the boat fishing powers indicates the influence of boat size and purse-seine size on the yield, and demonstrate the importance of short time scale factor on the long term trends. Consequences for the estimation of abundance index are underlined.

INTRODUCTION

La pêche sardinière sénégalaise dite "semi-industrielle" recouvre l'activité de petits senneurs basés au port de Dakar. Cette dénomination, bien que discutable, a été retenue afin de distinguer cette pêcherie, d'une part de la pêcherie artisanale et d'autre part de la pêcherie industrielle. La première est réalisée à partir de pirogues ne disposant pas à bord de moyens mécaniques de traction sur la senne, et dont les caractéristiques socio-économiques reposent sur des traditions anciennes de partage du travail, des investissements et des bénéfices (Stequert *et al.*, 1979; Fréon et Weber, 1983). La seconde est pratiquée par de gros chalutiers usine ou par des senneurs rattachés à un bateau usine (Chabanne et Elwertowski 1973; Boely et Ostvedt, 1976).

La pêche semi-industrielle sénégalaise est pratiquée depuis fin 1961 par des senneurs dont la taille moyenne varie de 15 à 32 mètres, mais qui est le plus souvent proche de 20 mètres. Les caractéristiques de cette pêcherie et de son activité ont été

régulièrement décrites par les chercheurs du CRODT (Centre de Recherches Océanographiques de Dakar Thiaroye). Parmi les nombreux travaux disponibles, on retiendra pour l'aspect descriptif : Champagnat (1966), Boely et Champagnat (1969), Boely et Dieye (1971), Boely et Chabanne (1975), Fréon *et al.* (1978), Boely (1980), Fréon (1988). L'objectif de cette étude est d'analyser les évolutions à long terme ainsi que les sources de variabilité à l'échelle saisonnière ou nycthémérale, avec en arrière plan une meilleure connaissance de la pêcherie et une estimation plus fiable des indices d'abondance. Ceci a bien sûr déjà été abordé par d'autres auteurs que l'on mentionnera au fil du texte, mais grâce à la longueur de la série actuellement disponible et à l'utilisation d'outils d'analyse multivariée, jusqu'à présent préférentiellement utilisés dans le domaine de l'écologie, certains aspects peuvent être mieux décrits. On n'abordera pas ici les autres aspects concernant l'évaluation des stocks et l'aménagement de la pêcherie, aspects traités dans d'autres publications et nécessitant la prise en compte des autres pêcheries exploitant les mêmes stocks.

MATÉRIEL

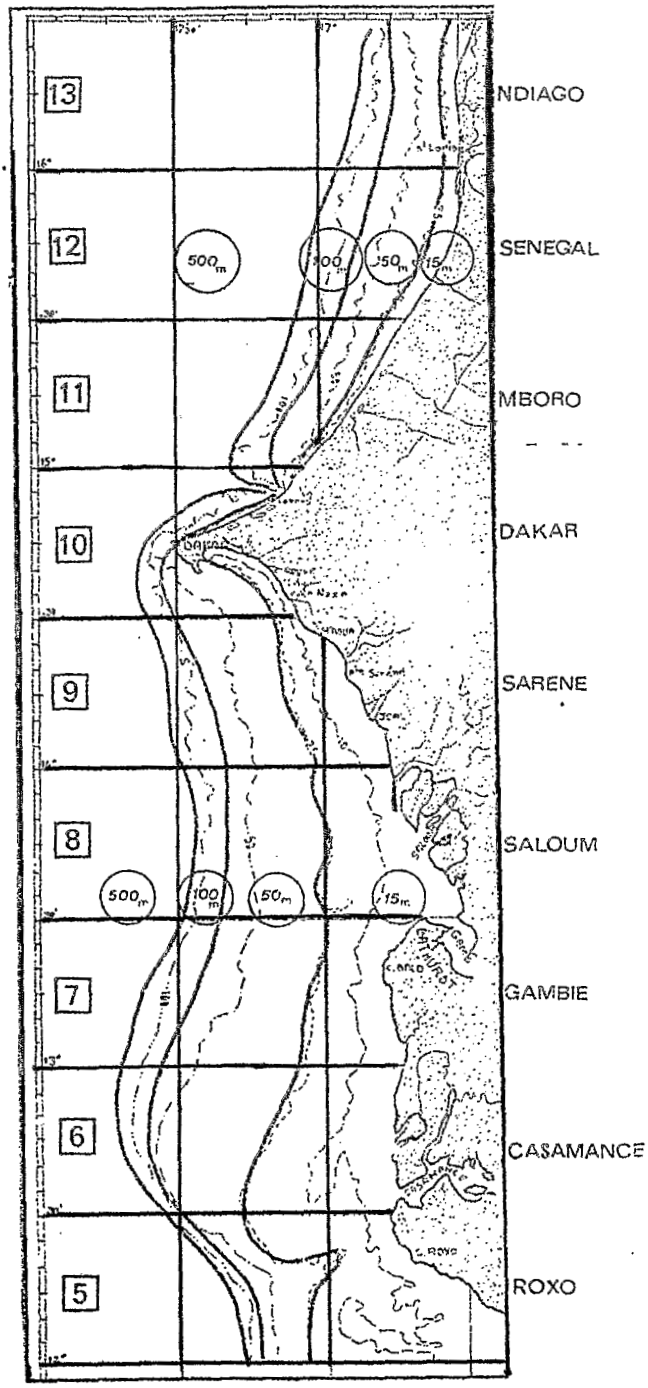
Cette étude est fondée exclusivement sur les données de débarquements des sardiniers dakarois recueillies par le CRODT et sur un fichier des caractéristiques de ces bateaux. On trouvera la description du système de collecte et de traitement préliminaire des données dans les références mentionnées ci-dessus et dans Fréon et Ndiaye (1979).

De 1961 à 1965, les données étaient uniquement obtenues par le dépouillement des carnets de bord et des livres des usines. De 1966 à 1968, un système d'enquêtes systématiques lors du débarquement a été progressivement installé par le CRODT au port de Dakar. De 1969 à nos jours, le système est resté globalement fonctionnel et les données ont été informatisées (à quelques exceptions prés, dont l'année 1973 pour laquelle des estimations ont été réalisées pour quelques bateaux). Pour des analyses détaillées, seules les données postérieures à 1969 ont été utilisées.

Chaque enregistrement du fichier informatisé correspond à une visite de secteur par une embarcation (à l'exception de 1976, un seul secteur de pêche était prospecté au cours d'une sortie dans plus de 95% des cas). On a utilisé ici les variables suivantes :

- date;
- code du bateau;
- état de la mer indiqué par le patron de pêche;
- temps total en mer;
- temps de pêche (temps total moins temps de route estimé);
- heure de pêche, recueillie depuis 1975 uniquement (5 tranches horaires consécutives de durées inégales : 06h-10h; 10h-16h; 16h-19h; 19h-24h; 24h-06h, et 2 tranches larges, l'une de jour, l'autre de nuit pour les pêches de longue durée ou dont l'horaire est incertain : 06h-19h; 19h-06h);

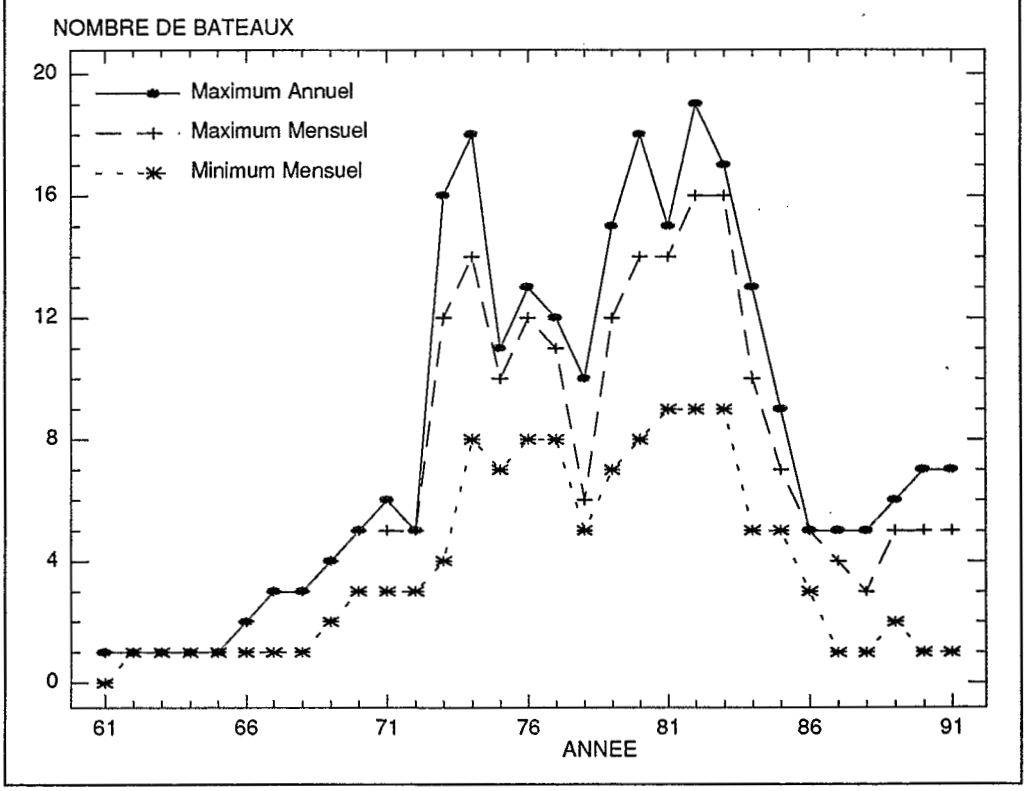
Figure 1 : Principaux secteurs de pêche retenus dans la codification
(d'après la carte n° 5847 de la SHOM).



- secteur de pêche (8 secteurs définis par leur latitude; (Figure 1) où seules apparaissent les principales);
- profondeur moyenne du fond (4 tranches : 0-25m; 26-75m; 76-150m; >150m);
- nombre de lancers de senne : total, "positif" (c'est à dire avec prise) et avec incident (filet déchiré ou incident mécanique); ces deux dernières informations ne sont disponibles qu'à partir de 1970;
- prises par espèce et par catégorie commerciale (8 classes de poids moyen individuel);
- destination du produit (usine, mareyeurs, congélation, mixte).

A partir de ces variables on a calculé d'autres variables, composites ou non. Les prises individuelles par lancer ou "calée" ne sont pas enregistrées dans le fichier, mais on dispose du nombre total de lancers et du nombre de lancers positifs, ce qui permet le calcul de divers indices de taille des bancs en limitant les biais liés à la saturation de l'unité de pêche et à la stratégie du patron en terme de sélection de taille des bancs (Fréon, 1991a). Toutefois on ne retiendra dans cette étude descriptive de la pêcherie que la prise moyenne par lancer positif (p.l.p.).

Figure 2 : Evolution du nombre total de bateaux de 1961 à 1987.



La prise par temps de recherche ou la prise par temps de pêche (temps de mer moins temps de route) sont considérées comme les meilleurs indices d'abondance disponibles pour ces pêcheries, bien que n'étant pas totalement exempts de biais (Fréon, 1980). Le temps de recherche est estimé en retirant du temps de pêche la durée des lancers (estimée en moyenne à 36 minutes par lancer) et la durée moyenne d'embarquement du poisson à bord en fonction de la prise (estimée à 42 minutes pour 10 tonnes).

On a calculé un indice d'intensité lumineuse nocturne sous la surface prenant en compte la réfraction et la surface éclairée du disque lunaire en fonction de hauteur de l'astre dans le ciel et de la phase lunaire (la couverture nuageuse, généralement très réduite en mer au Sénégal, n'a pas été prise en compte).

On notera que l'analyse s'arrête à l'année 1987, alors qu'à ce jour les données des quatre années suivantes sont disponibles. Ce choix est lié au déclin (Figure 2) et aux modifications profondes du schéma d'exploitation survenues dans la pêcherie ces dernières années, qui pour l'essentiel ont des causes extérieures aux stocks exploités. Ces changements nous incitent à considérer les résultats de la pêche comme étant non comparables à ceux des années antérieures.

MÉTHODES

Le jeu de données a été analysé d'une part à l'aide de logiciels statistiques et graphiques disponibles dans le commerce (Statgraphics, SAS, BMDP, ADDAD) et d'autre part de programmes écrits par les auteurs (calculs des cooccurrences d'espèces, indices d'abondance, calcul des phases lunaire, etc). Ces programmes font appel à des méthodes désormais classiques d'analyses multivariées (Benzecri, 1973; Lebart *et al.*, 1977). Afin de calculer les puissances de pêche relatives des différents sardiniers, on a utilisé le programme PUIS2 (IFREMER Département des Ressources Halieutiques), dérivé de la méthode de Robson (1966). Il a été modifié afin de pouvoir traiter plus de 25000 visites réalisées par 35 bateaux dans 353 strates spatio-temporelles de 1969 à 1987. Les strates retenues sont bimensuelles et concernent uniquement quatre secteurs les plus fréquentés et définis en fonction de la latitude et de la profondeur (Dakar 0-25m; Dakar 25-75m; Sarène 0-25m; Sarène 25-75m). Les bateaux qui ont effectué au total moins de 100 visites au cours de ces 19 années n'ont pas été retenus dans cette analyse. Ce logiciel ne permet de calculer aucune des interactions entre facteurs, ce que nous avons pu faire avec le modèle linéaire de SAS, après transformation normalisante des indices d'abondance non nuls par la méthode de Box-Cox (Box et Cox, 1964). Nous avons de plus inclus dans le modèle d'autres facteurs temporels (heure de pêche, phase lunaire) et des variables quantitatives (intensité de l'éclairement lunaire, taille des bateaux et taille de la senne).

Quelques analyses en composante principale (ACP) ont été réalisées sur un nombre limité de variables quantitatives, à titre exploratoire uniquement. En effet, compte tenu du grand nombre de valeurs nulles pour certaines variables, et du fait de l'existence de variables qualitatives, on a préféré l'analyse factorielle des correspondances multiples (ACM). De plus l'ACM permet de déceler d'éventuels effets non

linéaires. On a donc recodé les données afin d'obtenir un tableau disjonctif complet dont on a ensuite croisé les éléments (tableau de Burt présenté en annexe). Le recodage en variable logique a été réalisé en retenant les classes suivantes et en prenant soin d'équilibrer les effectifs des classes de chaque variable, chaque fois que cela était possible :

- années; 4 périodes : 69-74; 75-78 ; 79-81; 82-87;
- mois; 6 bimestres : janvier-février; mars-avril; etc;
- taille du bateau; cinq classes de longueur : <19 m; 19-20 m; 20-21 m; 21-24 m; >24 m;
- état de la mer; maintient des trois valeurs codées : 1,2,3;
- effort de pêche; quatre classes de durée croissante : 0-6,5h; 6,5-8,5h; 8,5-10,5h; > 10,5 h;
- heure de pêche; maintient des 7 tranches horaires initiales, de durées inégales;
- secteurs de pêche; regroupement en deux zones : méridionale (Sarène, Saloum, et Gambie) et septentrionale (Dakar et Mboro), les autres secteurs étant peu fréquentés et trop éloignés pour être comparable aux précédants (autre biotope, autre stratégie de pêche);
- profondeur du fond; regroupement en deux tranches : 0-25 m et > 25 m;
- prise totale; quatre classes : 0 t 1-7 t; 7-19 t; >19 t;
- prise par lancer positif; trois classes : 1-3,8 t; 3,8-11,5 t; > 11,5 t;
- destination; maintient des quatre classes codées;
- phase lunaire; huit phases de durée égale : 1, 2 et 3, lune montante; 4 pleine lune; 5, 6 et 7, lune descendante; 8, nouvelle lune et code 0 pour inconnue;
- indice d'éclairement lunaire relatif; quatre classes équilibrées pour une répartition aléatoire de l'activité : 0-25; 26-55; 56-82; 83-100;
- "présence" des huit principales espèces (neuf variables en réalité car on a subdivisé en deux groupes de taille l'espèce *Sardinella aurita* afin de séparer les adultes des jeunes reproducteurs). On a retenu un critère empirique de présence (cf infra).

RÉSULTATS

Efforts de pêche

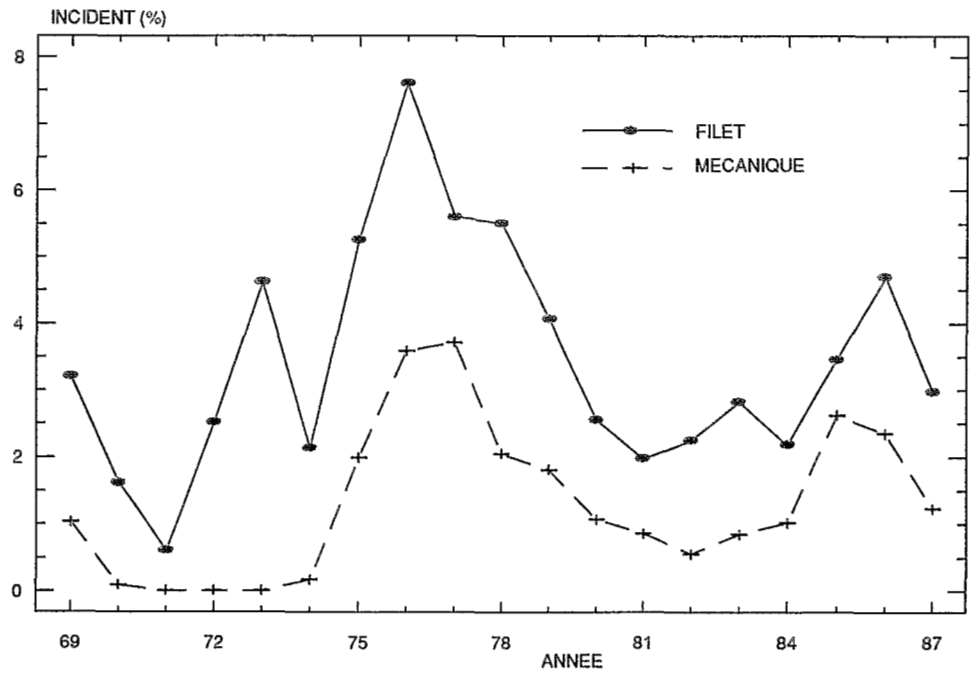
Variabilité interannuelle

Divers indices peuvent être utilisés pour mesurer l'intensité de pêche déployée par la flotte en fonction de l'objectif recherché.

L'activité globale du secteur sera bien décrite par le nombre de bateaux en activité, le nombre de sorties en mer et le nombre total d'heures en mer (Figures 2 et 3, Tableau. 1). Sur une quarantaine de sardiniers ayant travaillé depuis le début de la pêcherie, trois ont assuré à eux seuls 36% des sorties. On atteint 79% de l'activité avec seulement 12 bateaux. Sept bateaux n'ont jamais dépassé la centaine de sortie au cours de la période. L'évolution de l'activité des senneurs depuis 1962 peut se schématiser de la façon suivante :

- de 1961 à 1967 faible niveau d'effort;
- de 1968 à 1973 accroissement rapide de l'effort de pêche;
- de 1974 à 1977 stabilisation;
- de 1978 à 1982 nouvel accroissement rapide;
- depuis 1983 déclin de la flottille.

Figure 3 : Indices annuels d'effort de pêche représentatifs de l'activité des sardiniers de 1961 à 1987.



Le nombre de visites avec filet déchiré ou avec un incident mécanique peuvent constituer deux indicateurs intéressants à considérer : ils peuvent être reliés à l'état de vétusté et/ou d'entretien de la flotte (bien que n'étant pas exempt d'influences extérieures telles que l'habileté de l'équipage, le zèle de l'enquêteur et la taille des

bancs en ce qui concerne les déchirures de filet). Ces deux indices varient de façon synchrone sur la période d'observation (Figure 4), mais l'interprétation des résultats reste difficile et mériterait d'être approfondie (analyse par bateau, analyse économique du secteur, effet enquêteur).

AN	Nombre bateaux *	Variation mensuelle **	Nombre sorties	Heures en mer x 10 ***	Heures de pêche x 10 ***	Total lancers de senne	Lancers de senne positifs	Captures totales (t)
1961	1	0 à 1	19	77	?	?	49	398
1962	1	1	106	250	?	?	265	1488
1963	1	1	261	388	?	?	629	4218
1964	1	1	298	360	?	?	773	4990
1965	1	1	325	352	?	?	758	6519
1966	2	1 à 2	339	384	328	996	(883)	8826
1967	3	1 à 3	(311)	(373)	292	(715)	?	8500
1968	3	1 à 3	(729)	(702)	578	(1176)	?	14000
1969	4	2 à 4	1062	1167	1017	1922	1858	18406
1970	5	3 à 5	1210	1318	1146	1626	1510	17173
1971	6	3 à 5	884	1133	820	1023	906	14304
1972	5	3 à 5	1232	1320	1061	1843	1461	25006
1973	16	4 à 12	(1749)	(1299)	1602	(1935)	(1433)	31957
1974	18	8 à 14	2228	2655	2190	3739	2839	34009
1975	11	7 à 10	2240	2195	1882	3046	2415	31017
1976	13	8 à 12	2299	2253	1961	3339	2484	31745
1977	12	8 à 11	2323	2147	1855	3312	2441	27852
1978	10	5 à 6	1918	1777	1508	2763	2223	21566
1979	15	7 à 12	2250	2215	1873	3703	2808	26264
1980	18	8 à 14	2559	2634	2283	4420	3257	28267
1981	15	9 à 14	2827	2799	2613	5386	4288	31716
1982	19	9 à 16	3198	3272	3054	6368	4502	25310
1983	17 ****	9 à 16	2908	3065	2814	5190	3793	17892
1984	13 ****	5 à 10	1459	1527	1320	2605	1956	6990
1985	9 ****	5 à 7	1057	1086	918	1861	1378	5984
1986	5 ****	3 à 5	671	758	676	1299	833	3147
1987	5 ****	1 à 4	570	650	567	999	780	4708
1988	5 ****	2 à 4	439	482	439	838	582	2658
1989	3 ****	1 à 3	528	795	628	1143	955	9655
1990	3 ****	1 à 2	636	824	640	1097	877	17693
1991	2 ****	1 à 2	461	551	459	585	458	6916

Tableau 1 : Evolution de l'effectif de la flottille sardinière de senneurs dakarois traditionnels, de son activité et des captures totales depuis de début de la pêcherie.

* Bateaux ayant effectué au moins une sortie.

** Intervalle de variation du nombre de bateaux en activité au cours d'un même mois.

*** Efforts non standardisés.

**** N'incluant pas les gros sardiniers industriels (travaillent surtout en Casamance).

() Données extrapolées pour quelques bateaux

Figure 4 : Fréquence des incidents (filet déchiré et problème mécaniques) survenus de 1969 à 1987.

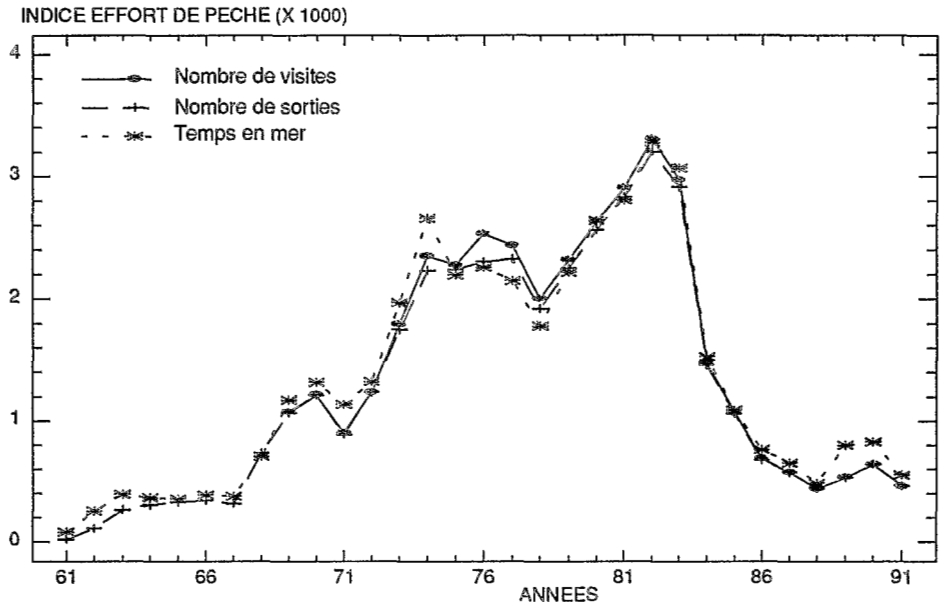
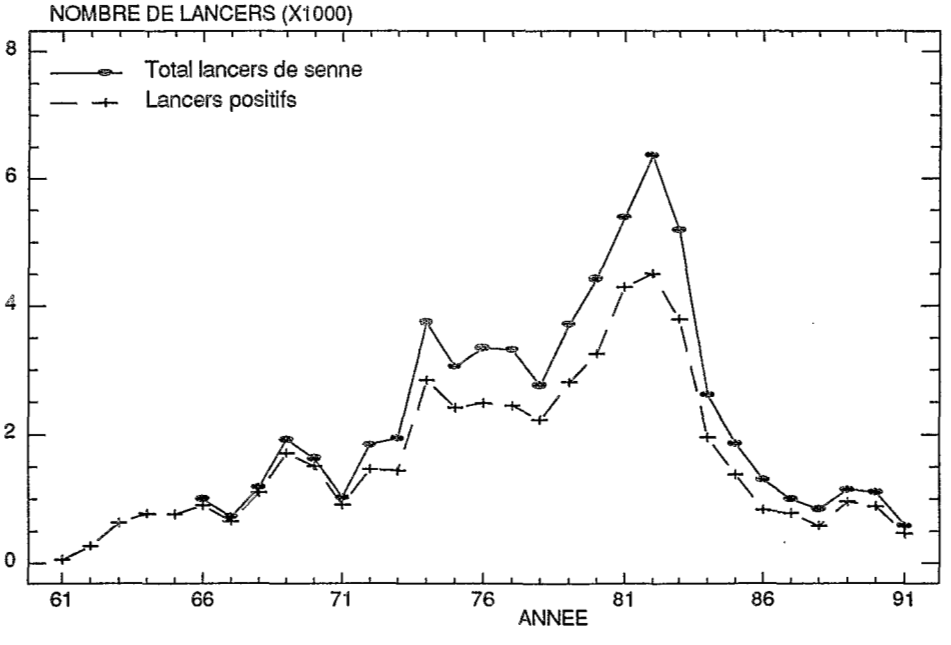


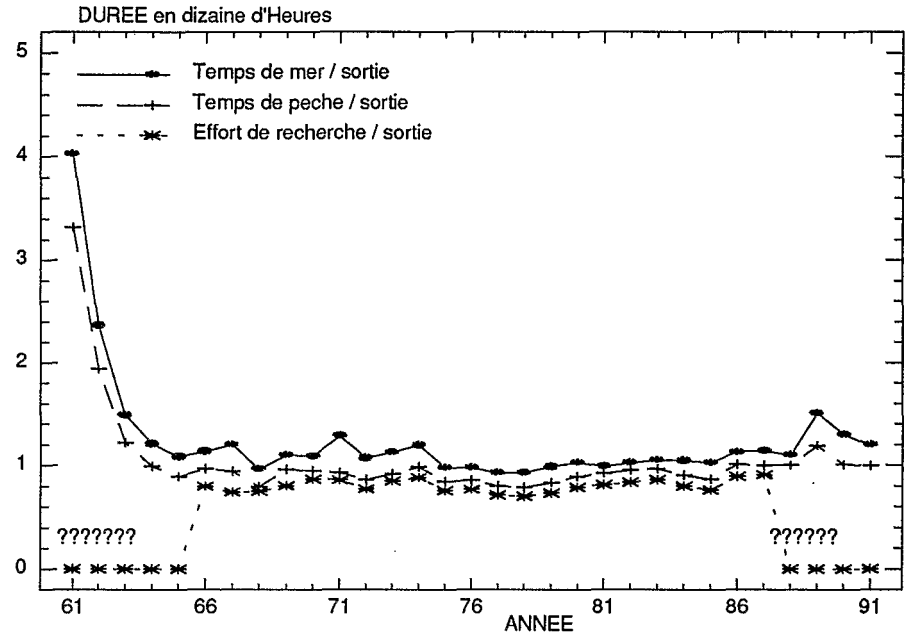
Figure 5 : Nombre de lancers total et de lancers positifs, de 1961 à 1987.



Si l'on cherche plutôt à mettre en évidence la pression de pêche subie par les stocks, on préférera des indices d'effort de pêche tels que le temps de pêche, le temps de recherche ou encore le nombre de lancers (Figure 5; Tableau. 1).

On notera toutefois que tous ces indices d'effort varient de façon parallèle (en dehors des premières années d'apprentissage) du fait qu'à ce niveau, la stratégie de pêche ne présente pas de trop fortes variations interannuelles. On relève cependant que la durée moyenne des sorties passe par un minimum durant les années 1975-79, qui demeure peu visible sur la figure 6 du fait de l'échelle imposée par les plus fortes valeurs.

Figure 6 : Durée moyenne des différentes unités d'effort de pêche par sortie de 1962 à 1987. ? donnée non disponible



La taille moyenne des bateaux, après pondération par le nombre respectif de leurs sorties effectuées sur la période d'observation, n'a pas changé considérablement (valeurs moyennes annuelles extrêmes : 22,53 m en 1983 et 20,15 m en 1986). Cependant, la gamme de tailles des bateaux en activité a augmenté brutalement en 1973 avec l'arrivée dans la pêcherie de trois gros bateaux (anciens thoniers transformés) travaillant irrégulièrement (Figure 7). Ces gros bateaux ont totalement cessé leurs activités en 1977 et 1978, puis certains d'entre eux l'on reprise de façon encore très irrégulière jusqu'en 1984, parallèlement à deux ou trois autres grosses unités. Par ailleurs, dès le début des années 80 sont apparues de petites unités (15-16 m) armées par le gouvernement dans le cadre d'un projet de la FAO.

Figure 7 : Taille moyenne et écart-type (barres verticales) de l'ensemble des sardiniers de 1962 à 1987.

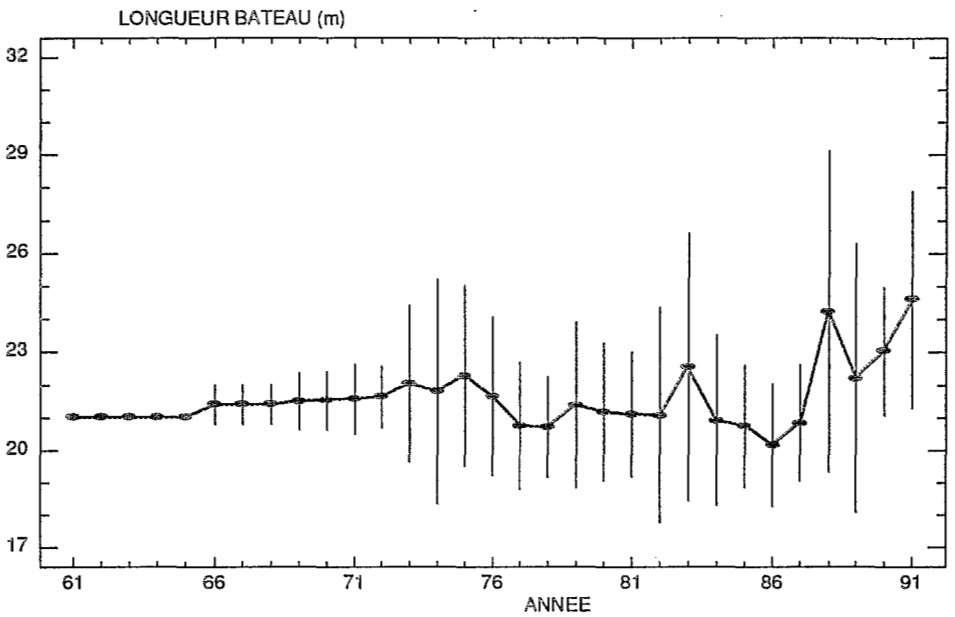
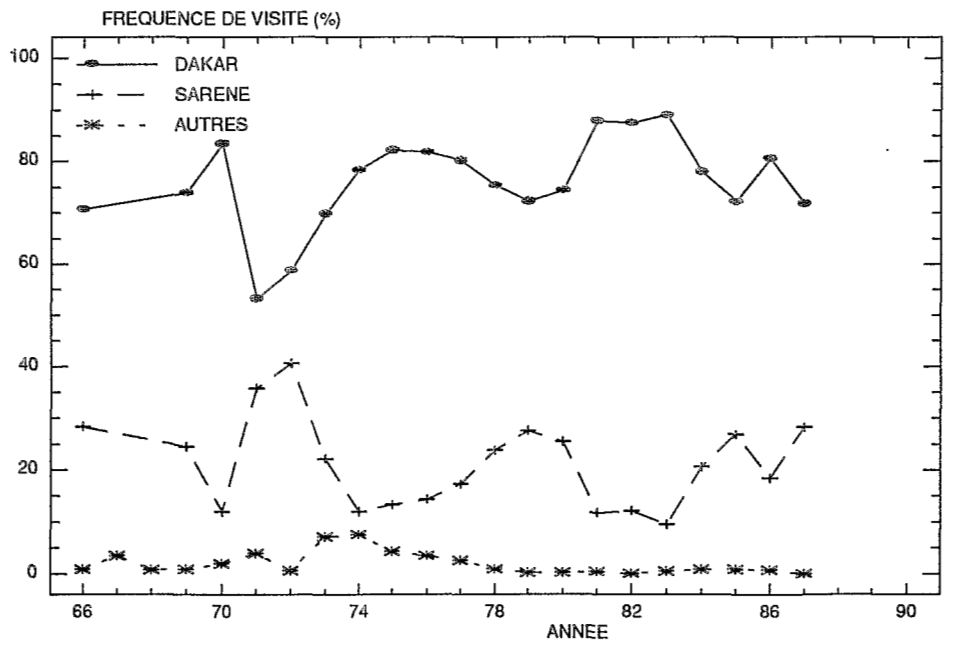
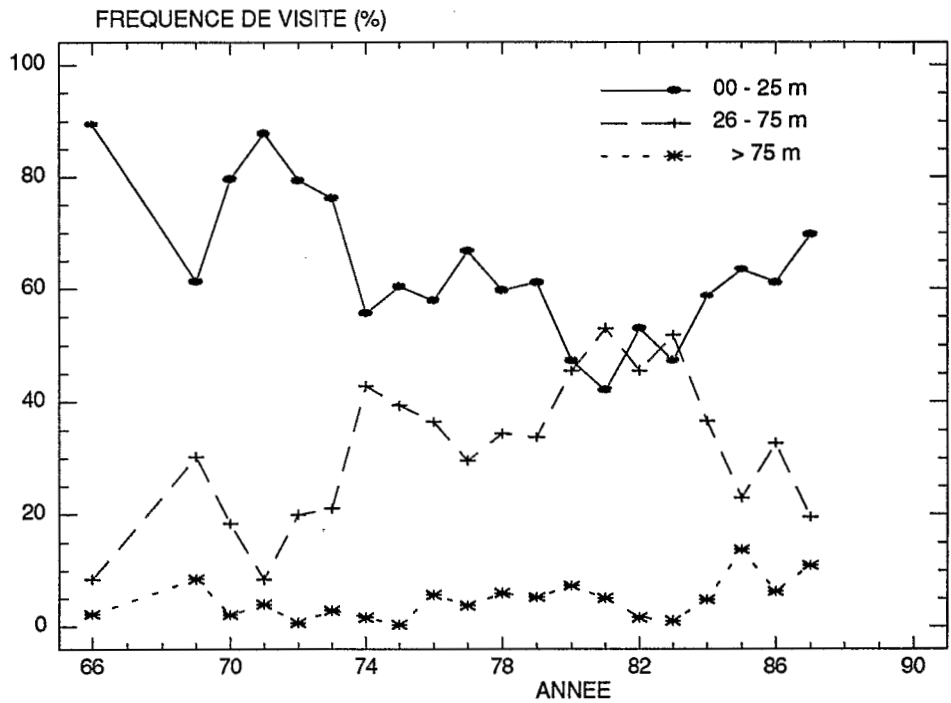


Figure 8 : Fréquentation des zones de pêche de 1969 à 1987.



La zone de pêche était autrefois légèrement plus étendue vers le sud et concernait davantage les secteurs peu profonds par rapport à la pêche de ces dernières années (Figures 8 et 9). Ces deux variables (profondeur de pêche et éloignement du port d'attache) sont étroitement corrélées (r = 0,75 **) en raison de l'élargissement du plateau continental sénégalais vers le sud, et du fait que les pêcheurs ne s'éloignent guère des côtes. Cette pratique tient probablement à l'absence de moyens de navigation à bord, ainsi qu'à la richesse des eaux côtières du sud.

Figure 9 : Fréquentation des tranches bathymétriques de 1969 à 1987.



Variabilité saisonnière

Depuis qu'elle est devenue régulière et stable, l'activité de pêche des sardiniers présente en moyenne de faibles variations saisonnières dans l'intensité de pêche, en dépit de fluctuations interannuelles non négligeables (Figure 10). En revanche on observe une saisonnalité plus marquée dans les secteurs de pêche fréquentés (Figures 11 et 12), telle que relevée dans des travaux antérieurs (Champagnat, 1966; Boely et Chabanne, 1975) : de janvier à juillet la pêche a lieu essentiellement autour de la presqu'île du Cap Vert, et assez fréquemment aux accores du plateau continental, alors que le reste de l'année elle est très côtière et se déplace progressivement vers le sud.

Figure 10 : Variabilité saisonnière de la durée moyenne de l'effort de pêche de 1969 à 1987; les barres horizontales représentent les moyennes mensuelles, l'extrémité libre de chaque barre verticale représente la valeur mensuelle d'une année, la hauteur de la barre est donc l'anomalie.

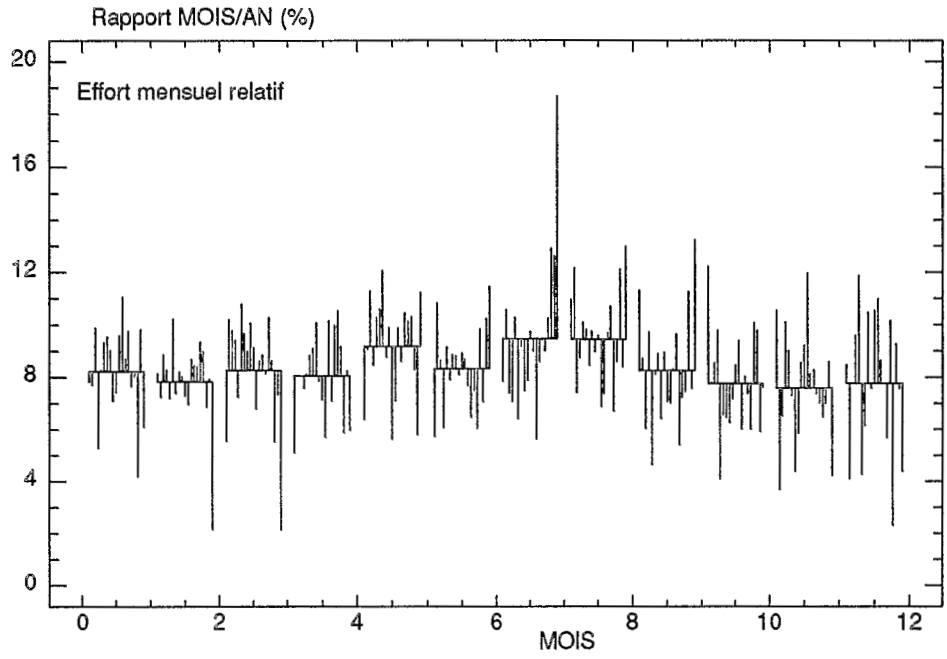


Figure 11 : Variabilité saisonnière des zones de pêche fréquentées de 1969 à 1987.

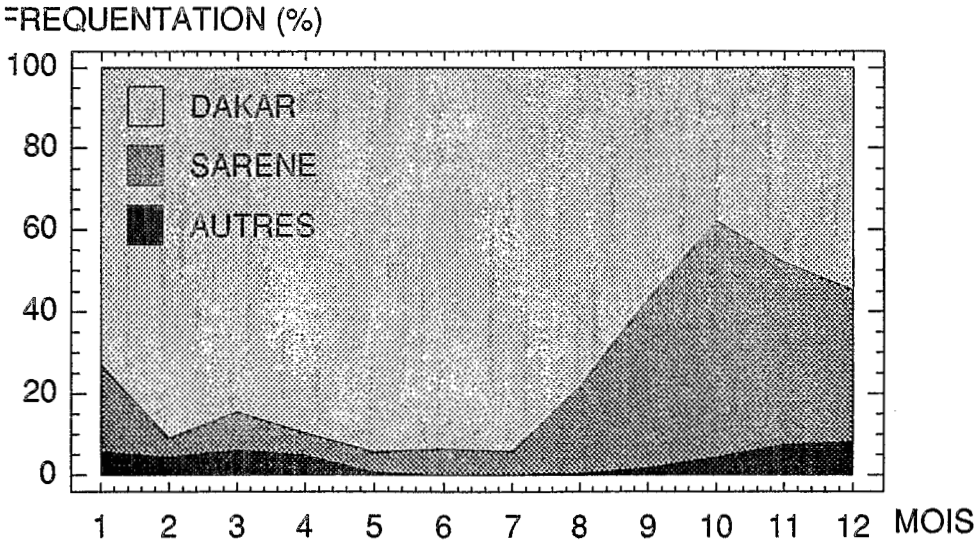


Figure 12 : Variabilité saisonnière des profondeurs moyennes des zones de pêche de 1969 à 1987.

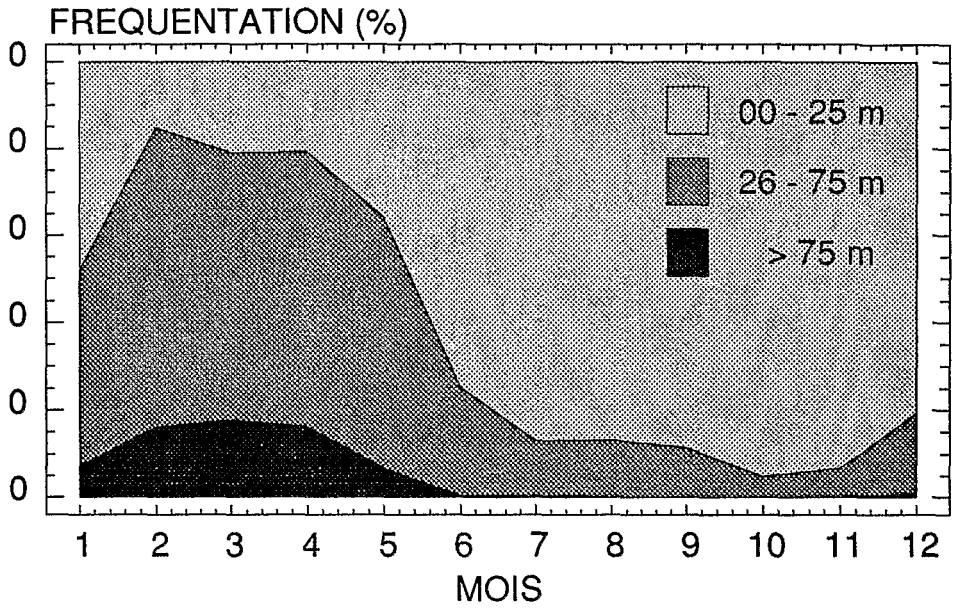
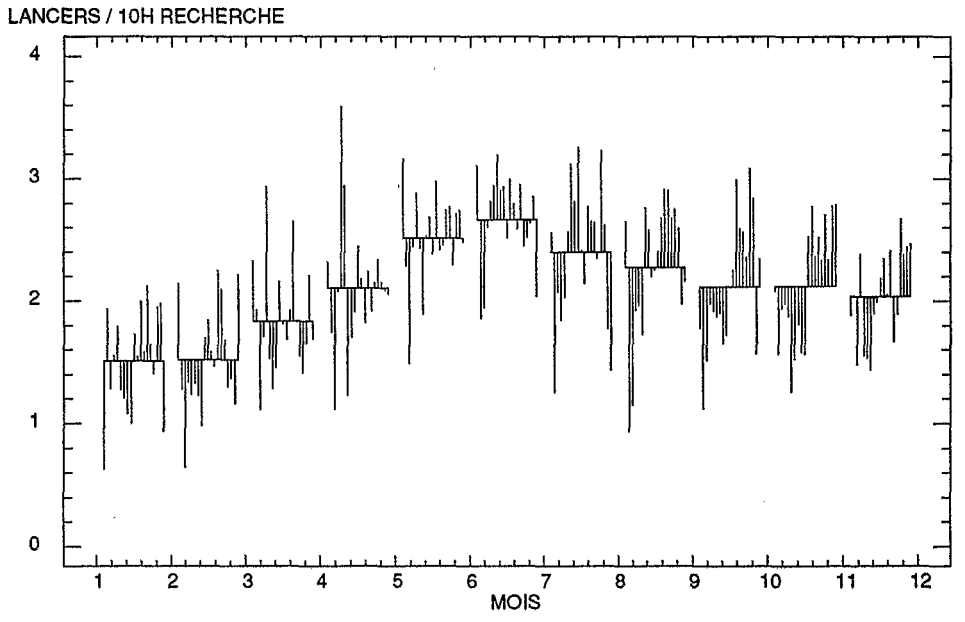


Figure 13 : Variabilité saisonnière du nombre de lancer par dizaines d'heure de recherche de 1969 à 1987.



Le nombre de lancers de senne par temps de recherche constitue à la fois un indice d'effort de pêche et d'abondance (relation avec la densité des bancs). Il présente une saisonnalité bien marquée, avec un minimum de 1 lancer par dizaine d'heure de recherche au cours du premier trimestre, et un maximum voisin de 2 lancers en milieu d'année (Figure 13), à une époque où les bancs sont nombreux et de petite taille (cf infra).

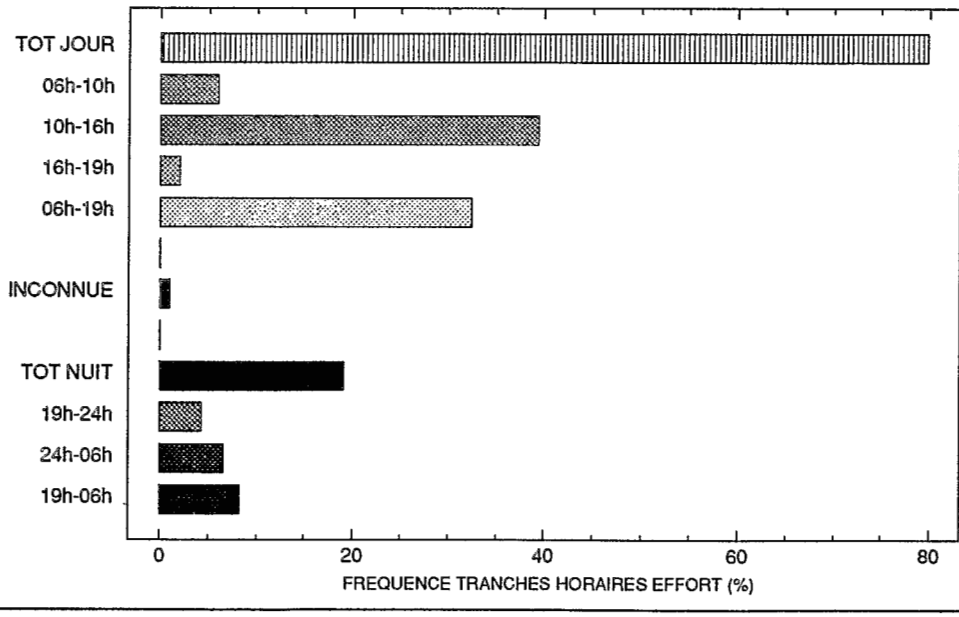
Le nombre de visites avec filet déchiré présente une nette saisonnalité, avec un minimum marqué en avril, mai et juin, tandis que les incidents mécaniques semblent plus fréquents en fin d'année. Ces deux variables sont indépendantes du secteur de pêche et de sa profondeur (résultats non présentés). L'interprétation de ces résultats reste délicate, d'autant que le signal saisonnier présente une forte variabilité interannuelle.

Variabilité nycthémérale

L'effort de pêche s'exerce principalement de jour (80% des sorties de la période 1975 à 1987). Une étude plus fine des horaires de pêche montre que l'essentiel de cet effort diurne correspond aux tranches horaires de mi-journée (10 h à 16 h) et journée entière (06 h à 19 h) tandis que les tranches horaires de début et de fin de journée (06 h à 10 h et 16 h à 19 h respectivement) sont beaucoup moins fréquentées (Figure 14), même si leur plus faible durée biaise un peu la comparaison.

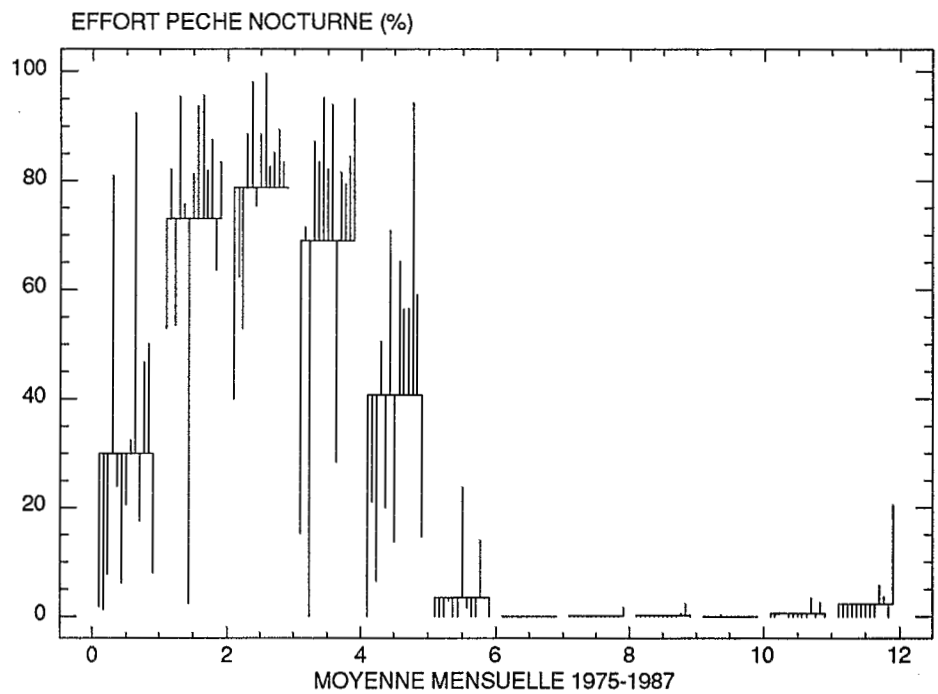
Figure 14 : Répartition moyenne de l'effort de pêche selon différentes tranches horaires de durées inégales, de 1975 à 1987

(les tranches 06h-9h et 19h-06h comportent une partie non négligeable de visites dont l'horaire est imprécis et qui pourrait appartenir à une tranche horaire plus courte).



L'allocation de l'effort de pêche dans le cycle nycthéméral varie en fonction de divers facteurs. Parmi ceux-ci, le signal saisonnier est de loin prépondérant : les sorties de nuit n'ont pratiquement lieu que durant le coeur de la saison froide, de janvier à mai (Figure 15), lors du passage des espèces migratrices. Bien que ce signal saisonnier (moyennes mensuelles, toutes années confondues) soit fortement corrélé au signal saisonnier de la vitesse du vent ($r = + 0,86^{**}$ pour une régression de type exponentiel) et davantage encore au signal des températures de surface ($r = - 0,94^{**}$) il est difficile à partir de ces simples observations de tirer des conclusions sur le déterminisme des fluctuations de l'allocation de l'effort de pêche journalier. La comparaison visuelle des anomalies saisonnières de 1975 à 1987 ne permet pas d'entrevoir l'existence d'une relation entre la fréquence des efforts nocturnes et la vitesse du vent ou la température.

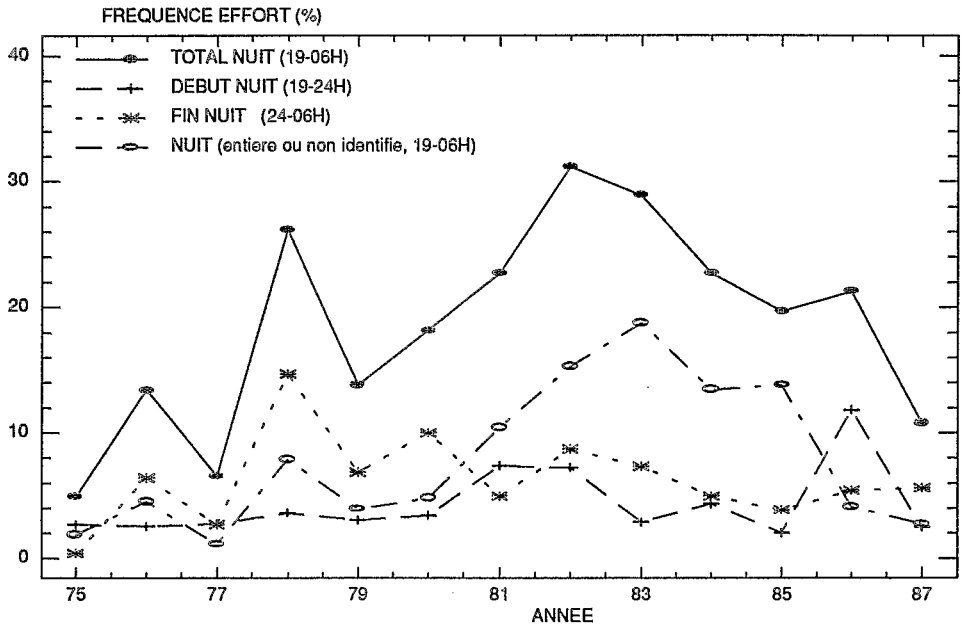
Figure 15 : Variabilité saisonnière des sorties de nuit de 1975 à 1987, exprimée en pourcentage de l'effort mensuel par rapport à l'effort annuel correspondant
(cf. Figure 10 pour la représentation graphique).



On note en effet une augmentation irrégulière de la fréquence des efforts de pêche nocturne de 1975 à 1982 (Figure 16), au détriment essentiellement des pêches matinales de 6 h à 10 h ou de l'ensemble de la journée (Figure 17). Toutefois, les fluctuations de la fréquentation de la grande tranche horaire correspondant en principe à l'ensemble de la journée (06 h à 19 h) pourrait être essentiellement un artefact lié à

une amélioration du recueil de l'information conduisant à mieux identifier les tranches horaires de courte durée : on note de fait une forte corrélation négative entre l'effort dans cette tranche et celui appliqué entre 10 h et 16 h; par ailleurs, s'il s'agissait réellement d'un changement d'allocation de l'effort, il devrait se traduire par une augmentation de la durée moyenne de l'effort par sortie, or ce n'est ce que l'on observe sur la Figure 6. De 1982 à 1987, la fréquence des efforts de pêche nocturnes a diminué régulièrement au profit des efforts de pêche diurnes dans les tranches horaires de milieu et de fin de journée, voire de l'ensemble de la journée (Figures 16 et 17).

Figure 16 : Fréquence des sorties nocturnes par tranche horaire (cf. Figure 14 pour commentaire) de 1975 à 1987.



Une autre source de variabilité de l'allocation de l'effort de pêche dans le cycle nycthéméral peut résider dans l'influence du cycle lunaire sur les rendements (cf infra). On a donc analysé la variation du nombre de secteurs visités en fonction de la tranche horaire et du cycle lunaire (Figures 18 et 19). On voit que de nuit l'influence du cycle lunaire est très marquée : globalement (enveloppe de la figure 18) les sardiniers travaillent deux fois moins en période de pleine lune qu'en période de nouvelle lune. Une étude plus détaillée montre qu'en période de lune montante, les pêcheurs préfèrent travailler en fin de nuit, c'est à dire après le coucher de lune, alors qu'en période de lune descendante ils travaillent plutôt en début de nuit, donc avant le lever de lune. De jour, l'influence de la lune sur l'effort semble peu marquée, quelle que soit la tranche horaire (Figure 19). La légère augmentation du nombre de visites en période de pleine lune correspond probablement au contre coup du faible nombre des sorties de nuit en saison froide.

Figure 17 : Fréquence des sorties diurnes par tranche horaire (cf. Figure 14 pour commentaire) de 1975 à 1987.

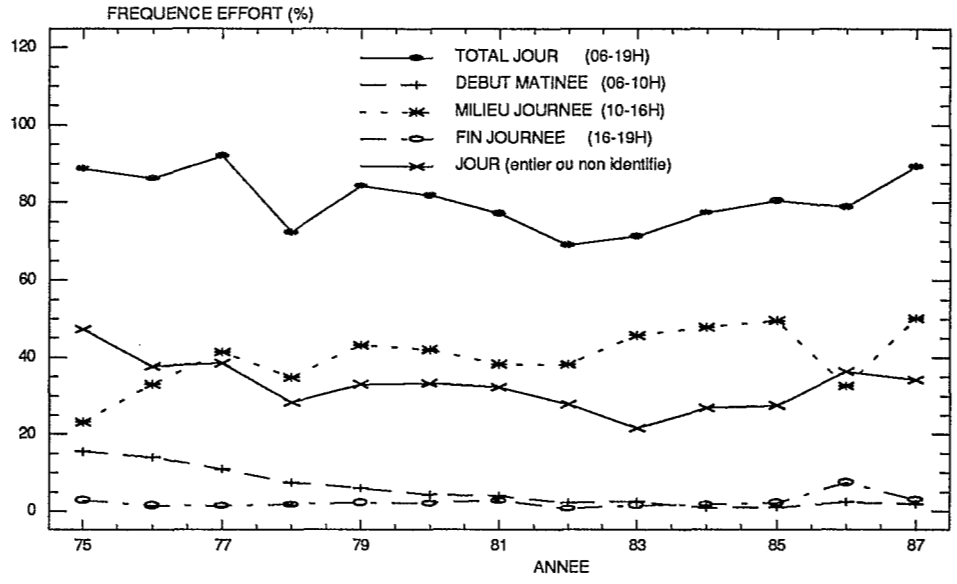


Figure 18 : Fréquence du nombre de visites par tranche horaire nocturne (cf. Figure 14 pour commentaire) selon le cycle lunaire (moyenne de 1975 à 1987).

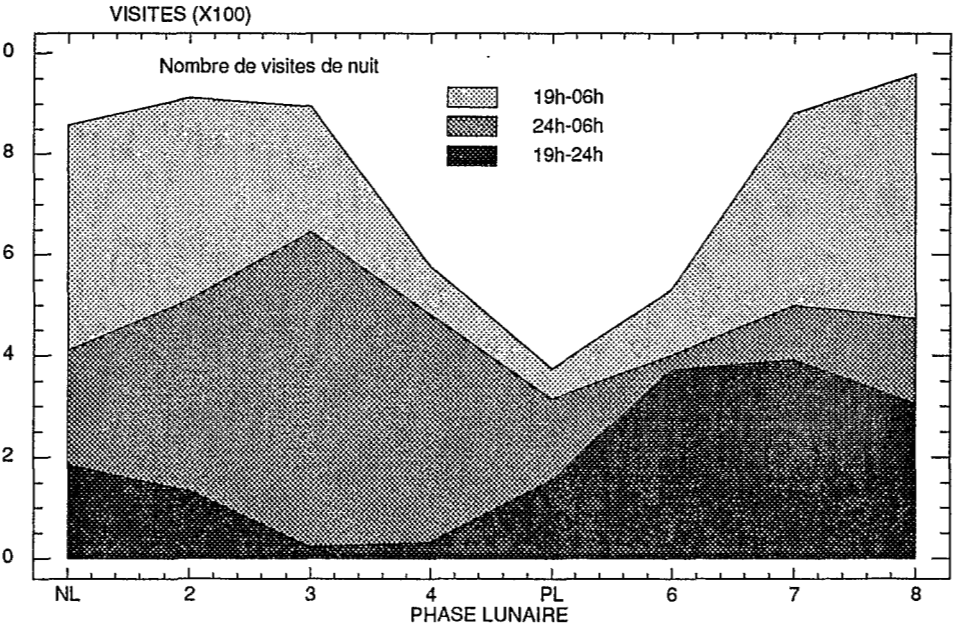
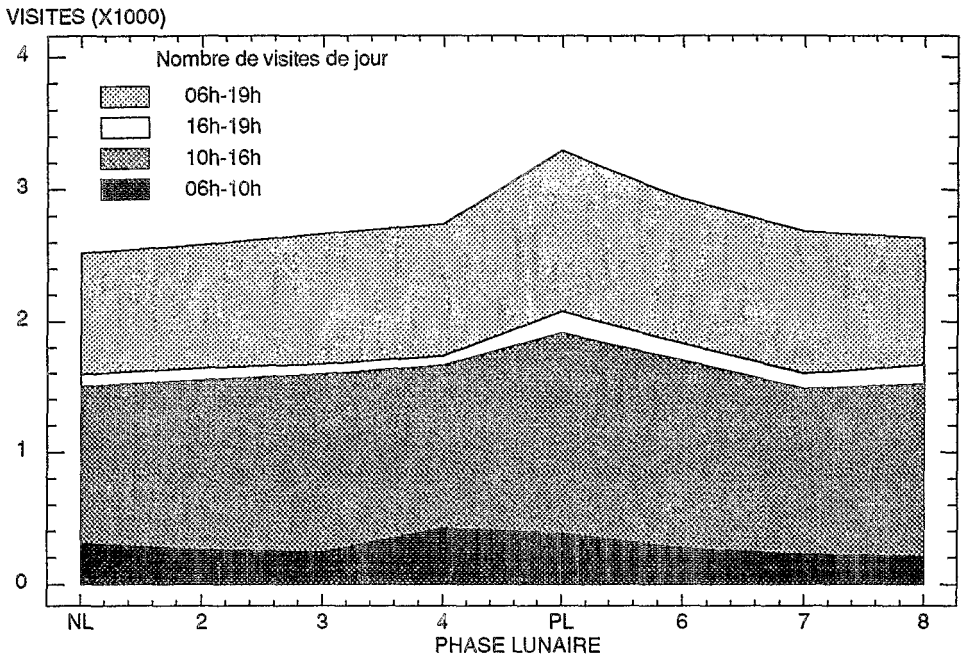


Figure 19 : Fréquence du nombre de visites par tranche horaire diurne (cf. Figure 14 pour commentaire) selon le cycle lunaire (moyenne de 1975 à 1987).



Captures

Généralités

La variabilité des captures est bien évidemment la résultante de celle de l'effort de pêche et de celle des rendements. Du fait que l'effort présente une faible variabilité saisonnière, nous n'avons pas jugé utile d'analyser ici le signal saisonnier des captures totales, préférant détailler celui des rendements. En revanche les indices d'effort ayant varié aux échelles interannuelle et nycthémérale, l'analyse de la variabilité des captures à ces deux échelles sera présentée ici.

Variabilité interannuelle

Les débarquements totaux annuels (Tableau. 1) sont largement dépendants des fluctuations de l'effort de pêche. Les fluctuations interannuelles de la composition spécifique ont déjà été analysées (Fréon, 1991a) et présentent pour toutes les espèces de larges variations, généralement sans tendance très nette, si ce n'est une diminution des jeunes *S. aurita* au profit de *S. maderensis* de 1969 à 1984, et une diminution de toutes les autres espèces de saison chaude (principalement *Pomadasys spp., Chloroscombrus chrysurus* et *Ethmalosa fimbriata*). Les fluctuations des espèces de saison froide (principalement *Caranx rhonchus, Scomber japonicus, Trachurus trecae* et les adultes de *S. aurita*) sont sans tendance.

Variabilité nycthémérale

On se limitera ici à rappeler les variations d'occurrences des différentes espèces en fonction de la tranche horaire de pêche. Certaines espèces ne sont capturées pratiquement que de jour (plus de 97% des cas), tandis que d'autres le sont de jour et de nuit, avec parfois une prédominance des captures de nuit (Fréon *et al.* 1989). C'est ainsi que l'on trouve dans le premier groupe les jeunes *Sardinella aurita* et toutes les espèces de saison chaude, ce qui n'est pas surprenant puisque nous avons vu que l'effort de pêche ne s'exerçait pratiquement jamais de nuit à l'époque de l'année où elles sont capturées. Dans le second groupe on observe les adultes de *S. aurita* (44% de jour), les chinchards (*Caranx rhonchus*, 44% et *Trachurus spp.*, 32%) et les maquereaux (47%).

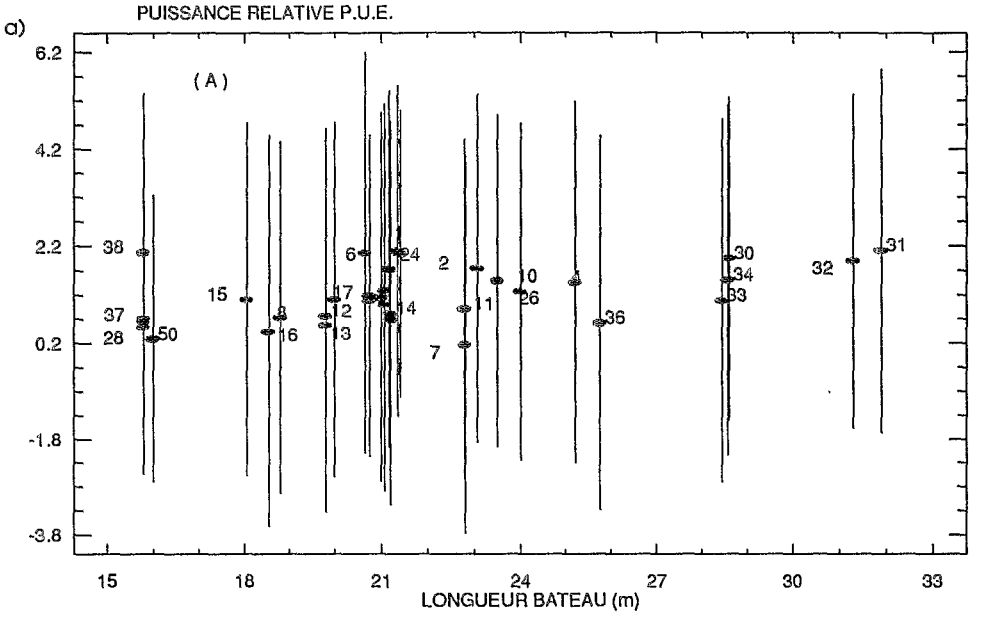
Rendements

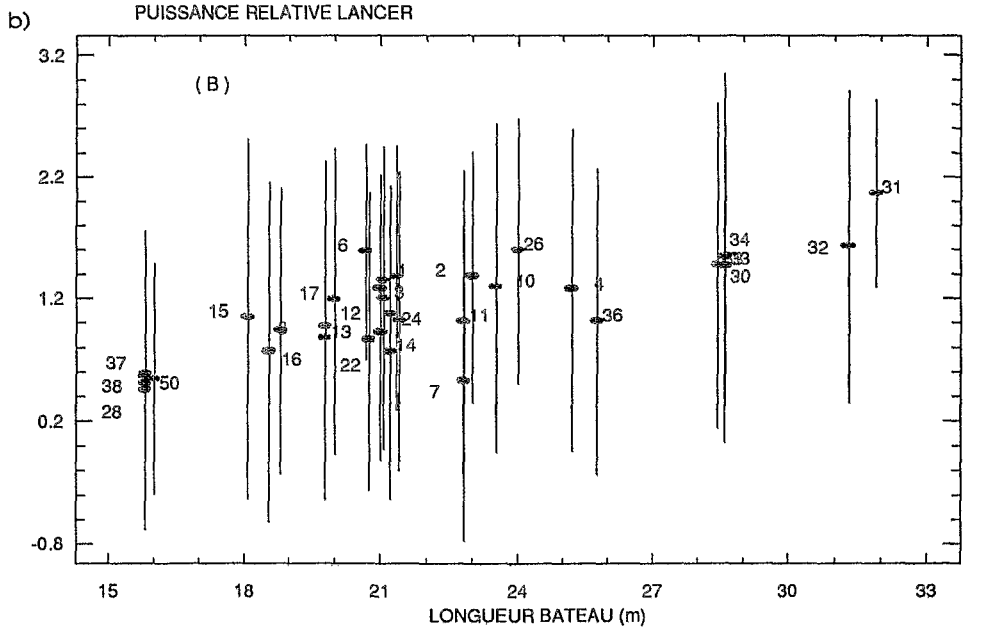
Puissance de pêche des unités

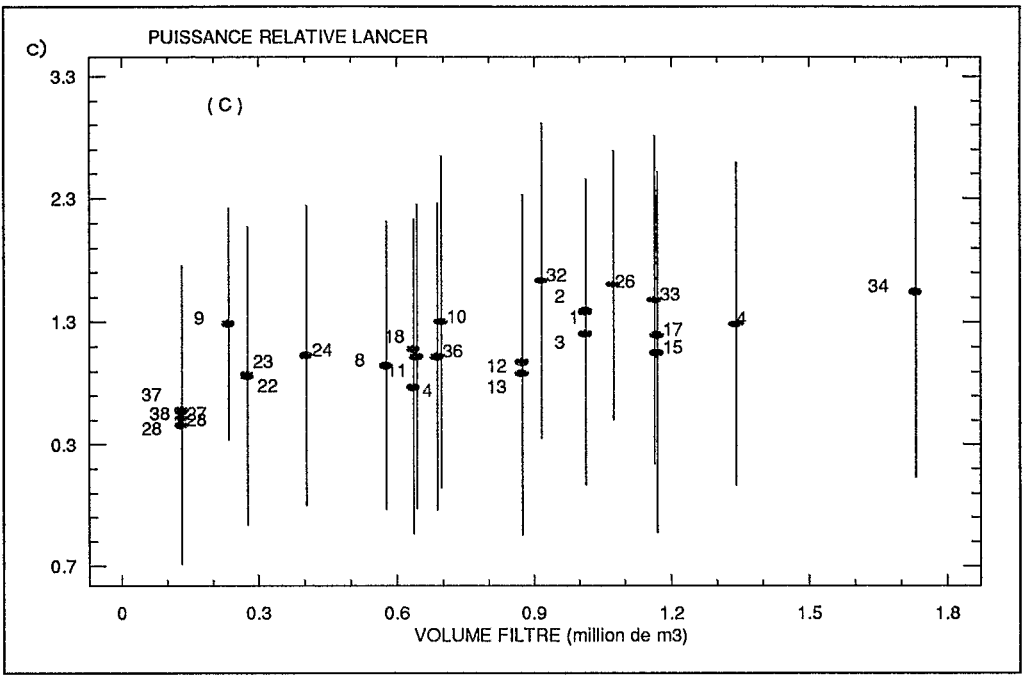
La faible influence de la taille des bateaux et des engins sur les rendements avait été mentionnée dans un travail antérieur, ne prenant en compte que les données de 1977-78 (Fréon, 1980). On a ici utilisé l'ensemble du jeu de données de 1967 à 1987 pour estimer les puissances moyennes par bateau à l'aide du logiciel PUIS2 qui applique en fait un modèle linéaire simple sans interaction (log p.u.e. = bateau + strate-spatio-temporelle). On voit que l'introduction récente des petites unités de pêche, et secondairement la réapparition des grosses, fait que la puissance de pêche moyenne est maintenant dépendante de la taille des bateaux. Cela apparaît dans les figures où la puissance moyenne du bateau est exprimée en prise moyenne par unité d'effort (Figure 20a où la valeur de r calculé sur les moyennes est de 0,44 *), et plus encore en prise moyenne par lancer (Figure 20b où r = 0,84 **).

De même la taille de la senne joue un rôle prépondérant comme l'avait souligné Brendel (1988). Nous avons utilisé comme variable le volume filtré par la senne, que nous avons assimilé à un cylindre, bien que cet indice puisse être amélioré par la connaissance des caractéristiques détaillées de l'engin dont nous ne disposons pas (Salas *et al.*, 1985). Les données longueur et chute de la senne sont extraites de Brendel (1988) pour 27 bateaux ayant travaillé de façon significative sur la période. On n'a pas pris en compte d'éventuels changements des caractéristiques de l'engin au cours de cette période. On voit que la puissance de pêche, exprimée en prise par lancer, est liée au volume filtré et donc aux dimensions de la senne (Figure 20c où r = 0,77 **). Une régression multiple entre cette puissance de pêche (variable dépendante) d'une part, et la taille des bateaux et le volume filtré par la senne d'autre part (variables indépendantes) explique 78% de la variabilité (r^2 multiple) et les coefficients de régression sont significatifs ($P < 0,01$), en dépit d'une forte colinéarité entre les variables indépendantes (r = 0,66 **). En revanche, si l'on exprime la puissance de pêche sous la forme de prise par unité d'effort de pêche (p.u.e.), elle est n'apparaît pas liée de façon significative au volume de la senne (r = 0,35). L'introduction de la puissance motrice dans la régression multiple n'apporte pas d'amélioration significative et n'est pas retenue par la méthode stepwise (seuil $F > 4$).

Figure 20 : Relation entre la longueur des bateaux et leur puissance de pêche relative exprimée en P.U.E. (a) ou en prise par lancer (b), et relation entre le volume filtré par la senne et la prise par lancer (c);
les chiffres indiquent le code du bateau, les barres verticales l'écart-type estimées par le logiciel PUIS2 (voir texte).







Il est vraisemblable que la puissance de pêche locale (Laurec et Le Guen, 1977) dépende essentiellement de la taille de l'engin de pêche (et secondairement de la taille des cales), alors que la taille du bateau intervient également dans la puissance globale (aptitude à pêcher plus loin, en particulier du fait de la plus grande taille des cales).

En conséquence, les analyses suivantes qui ont trait à des indices d'abondance, n'ont été réalisées que sur les bateaux de taille moyenne (18 à 23 m) qui ont en fait toujours représenté la majorité de la flottille, tout au moins jusqu'en 1987 où s'arrête notre analyse. Il s'agit là d'une solution plus grossière que celle utilisant la standardisation des puissances de pêche -dérivée de la méthode de Robson- retenue jusqu'à présent lors de la modélisation des stocks (Fréon, 1988). Elle a été préférée ici car elle évite d'avoir à effectuer des standardisations différentes selon que l'on considère les p.u.e. ou les prises par lancer. Ceci conduit à une meilleure "lisibilité" des résultats, en particulier pour l'analyse multivariée, résultats qui diffèrent en fait très peu de ceux obtenus par l'autre méthode comme nous avons pu le vérifier par l'utilisation du modèle linéaire (cf infra).

Variabilité interannuelle

L'objectif de cette étude n'étant pas de modéliser mais de décrire la pêcherie, on n'a pas cherché à obtenir des indices d'abondance les plus représentatifs pour chaque espèce, ce qui impliquerait l'utilisation de l'effort de recherche (non disponible avant 1969) et la mise en oeuvre pour chaque espèce d'un modèle linéaire prenant en compte non seulement les puissances de pêche, mais aussi des effets spatio-temporels à différentes échelles (voir l'exemple de la p.u.e. totale ci-dessous). On a préféré

Figure 21 : Prise par unité d'effort de pêche (P.U.E.) totale et des sardinelles de 1962 à 1987 (bateaux de 18 à 23 m).

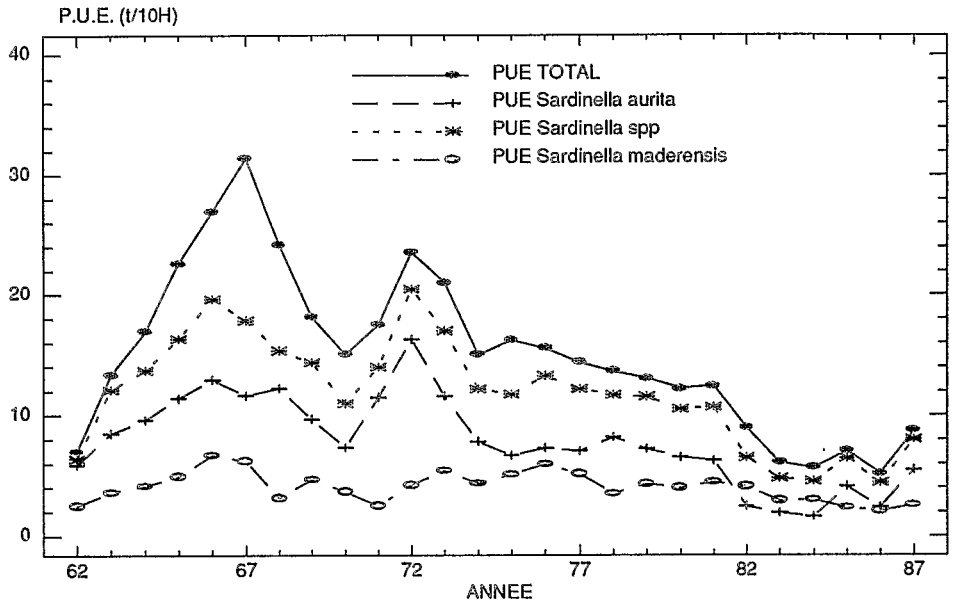
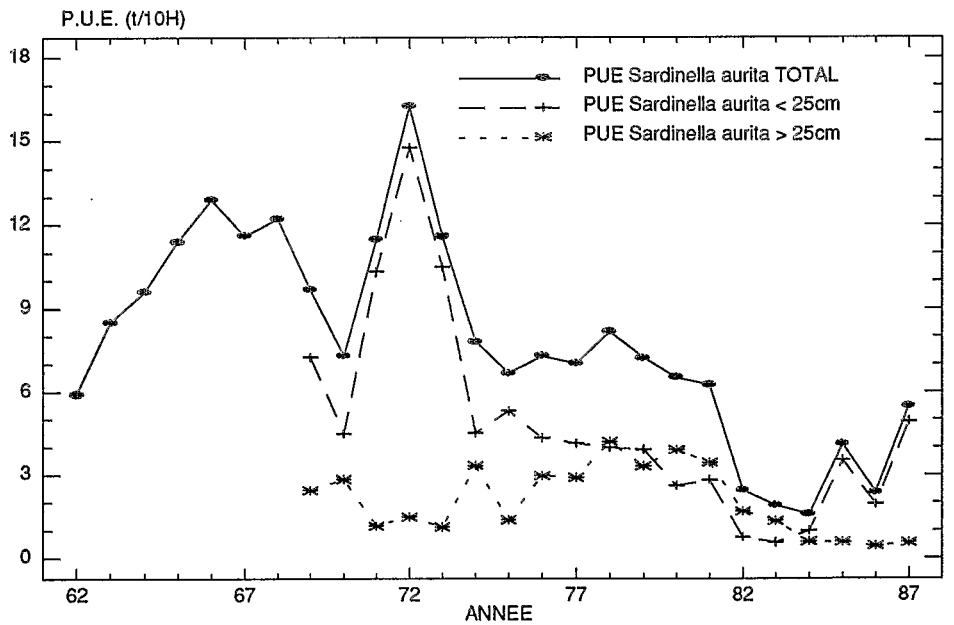


Figure 22 : Prises par unité d'effort de pêche (PUE) des sardinelles rondes de 1962 à 1987 (bateaux de 18 à 23 m).



retenir ici, comme expression de la p.u.e., la prise moyenne annuelle par dizaine d'heure d'effort de pêche des bateaux de taille moyenne, non pondérée par l'effort mensuel, quelle que soit l'espèce. Par ailleurs, l'effort retenu est ainsi plus proche d'un effort nominal, plus pertinent pour l'aménagement des pêcheries (Laloë et Samba, 1990).

Les p.u.e. totales annuelles présentent de larges variations interannuelles, dues pour l'essentiel aux deux principales espèces de Clupéidés : *S. aurita* et *S. maderensis* (Figure 21), qui représentent la majorité des captures. On notera que pour *Sardinella aurita* les fluctuations de rendement des jeunes reproducteurs (< 25 cm de longueur à la fourche) et des adultes ne sont pas identiques (Figure 22). Toutes ces variations ont déjà été expliquées par :

- l'effet d'apprentissage des pêcheurs jusqu'en 1966, qui est responsable de l'augmentation rapide et régulière des rendements (les améliorations technologiques ne semblent pas avoir joué un rôle prépondérant, les bateaux disposant tous d'un power-block et d'un sondeur dès 1961);
- l'augmentation de la pression de pêche (artisanale, semi-industrielle et industrielle) sur les stocks au cours de la période considérée;
- les variations interannuelles de l'intensité des vents au cours de la saison d'upwelling;

A partir de ces observations, des modèles globaux de production incorporant l'effet de l'upwelling ont été proposés pour les sardinelles (Fréon, 1984, 1988, 1991b).

Les p.u.e. des Pomadasidés et de *Choroscombrus chrysurus* -les deux principales espèces de saison chaude après *S. maderensis*- montrent ici encore un fort accroissement durant la période d'apprentissage (Figure 23). Leur déclin est ensuite beaucoup plus prononcé que pour les sardinelles. Concernant les Pomadasydés, il est probable qu'il s'agisse là du signe d'une surexploitation par l'ensemble des pêcheries (y compris la pêche chalutière) comme l'indiquent les modèles globaux de production appliqués (bien que dans des conditions limites) à ce stock (Fréon et Lopez, 1983). Pour les *Chloroscombrus* qui, contrairement aux Pomadasydés, ont une faible valeur commerciale, il est difficile de faire la part entre les effets de l'exploitation sur l'abondance et ceux provenant d'un changement d'espèces cible.

Les variations de rendements des autres espèces sont parfois plus erratiques et difficiles à expliquer, en particulier pour les chinchards (*Caranx rhonchus* et *Trachurus spp.*) capturés en saison froide. Il s'agit là de grands stocks migrateurs sur lesquels les pêcheries sénégalaises ont un impact minime.

Les prises par lancer (p.l.p.) et les p.u.e. de *S. aurita* et des deux espèces de sardinelles confondues montrent des tendances similaires (Fréon, 1991a). Ceci indique que le nombre moyen de lancers (incluant les coups nuls) par temps de recherche n'a pas varié considérablement au cours de la période d'observation. En effet, la p.u.e. est bien le produit de la prise moyenne par lancer (p.l., incluant les coups nuls) par le nombre moyen de lancers (n) divisé par l'effort de pêche (f) (p.u.e. = p.l. n/f). Seul un léger accroissement de n/f est noté à partir de 1970 (Figure 24).

Figure 23 : Evolution des prises par unité d'effort de pêche (PUE) des sardinelles plates (*S. maderensis*), des pomadasydés (*Pomadasys spp.*) et des plat-plats (*Chloroscombrus chrysurus*), de 1962 à 1987 (bateaux de 18 à 23 m).

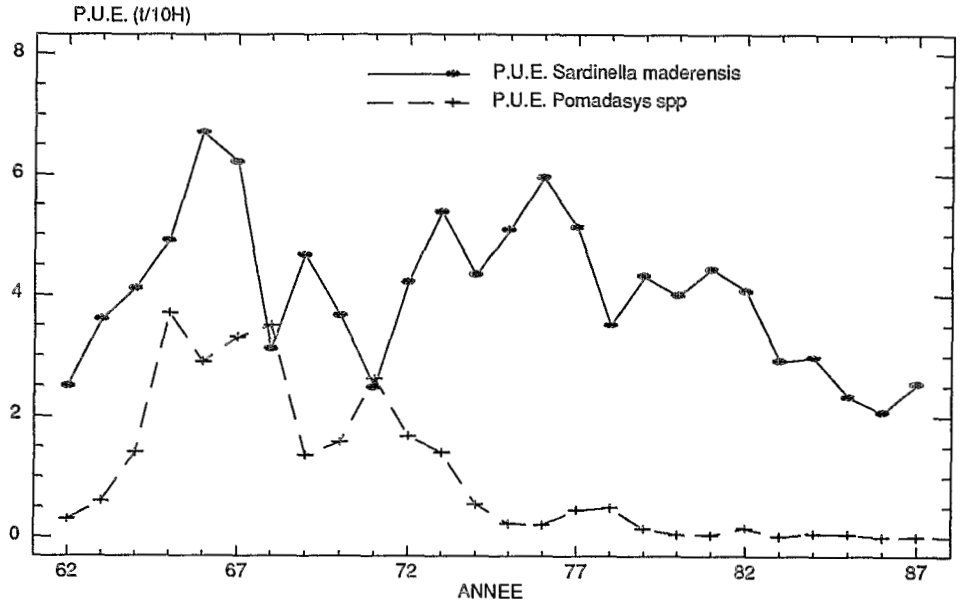
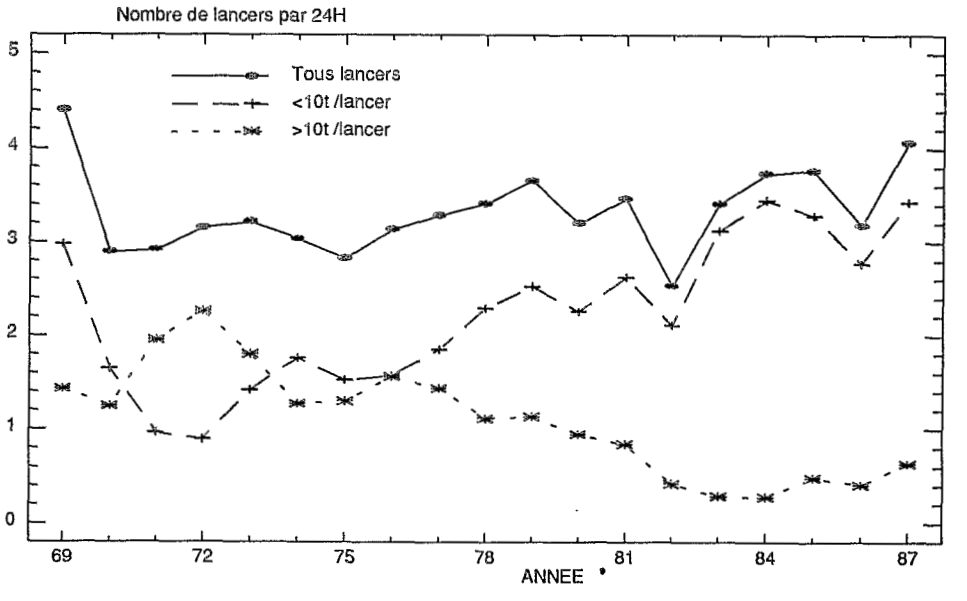


Figure 24 : Nombre de lancers sur *Sardinella spp.* par 24 heures de recherche de 1969 à 1987 (bateaux de 18 à 23 m).

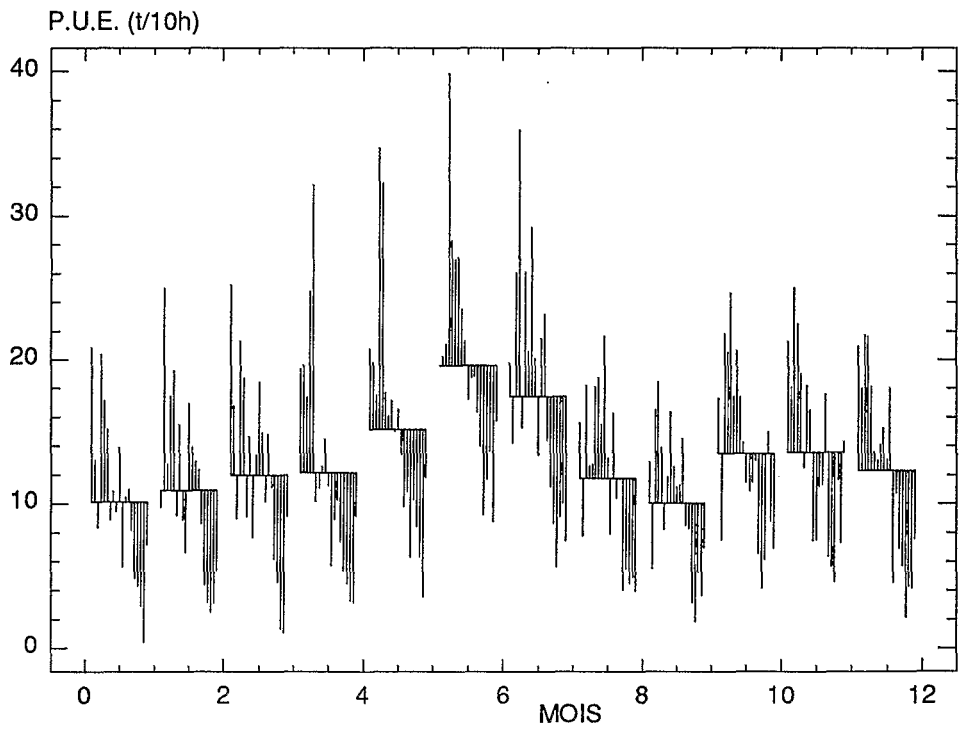


Lorsque l'on étudie l'évolution de n/f pour chaque classe de poids de lancer prise séparément, il apparaît que la tendance décroissante des p.u.e. et des prises par lancers est due à la fois à un accroissement de l'occurrence des lancers dont les captures sont faibles (moins de 10 tonnes), et à la diminution de ceux dont les captures sont moyennes ou grosses (plus de 10 tonnes, Figure 24).

Variabilité saisonnière

Les p.u.e. (Figure 25) montrent de fortes fluctuations saisonnières. Il en est de même des prises par lancer lorsque l'on considère tous les lancers; ces deux indices d'abondance saisonnière varient ici encore de façon tout à fait synchrone pour une même espèce, alors que l'on observe une opposition des cycles saisonniers de *S. aurita* et de *S. maderensis* (Fréon, 1991a). Cependant, du fait que les deux espèces sont souvent mélangées dans le même banc, en particulier en saison chaude, ces signaux saisonniers ne sont plus aussi marqués si l'on ne retient que les calées dites "monospécifiques", c'est à dire pour lesquelles l'espèce dominante représente au moins 97% du poids total. Les figures correspondantes (non présentées) restent toutefois difficiles à interpréter du fait de la raretés des données, au cours de certains mois, pour l'une ou l'autre des deux espèces.

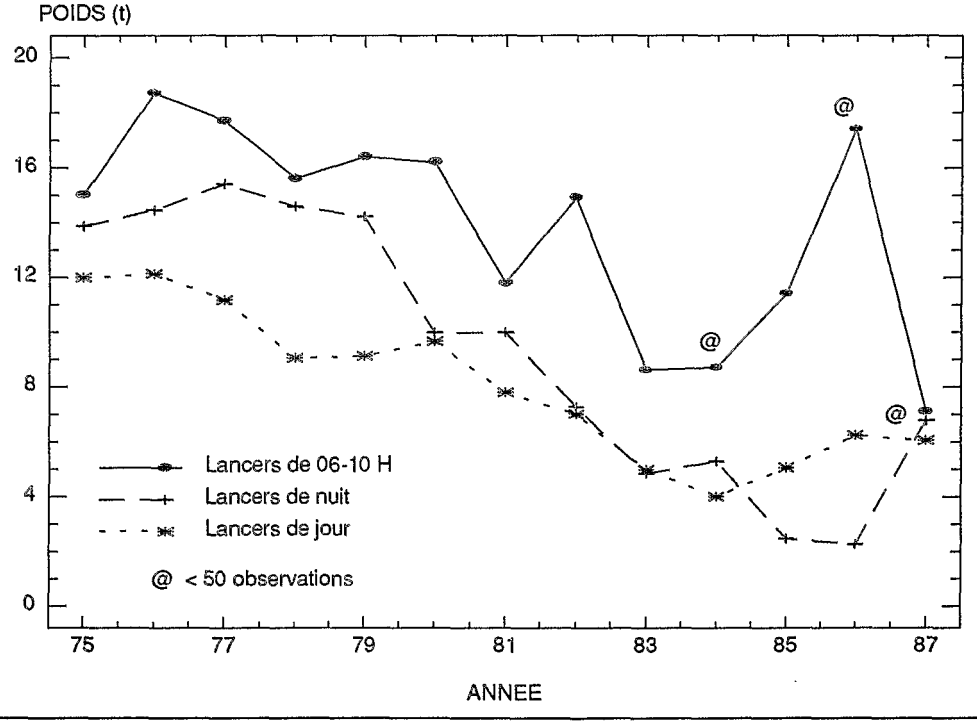
Figure 25 : Saisonnalité de la prise par unité d'effort (P.U.E.) de 1969 à 1987 (bateaux de 18 à 23 m).



Variabilité nycthémérale

Du fait que la prise par lancer explique l'essentiel des variations de p.u.e., seule cette variable sera analysée ici. L'étude comparative de la prise moyenne par lancer et par tranche horaire (après pondération par la durée des tranches), toutes espèces confondues, montre des différences notables (Figure 26). Les calées de nuit semblent légèrement supérieures à celles de jour (sauf ces dernières années mais cela tient peut-être au faible nombre d'observations). Plus significative est la supériorité des calées effectuées en début de matinée par rapport à toutes les autres tranches horaires, et plus particulièrement par rapport aux autres captures diurnes. Ce résultat est d'autant plus étonnant qu'il est en contradiction avec les observations sur d'autres espèces de Clupéidés présentant un cycle inverse de variation de la taille des bancs (Kemmerer, 1980).

Figure 26 : Prises moyennes par lancer entre 1975 et 1987, toutes espèces confondues, pour certaines tranches horaires de capture (bateaux de 18 à 23 m).



Discussion

Plusieurs facteurs peuvent affecter les prises moyennes par lancer enregistrées par un senneur :

- la taille du filet et la capacité de charge du bateau qui toutes deux peuvent

conduire à une sous-estimation de la taille des bancs par effet de saturation;

- la décision du pêcheur de lancer ou non son filet, en fonction de sa propre estimation de la taille du banc et de son espoir de rencontrer de plus gros bancs;
- la distribution réelle de la taille des bancs sur les lieux de pêche (c'est là notre hypothèse de travail) : les changements de taille ou de forme des bancs en fonction d'un rythme circadien, de la présence de prédateurs et des conditions d'environnement, en particulier de la densité des proies, sont bien décrites (Kemmerer, 1980; Blaxter et Hunter, 1982; Fréon *et al.*, 1993; Pitcher, 1993). L'influence de la pression de pêche est en revanche plus controversée (Nonoda, 1985).

Ces divers éléments ont été analysés dans une étude plus détaillée, montrant qu'en dépit de quelques biais liés au comportement du poisson et/ou à la stratégie de pêche, c'est bien la taille des bancs dans le milieu qui pour l'essentiel détermine la prise moyenne par lancer (Fréon, 1990b).

Analyses multivariées

Modèle linéaire

Nous avons d'abord ajusté le modèle suivant sur la quasi-totalité des observations unitaires, où la p.u.e dépend des caractéristiques de l'unité de pêche (longueur du bateau et volume filtré par la senne), de facteurs spatio-temporels, de la durée de la visite et d'interactions (Tableau. 2):

$$(p.u.e.^{\lambda} - 1) / \lambda = \text{longueur} + \text{volume} + \text{an} + \text{longueur*volume*an} + \text{mois} + \text{zone} + \text{longueur*volume*zone} + \text{mois*zone} + \text{an*zone} + \text{profondeur} + \text{longueur*volume*profondeur} + \text{phase nycthémère} + \text{heure(nycthémère)} + \text{DUREE} + \varepsilon$$

où λ est le coefficient de transformation optimale de Box-Cox estimé par la méthode du maximum de vraisemblance (λ= 0,3) et ε le résidu; les facteurs figurent en lettres minuscules, la variable quantitative en majuscule. Les interactions du modèle sont indiquées par des astérisques et les variables imbriquées par des parenthèses. Ce modèle, déséquilibré, explique 17% de la variance. Tous les effets sont significatifs au seuil de 0,001, à l'exception de la durée de pêche et de certaines des interactions testées. Les autres interactions ont une contribution modérée dans le modèle, en particulier celle qui serait la plus gênante pour la standardisation des puissances de pêche sur le long terme : l'interaction longueur*volume*an. L'effet saisonnier domine dans le modèle, et les carrés moyens les plus forts, parmi les autres variables, sont ceux du nycthémère, de l'heure de pêche, de la phase lunaire et de la taille du bateau. L'effet de la phase lunaire reste donc très significatif, même lorsque sont pris en compte les effets de l'éclairement et de l'heure de pêche. L'ajustement du même modèle aux données de pêche diurne uniquement montre que cet effet, bien que plus faible, s'exerce également sur les pêches de jour. Il est donc probable que l'effet de la lune sur la structure et/ou le comportement des bancs

obéisse à une dynamique temporelle de l'éclairement (les marées et les courants associés sont négligeables dans les zones de pêche habituelles).

	DL	SC	CM	F	Pr > F
LONG	1	82,1	82,1	33,16	0,0001
VOL	1	48,2	48,2	19,47	0,0001
AN	12	327,0	27,6	11,00	0,0001
LONG*VOL*AN	12	106,3	8,9	3,58	0,0001
MOIS	11	1726,0	156,9	63,34	0,0001
ZONE	1	25,1	25,1	10,11	0,0015
LONG*VOL*ZONE	1	3,0	3,0	1,21	0,2716
MOIS*ZONE	11	428,4	38,9	15,72	0,0001
AN*ZONE	12	288,2	24,0	9,70	0,0001
PROF	1	34,1	34,1	13,74	0,0002
LONG*VOL*PROF	1	2,1	2,1	0,85	0,3555
PHASE	3	255,7	85,2	34,41	0,0001
NYCTHE	1	367,8	367,8	148,46	0,0001
HEUR(NYCTHE)	5	556,9	111,4	44,96	0,0001
DUREE	1	0,5	0,5	0,22	0,6421
TOTAL MODELE	75	11211,4	149,5	60,34	0,0001
ERREUR	22448	55611,6	2,5	-	-
TOTAL CORRIGE	22523	66822,9	-	-	-

Tableau 2 : Résultats du modèle linéaire (1) appliqué à l'ensemble des valeurs de p.u.e. de 1975 à 1987 (12 mois, pêches de jour et de nuit) pour les bateaux ayant accompli un total de visites supérieur à 100.

-DL : degrés de liberté

-SC : somme partielle des carrés (avec prise en compte des effets de tous les autres facteurs)

-CM : carré moyen

On a ajusté le même modèle à la prise par lancer (Tableau. 3). Ce modèle permet d'expliquer 26% de la variance totale, amélioration qui s'explique en grande partie par la non prise en compte ici des visites sans capture (21% des cas). Les carrés moyens les plus forts sont liés à la durée de pêche, l'heure de pêche et la taille du bateau. Contrairement au cas précédant, la zone, la profondeur et le nycthémère jouent un rôle faible ou non décelable. Ceci tient sans doute au fait que si la capturabilité des bancs change selon les strates ainsi qu'entre le jour et la nuit, le poids moyen de ceux capturés (estimé par la prise par lancer) ne change pas pour autant. En revanche la forte contribution de l'heure de pêche au sein du nycthémère est bien due à la supériorité des prises par lancer relevée en début de matinée et précédemment mentionnée. On a vérifié, pour ces modèles et pour les suivants, que l'allure de la distribution des résidus n'était pas trop éloignée de celle de la variable à expliquer (distribution bimodale, du fait des valeurs nulles dans le cas des p.u.e.; distribution quasi-gaussienne pour les prises par lancers).

Afin de vérifier l'importance des effets nycthéméraux, à partir de modèles moins déséquilibrés que les précédents, seules les données des mois de pêche nocturne (janvier à mai inclus) ont ensuite été analysées. Les deux modèles n'expliquent plus que 12% et 23% de la variance, mais ce sont pratiquement les mêmes facteurs qui dominent les analyses.

	DL	SC	CM	F	Pr > F
LONG	1	820,8	820,8	71,40	0,0001
VOL	1	211,4	211,4	18,39	0,0001
AN	12	4077,0	339,7	29,55	0,0001
LONG*VOL*AN	12	733,8	61,1	5,32	0,0001
MOIS	11	1874,1	170,4	14,82	0,0001
ZONE	1	3,2	3,2	0,28	0,5974
LONG*VOL*ZONE	1	1,4	1,4	0,12	0,7289
MOIS*ZONE	11	648,6	59,0	5,13	0,0001
AN*ZONE	12	1398,5	116,5	10,14	0,0001
PROF	1	33,1	33,1	2,88	0,0898
LONG*VOL*PROF	1	0,2	0,2	0,02	0,8946
PHASE	3	606,2	202,1	17,58	0,0001
NYCTHE	1	14,5	14,5	1,27	0,2607
HEUR(NYCTHE)	5	3469,9	694,0	60,37	0,0001
DUREE	1	1505,7	1505,7	130,98	0,0001
TOTAL MODELE	75	73797,5	984,0	85,60	0,0001
ERREUR	17948	206323,0	11,5	-	-
TOTAL CORRIGE	18023	280120,5	-	-	-

Tableau 3 : Résultats du modèle linéaire (1) appliqué à l'ensemble des valeurs de prises par lancer de 1975 à 1987 (12 mois, pêches de jour et de nuit) pour les bateaux ayant accompli un total de visites supérieur à 100.

-DL : degrés de liberté

-SC : somme partielle des carrés (avec prise en compte des effets de tous les autres facteurs)

-CM : carré moyen

Enfin, on a analysé les seules données de nuit de janvier à mai avec le modèle :

$$(p.u.e.^{\lambda} - 1) / \lambda = \text{taille} + \text{volume} + \text{an} + \text{taille*volume*an} + \text{mois} + \text{zone} + \text{taille*volume*zone} + \text{mois*zone an*zone} + \text{profondeur} + \text{taille*volume*profondeur} + \text{phase} + \text{ECLAIREMENT} + \text{heure} + \text{DUREE} + \varepsilon$$

Le modèle explique 15% de la variance et ce sont les facteurs "durée de pêche", "éclairement" et "taille du bateau" qui sont prépondérants (Tableau. 4). Les facteurs spatiaux et des autres facteurs temporels à grande échelle ne sont pas significatifs.

	DL	SC	CM	F	Pr > F
LONG	1	24,6	24,64	9,13	0,0025
VOL	1	10,8	10,84	4,02	0,0451
AN	12	47,6	3,97	1,47	0,1273
LONG*VOL*AN	12	67,0	5,59	2,07	0,0159
MOIS	4	9,7	2,42	0,90	0,4658
ZONE	1	1,4	1,44	0,53	0,4651
LONG*VOL*ZONE	1	0,0	0,00	0,00	0,9832
MOIS*ZONE	4	18,1	4,53	1,68	0,1526
AN*ZONE	9	37,2	4,13	1,53	0,1315
PROF	1	0,2	0,17	0,06	0,8000
LONG*VOL*PROF	1	0,0	0,00	0,00	0,9725
PHASE	3	22,1	7,36	2,72	0,0426
LUM	1	29,1	29,15	10,79	0,0010
LUM*PHASE	3	30,4	10,14	3,76	0,0104
HEUR	2	23,4	1,69	4,33	0,0132
TPECH	1	32,4	32,39	12,00	0,0005
TOTAL MODELE	58	2312,6	39,87	14,77	0,0001
ERREUR	4908	13251,9	2,70	-	-
TOTAL CORRIGE	4966	15564,5	-	-	-

Tableau 4 : Résultats du modèle linéaire (1) appliqué aux valeurs de p.u.e. des visites nocturnes réalisées de janvier à mai, de 1975 à 1987, pour les bateaux ayant accompli un total de visites supérieur à 100.

-DL : degrés de liberté -CM : carré moyen

-SC : somme partielle des carrés (avec prise en compte des effets de tous les autres facteurs)

Le même modèle ajusté à la prise par lancer explique 25% de la variance, avec encore une fois la prépondérance de la durée de pêche et de la taille du bateau (Tableau. 5). Curieusement, l'effet de l'intensité de l'éclairement lunaire n'est plus très significatif (0,028), ce qui donne à penser que si cette variable influence bien la capturabilité des bancs, elle n'intervient pas sur leur taille (pour le moins en ce qui concerne les bancs suffisamment proche de la surface pour être capturés).

En conclusion, ces résultats confirment largement l'analyse précédente et permettent de quantifier l'effet des différents facteurs. Ils indiquent de plus que les effets "durée de pêche" et "nycthémère" ont des niveaux de signification opposés sur la p.u.e. et sur la prise par lancer.

Analyse en composante principale

On a réalisé une ACP (non présentée) en utilisant les variables suivantes : taille du bateau, durée de l'effort de pêche, distance entre le port et la zone de pêche, profondeur moyenne de la zone, nombre de lancers totaux, positifs et avec filet déchiré, prise totale, rejets. Le but était de vérifier que les visites avec incident ne présentaient pas de particularité majeure. On constate en fait qu'elles ne se distinguent des autres que par la durée des visites et les captures, mais ne correspondent pas à une zone de pêche particulière.

Source	DL	SC	CM	F	Pr > F
LONG	1	241,9	241,9	20,48	0,0001
VOL	1	78,7	78,7	6,66	0,0099
AN	12	86,5	48,9	4,14	0,0001
LONG*VOL*AN	12	316,5	26,4	2,23	0,0085
MOIS	4	459,3	114,8	9,72	0,0001
ZONE	1	18,4	18,4	1,55	0,2126
LONG*VOL*ZONE	1	23,8	23,8	2,02	0,1558
MOIS*ZONE	3	49,6	16,5	1,40	0,2413
AN*ZONE	4	24,8	6,2	0,52	0,7176
PROF	1	27,0	27,0	2,29	0,1303
LONG*VOL*PROF	1	29,6	29,6	2,50	0,1138
PHASE	3	208,4	69,5	5,88	0,0005
LUM	1	57,0	57,1	4,83	0,0280
LUM*PHASE	3	74,6	24,9	2,11	0,0974
HEUR	2	93,3	46,7	3,95	0,0193
TPECH	1	370,1	370,1	31,33	0,0001
TOTAL MODELE	53	14512,8	273,83	23,18	0,0001
ERREUR	3613	42680,6	11,81	-	-
TOTAL CORRIGE	3666	57193,4	-	-	-

Tableau 5 : Résultats du modèle linéaire (1) appliqué aux valeurs de prises par lancer des visites nocturnes réalisées de janvier à mai, de 1975 à 1987, pour les bateaux ayant accompli un total de visites supérieur a 100.

-DL : degrés de liberté

-SC : somme partielle des carrés (avec prise en compte des effets de tous les autres facteurs)

-CM : carré moyen

Analyse du tableau de Burt

On a tout d'abord éliminé du fichier les visites pour lesquelles avait été signalé un incident grave (filet déchiré ou incident mécanique qui semblait affecter notablement la prise ou la durée de la sortie, d'après des critères empiriques) ainsi que les rares visites dans les secteurs éloignés du port (au nord de Mboro et sud de la Gambie), soit au total 1265 visites sur 35067. Le croisement des 14 principales variables retenues, codées ou recodées en 3 à 9 modalités conduit a un tableau croisé et symétrique de 65 modalités (tableau en annexe). Les valeurs situées sur la diagonale du tableau représentent les effectifs d'une modalité et ont été soulignés.

Nous n'analyserons pas dans le détail les 2080 valeurs du demi-tableau : d'une part certaines conclusions sont déjà présentées dans les chapitres précédents, d'autre part certains croisements offrent un intérêt limité dans le cadre actuel de notre étude (mais ils peuvent intéresser d'autres disciplines). Le tableau sera analysé colonne par colonne. Rappelons que le tableau disjonctif de départ concerne les visites de secteur de pêche par un bateau (tous bateaux retenus).

Années (AN1 à AN4)

La faible saisonnalité de l'activité de pêche signalée à partir de l'analyse de l'ensemble de la période (Figure 10) n'est pas homogène : la période 1979-1981 (AN3) présente une large accentuation de la prédominance des visites au cours des mois de début et de fin d'année, tandis qu'au cours des autres périodes c'est au contraire les premiers et les derniers mois de l'année qui sont les mieux représentés.

Globalement, le produit est destiné en priorité au mareyage (D2) et secondairement aux usines de transformation (D1) et à la congélation (D3). La congélation et les destinations mixtes (D4) se sont accrues à partir de 1974, tandis que la destination exclusive aux usines a diminué notablement au cours des dernières années d'observation.

Bimestres (M01 à M11)

Hormis le fait déjà souligné (Figure 15) que les pêche nocturnes ont lieu au cours du premier semestre, on notera que les pêches matinales ont cours pour essentiellement de mars à août, que les pêches de mi-journée ne sont plus prédominantes de janvier à avril, et enfin que les pêches de fin de journée se concentrent durant les mois de janvier-février.

Le schéma global de répartition des destinations du produit varie peu d'un mois à l'autre, si ce n'est une certaine prépondérance de la congélation et des destinations mixtes en milieu d'année.

La répartition mensuelle des occurrences dans les captures fait apparaître l'opposition maintes fois décrite entre les espèces de saison froide (*Sardinella aurita* adultes, *Caranx rhonchus, Trachurus spp, Scomber japonicus*) et de saison chaude (*Sardinella maderensis, Pomadasys spp, Ethmalosa fimbriata, Choroscombrus chrysurus*). Les jeunes *Sardinella aurita* présentent une répartition saisonnière plus complexe avec deux maxima annuels en milieu et en fin d'année.

Taille des bateaux (BAT1 à BAT5)

La taille des bateaux n'est fortement liée qu'aux années (peu de petit et de gros bateaux en début de période), à la durée des sorties (plus faible pour les petits que pour les gros bateaux), et à la capture maximale par sortie (PD1 à PD4)).

Météo (MET1 à MET3)

L'état de la mer a varié considérablement d'une année à l'autre. Selon les pêcheurs, il était très mauvais en 1976 et de 1979 à 1986. La surprenante répartition saisonnière des déclarations de beau temps (prédominance en saison d'alizés) ainsi que l'absence de relation entre la durée de l'effort de pêche et l'état de la mer nous ont conduit à vérifier la représentativité de ces données. Il s'est avéré que celles-ci ne sont pas toujours cohérentes entre unités de pêche ayant travaillé à la même heure dans la même zone de pêche. Nous avons également comparé ces données aux relevés météorologiques de la station côtière de Dakar-Yoff (ASECNA) qui ne présentent pas de caractère subjectif et qui semblent représentatives de la situation dans les zones de pêche proches. Le coefficient de corrélation r entre la vitesse moyenne

annuelle du vent relevée à Yoff et le pourcentage de déclaration de mauvais état de la mer par les pêcheurs est proche de zéro (r=.01), ce qui corrobore nos doutes.

Si les captures ne semblent pas structurées par le très beau temps, il en va tout autrement pour les jours de mauvais temps (déclaré par les patrons) qui sont associés à des prises totales et des prises par lancers très faibles. On est donc en droit de ce se demander quelle est la véritable variable explicative dans la relation entre la météo déclarée et la capture.

Durée de l'effort de pêche par visite (F1 à F4)

Les visites des tranches horaires de début (H1) et dans une moindre mesure de fin de journée (H3) sont nettement plus courtes que celles des autres tranches, ce qui est à rapprocher des meilleurs rendements (lié à la taille des bancs) obtenus le matin, en dépit du biais lié à l'inégalité des intervalles de temps retenus.

La durée de l'effort de pêche dans un secteur ne semble pas fortement liée à l'éloignement de celui-ci (ZO1 plus proche que ZO2).

Les visites durant lesquelles les prises sont nulles (PD1) ou faibles (PD2) sont écourtées, ainsi que, dans une moindre mesure, celles pour lesquelles les prises par lancer sont moyennes ou élevées (PD3 et PD4). Il en résulte donc un effet non linéaire sur les p.u.e. qui explique pourquoi le premier modèle linéaire utilisé ne permet pas de mettre en évidence cette relation (on a pu ensuite le vérifier en remplaçant dans ce modèle le facteur quantitatif DUREE par un facteur qualitatif obtenu en le codant en classes de durée croissante).

La phase lunaire (PH1 à PH8) ne semble pas influencer la durée des visites, pour autant que l'on ne distingue pas celles de nuit de celles de jour. Le croisement du rayonnement lunaire avec la durée des visites exprimée en pourcentage (Tableau. 6, colonne de droite) confirme que les périodes de faible éclairage (LUM1) sont préférées des pêcheurs. Par ailleurs, les forts éclairements (LUM4) sont plus souvent associés à des courtes durées de visites que ne le sont les éclairements faibles.

	F1	F2	F3	F4	EFFECTIF TOTAL
LUM1	18%	31%	32%	19%	4124
LUM2	23%	38%	28%	11%	784
LUM3	35%	34%	20%	11%	588
LUM4	40%	38%	12%	10%	470
EFFECTIF TOTAL	1333	1961	1710	961	5966

Tableau 6 : Analyse du sous-tableau de contingence de Burt où les valeurs sont exprimées en pourcentage des lignes. F1 à F4 : classes croissantes de durée d'effort. LUM3 à LUM4 : classes croissantes d'indice de rayonnement lunaire.

Heure de pêche (H1 à H7)

Nous avons déjà distingué les espèces exclusivement capturées de jour de celles capturées préférentiellement de nuit. L'analyse détaillée par tranche horaire montre que les espèces d'un même groupe se répartissent de façon homogène au cours de la journée ou de la nuit, à l'exception des *Trachurus sp* qui semble plus capturable en fin qu'en début de nuit.

Profondeur (PR1 et PR2)

L'analyse du sous-tableau concernant la composition spécifique (tableau 7) montre une forte incidence de la profondeur du fond : les espèces "diurnes" sont capturées sur les fonds inférieurs à 25 mètres (PR1) dans près de 80% des cas, tandis que les espèces "nocturnes" sont capturées dans plus de 80% des cas sur des fonds supérieurs à 25 mètres (PR2).

	PROFONDEUR DU FOND		
ESPECES	< 25 m (PR1)	> 25 m (PR2)	EFFECTIF
S. aurita jeunes *	81%	19%	9795
S. aurita adultes	18%	82%	5084
S. maderensis *	81%	19%	13826
Caranx rhonchus	21%	79%	3075
Pomadasys spp *	87%	13%	817
*Chloroscombrus c.**	84%	16%	635
Trachurus spp	8%	92%	1196
Scomber japonicus	11%	89%	1053

* espèces capturées exclusivement de jour.

Tableau 7 : Analyse du sous-tableau de contingence de Burt où les valeurs sont exprimées en pourcentage du total des lignes.

Prises par visite (PD1 à PD4) ou prises par lancer (CA1 à CA4)

Ces deux variables, étroitement liées, seront analysées conjointement, en ne retenant que celle des deux qui paraît logiquement la plus pertinente dans l'association avec une troisième variable.

Le schéma général des destinations est légèrement influencé par l'importance du débarquement en ce sens que la part du mareyage, usuellement majoritaire à 56%, est encore renforcé lorsque les prises sont très faibles (93%) ou faibles (76%). Les fortes captures en revanche favorisent les destinations mixtes (56%).

Les faibles prises par lancer sont légèrement plus importantes en phase 5 (pleine lune), alors qu'en phase 8 (nouvelles lune) les grosses calées prédominent sensiblement (jour et nuit confondus).

La prise par lancer varie sensiblement en fonction de l'espèce : *Sardinella aurita* et *Pomadasys spp* fournissent les plus grosses calées, tandis que les calées de *Sardinella*

maderensis sont plus petites. Les autres espèces procurent des calées de taille moyenne (AFC simple non présentée).

Destination du produit (D1 à D5)

Elle ne semble pas être notablement influencée par la composition spécifique des captures, si ce n'est pour les usines qui délaissent les *Sardinella maderensis* au profit des espèces de saison froide.

Phase (PH1 à PH8) et rayonnement lunaire (LUM1 à LUM4)

Le croisement de la phase et du rayonnement lunaire confirme la stratégie de pêche nocturne. La période encadrant la pleine lune est peu fréquentée car elle ne permet pas d'échapper à l'éclairement lunaire. En revanche les périodes encadrant la nouvelle lune sont tout aussi fréquentées que celles de la nouvelle lune elle même, grâce à l'ajustement déjà mentionné de la période de pêche nocturne au lever ou au coucher de la lune.

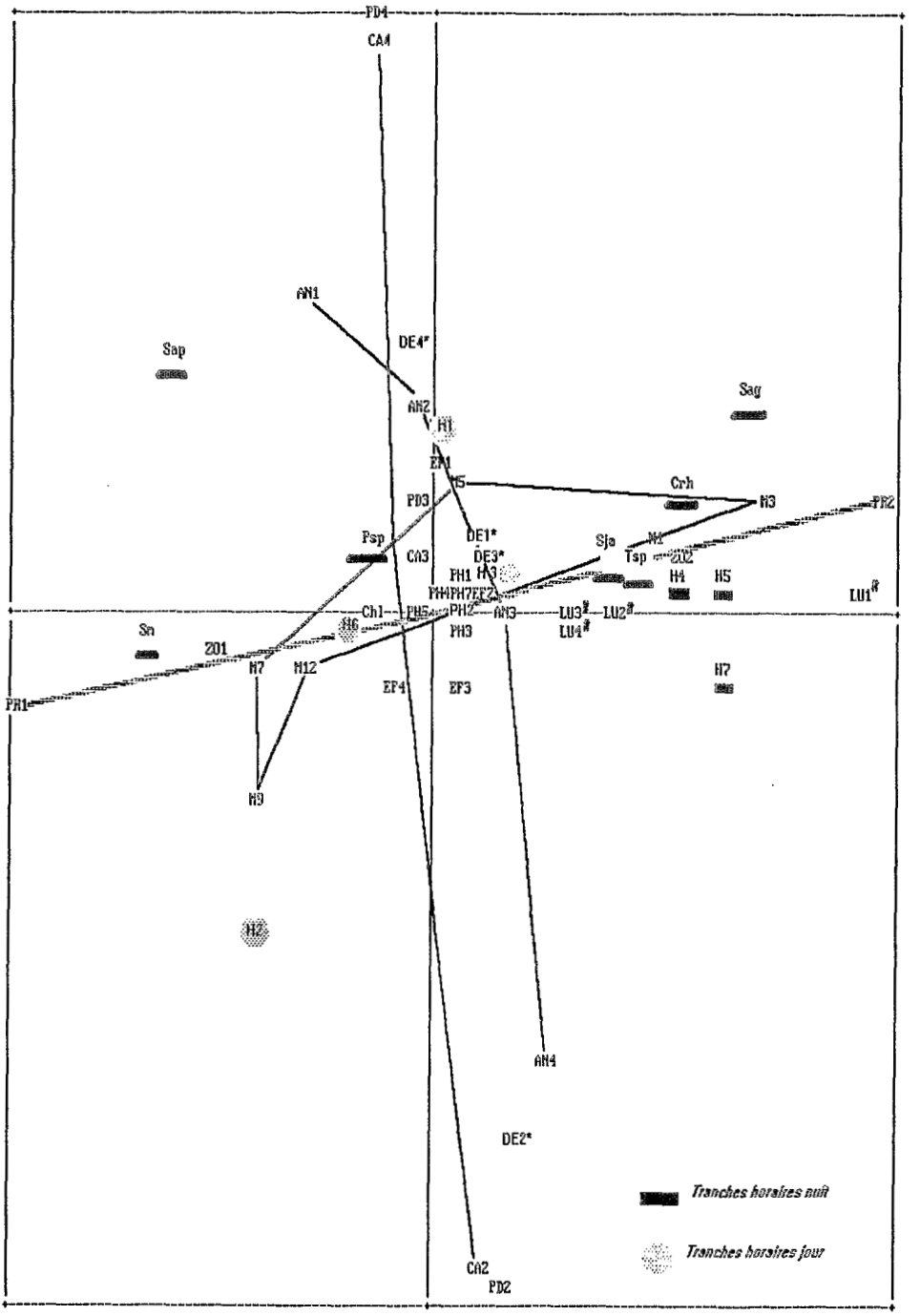
On pourrait s'attendre à ce que les espèces "nocturnes" soient moins souvent capturées en période de nouvelle lune. Si cela est nettement le cas pour les *Trachurus spp.* et dans une moindre mesure pour *Scomber japonicus*, on constate en revanche que les *Caranx rhonchus* et les *Sardinella aurita* adultes sont presque aussi souvent débarquées en période de pleine lune qu'en période de nouvelle lune. Cela tient au fait que ces deux dernières espèces sont souvent capturées de jour en période de pleine lune. A l'inverse, certaines espèces "diurnes" semblent être plus capturables en période de nouvelle lune : c'est le cas des *Pomadasys spp.* et des *Choroscombrus chrysurus*. Ce phénomène ne peut s'expliquer par une augmentation de l'effort diurne en période de pleine lune, car ces deux espèces sont capturées au cours du second semestre, donc en dehors de la saison de pêche de nuit. Il est possible qu'il s'agisse là encore d'un effet de la dynamique de l'éclairement.

Composition spécifique

Rappelons tout d'abord que le sous-tableau de Burt concernant les espèces à été construit en retenant un critère arbitraire de "présence / absence", permettant d'éviter la prise en compte des cas où la présence de l'espèce n'est pas significative en terme d'abondance. On ne considère comme présente dans une visite, la ou les espèces dont les captures dépassent 200 kg par visite.

Le sous-tableau de Burt montre donc les associations d'espèces dont les captures par un même bateau et dans un même secteur de pêche sont considérées comme "quantitativement significatives". On voit que ces associations sont exceptionnelles entre les deux classes de taille de *Sardinella aurita* (moins de 1%) mais qu'elles sont fréquentes entre les jeunes *Sardinella aurita* et *Sardinella maderensis* (67% du nombre de captures de la première espèce et 47% de celui de la seconde). On voit aussi que 44% du nombre de capture de *Caranx rhonchus* sont associés à celles de grosses *Sardinella aurita*. De façon plus générale, les espèces typiques de saison froide sont associées entre elles, et il en va de même de celles de saison chaude. Une étude par classe de taille commerciale montre que ces associations d'espèces se font selon la taille (Fréon, 1990a).

Figure 27 : Projection des axes 1 (horizontal) et 2 (vertical) de l'ACM.



Analyse des correspondances multiples (ACM)

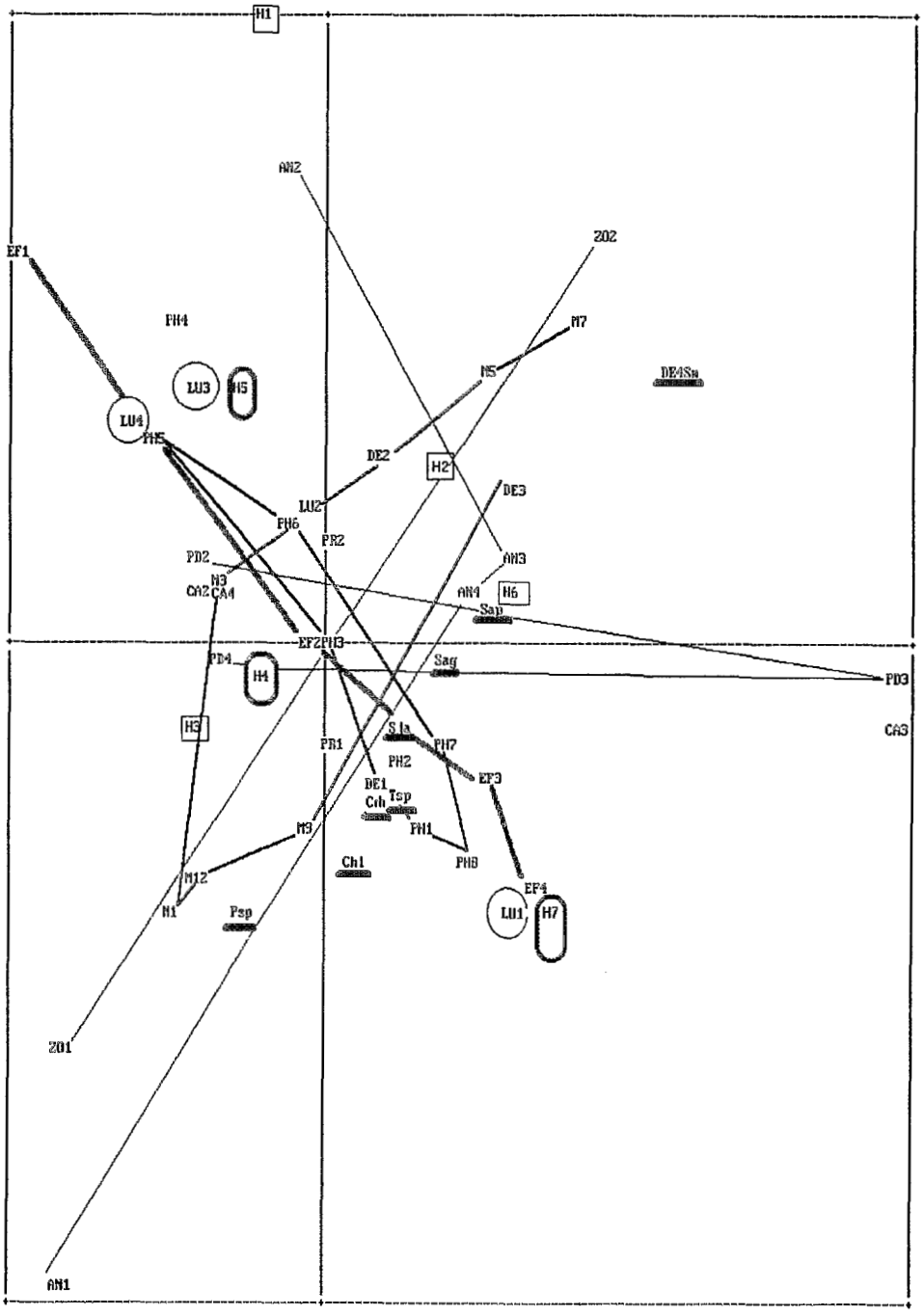
On a d'abord réalisé une première ACM sur l'ensemble des variables et de leurs modalités, telles que présentées dans le tableau de Burt. Les figures résultantes (non présentées) font apparaître une structuration dominée sur les premiers axes par l'effet des visites sans prise, pour lesquelles les modalités "capture nulle" et "prise par lancer nulle" s'opposent grandement à de nombreuses variables, telles que la prise par espèce ou la destination. Sur d'autres axes on trouve un effet prépondérant des visites pour lesquelles une variable n'est pas renseignée (heure et destination inconnues associées aux premières années d'observation). Dans une deuxième ACM, on a donc éliminé toutes ces modalités ainsi que celles correspondant à la taille des bateaux, car elles structurent de façon trop triviale le jeu de donnée et alourdissaient les figures.

La deuxième analyse a donc été réalisée sur 12 variables et 57 modalités. On notera l'absence de modalités rares et un équilibre à peu prés satisfaisant entre les différentes modalités d'une même variable (seule les heures, les profondeurs de pêche, les destinations, l'éclairement lunaire et les prises par espèce n'ont pu être convenablement équilibrées). Enfin le nombre de modalités par variable varie de 2 (profondeurs) à 8 (phases lunaires) avec une large prédominance des nombres 3 et 4, ce qui permet de supposer que les différentes variables auront des poids presque équivalents dans l'analyse. Il est reconnu que l'analyse des valeurs propres (variances sur les axes) est difficilement interprétable dans le cas d'une ACM, car le sous codage disjonctif conduit à une estimation trop pessimiste de l'information extraite. Dans notre cas, aucune valeur propre ne peut représenter plus de (100 x 12) / (57 -12), soit 27% de l'inertie du nuage des observations. Nous avons seulement représenté les 6 premiers axes qui n'expliquent théoriquement que 27% de l'inertie, mais qui en fait représentent une excellente synthèse des résultats obtenus par l'analyse du tableau de Burt.

Le premier axe est nettement structuré par la profondeur de la zone de pêche (bien qu'elle ne représente que 16% de l'inertie de cet axe du fait de son faible nombre de modalités), les espèces (25%), l'heure de pêche, la saison et la lumière (d'environ 16% chacune). On voit en effet que les zones profondes (PR2) sont fréquentées essentiellement en début d'année et de nuit, de préférence lors de faibles éclairements lunaires, et que l'on y capture des grosses *S. aurita*, des *C. rhonchus*, des *Trachurus spp* et des *S. japonicus*, tandis que les jeunes *S. aurita* et les *S. maderensis* sont capturées dans les zones côtières (PR1), de préférence au cours du second semestre et de jour (Figure 27).

Le second axe est dominé par l'influence de la taille des captures (tout au long de l'analyse on regroupera sous cette appellation la prise par visite (PD) et la prise par lancer (CA) qui sont toujours étroitement associées) qui explique 60% de l'inertie, tandis que l'année et la destination expliquent environ 12% chacune. Les fortes captures sont dans une certaine mesure associées aux années 1969-74 (AN1) et aux destinations mixtes, tandis que les faibles captures sont liées aux années récentes et au mareyage. On note également une légère préférence des sorties de milieu de journée ces dernières années.

Figure 28 : Projection des axes 3 (horizontal) et 4 (vertical) de l'ACM.



Le troisième axe montre un effet non-linéaire très net de la taille des captures (Figure 28). Les captures moyennes s'opposent aux captures faibles et fortes ainsi qu'aux faibles efforts de pêche, ce qui confirme que la durée des visites est raccourcie lorsque l'abondance et/ou la capturabilité sont faibles (abandon prématuré de la zone) ou très forte (saturation de l'unité de pêche). Ceci était moins net dans le tableau de Burt, probablement en raison de l'existence d'interactions entre variables. Secondairement, on relève une association des captures moyennes avec *S. maderensis* et les destinations mixtes.

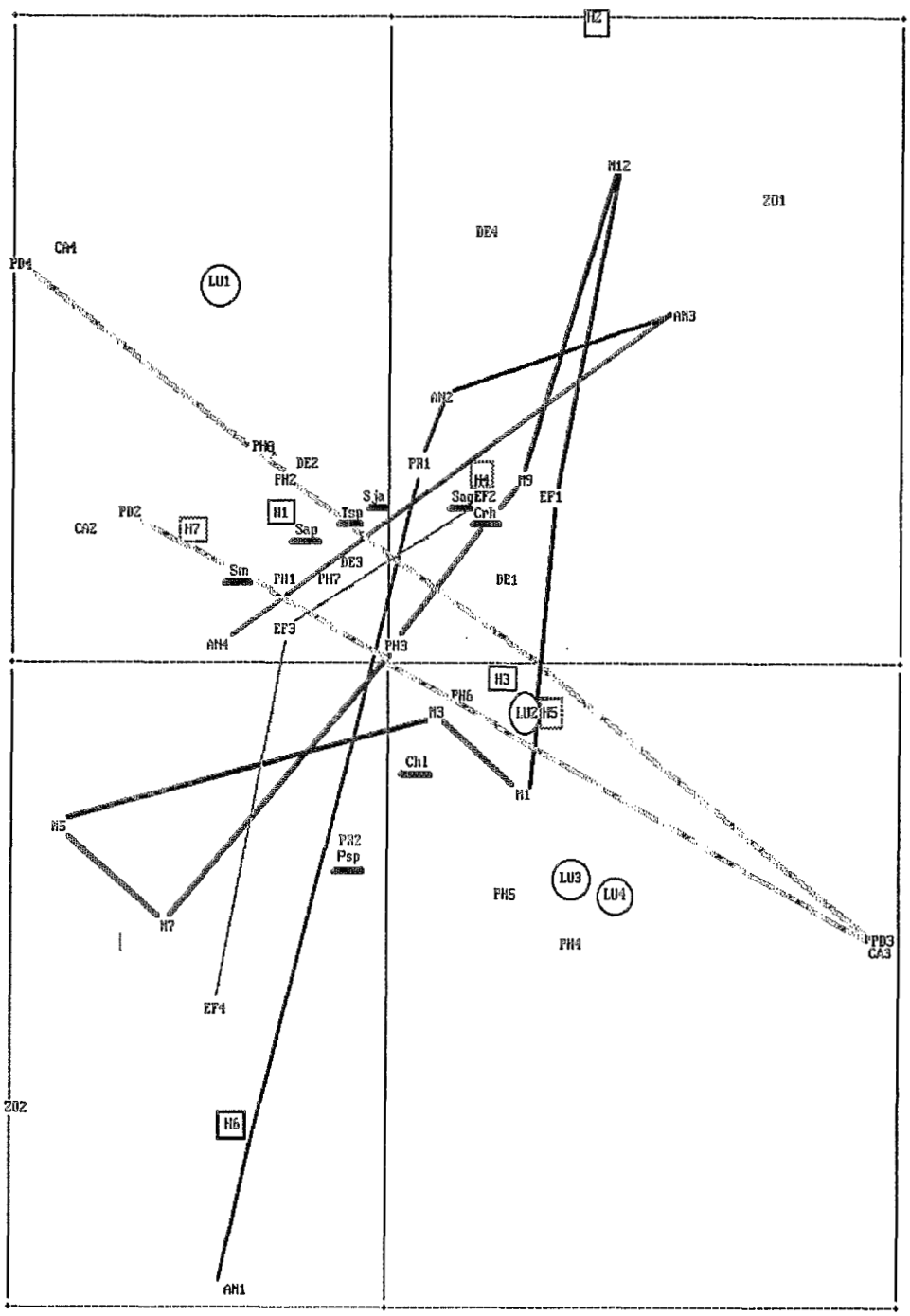
Le quatrième axe est structuré par les effets année et l'heure. On notera également que la conjonction des axes 3 et 4 montre des structurations intéressantes. Sur la diagonale descendante (de gauche à droite) on voit l'association entre les phases lunaires et la lumière lunaire. Cette association n'est pas triviale en ce sens qu'elle indique bien que l'essentiel des sorties nocturne s'effectue au moment où la lune n'est pas visible durant au moins une partie de la nuit (4 phases lunaires sur 8 sont nettement associées au plus faible des quatre niveaux d'éclairement). Sur la diagonale montante on notera la structuration par les années, les mois et les zones et, secondairement par les espèces. Ainsi, on remarque l'association des années 1969-74 avec les mois de saison froide et la zone de Dakar (ZO1), qui s'opposent aux autres années, aux mois de milieu d'année, à la zone sud (ZO2) et aux captures de *S. maderensis*. On notera aussi au passage l'association entre les pêches de début de journée et les années 1975-77 (AN2).

La projection sur les axes 5 et 6 génère également des associations dans les deux diagonales (Figure 29). Sur la diagonale descendante on observe le même phénomène non linéaire observé sur l'axe 3 pour les variables poids et prise par lancer, mais il est ici plus difficile à interpréter (relation avec la lumière?). Sur la diagonale montante on retrouve une structuration par les variables années, mois et zone de pêche, auxquelles vient se rajouter l'heure, avec des associations complémentaires aux précédentes. Les années 1969-74 sont cette fois-ci associées à la zone sud pour les mois de milieu d'année et les pêches qui durent toute la journée, tandis que durant les deux groupes d'années de milieu de période (AN2 et AN3) les pêches dans la zone de Dakar ont dominé en fin d'année, ces pêches étant effectuées la plupart du temps en milieu de journée.

CONCLUSION

Cette étude a permis de décrire, et en grande partie d'expliquer, la variabilité spatiale et temporelle observée à différentes échelles dans la pêcherie sardinière semi-industrielle. Bien qu'il existe une stratégie globale de pêche relativement bien établie et adaptée aux cycles de vie des espèces (migration, capturabilité), on a pu cependant constater d'importants changements au cours des trois décennies passés. Le modèle linéaire permet de vérifier quels sont les facteurs statistiquement significatifs et de tester les interactions. L'ACP permet une bonne représentation des données, à l'exception des relations non linéaires (et surtout non monotones), mais ne permet pas d'intégrer des variables qualitatives, ce qui est un handicap majeur dans le cas d'étude des pêcheries. L'analyse détaillée du tableau de Burt autorise une étude

Figure 29 : Projection des axes 5 (horizontal) et 6 (vertical) de l'ACM.



fine des relations bivariées, y compris non linéaires, mais ignore les relations multivariées et les interactions. De son côté l'ACM permet d'obtenir une image synthétique des résultats et de représenter d'éventuels effets non-linéaires. Le codage disjonctif complet qui précède ces deux dernières méthodes permet de rendre des variables qualitatives et quantitatives homogènes entre elles, quelle que soit la distribution de ces dernières. En contrepartie, ce codage est responsable d'une perte d'information par rapport à une ACP. Ces analyses multivariées, conduites uniquement sur les prises totales, mériteraient d'être répétées sur les espèces principales.

Les variations de p.u.e. dépendent plus du poids des captures par lancer que du nombre de bancs détectés par unité de temps. Cela renvoi donc au problème de la représentativité de la prise par lancer, fortement liée à taille des bancs et à leur densité interne, comme indice d'abondance. De nombreux facteurs agissent sur la variabilité des p.u.e., parmi lesquels on retrouve les facteurs spatio-temporels habituels (année, saison, zone, profondeur) et des facteurs liés à l'unité de pêche. L'originalité de ce travail est de montrer que d'autres facteurs temporels, de plus petite échelle, sont tout aussi importants. Il s'agit du cycle lunaire, de l'alternance jour/nuit, et de l'heure de pêche au sein de la journée ou de la nuit. Au Sénégal, l'essentiel des captures de poissons pélagiques côtiers est réalisé par la pêche artisanale. L'engin principal est là aussi la senne tournante, et les zones de pêches des artisans et des sardiniers se recouvrent largement. Du fait que la stratégie de pêche est la même dans les deux pêcheries, et que l'on retrouve chez les artisans la même diversité dans la taille des unités de pêche et des engins, il est vraisemblable que nos résultats pourraient aussi s'appliquer à la pêche artisanale. Pour le vérifier pleinement il faudrait collecter quelques informations supplémentaires qui actuellement font défaut : la taille de la senne et celle de la pirogue (ou mieux la capacité d'embarquement totale de l'unité de pêche qui comporte souvent deux pirogues), ainsi qu'un indice de distance à la côte ou de tranche bathymétrique dans laquelle se situe le fond de pêche.

A partir de cette analyse, il est clair que l'on ne peut espérer obtenir des indices représentatifs de l'abondance des principales espèces exploitées au Sénégal à partir des p.u.e. moyennes. Il est bien sûr impératif de standardiser les puissances de pêche, soit bateau par bateau tant que l'on dispose d'unité(s) étalon(s), soit à partir des deux principaux facteurs qui régissaient la puissance de pêche de la flotte durant notre période d'étude : la taille du bateau et le volume filtré par sa senne. De plus, puisque la plupart des espèces voient leur capturabilité changer fortement en fonction de divers facteurs spatio-temporels, il est indispensable de prendre aussi en compte ces facteurs dans l'estimation des tendances à long terme des indices d'abondance. Cela est d'autant plus nécessaire que l'on a noté des tendances dans l'allocation spatio-temporelle de l'effort de pêche au cours de la période d'observation.

L'utilisation des modèles linéaires paraît bien adaptée pour résoudre ces types de problèmes, au Sénégal comme dans d'autres pêcheries, sous deux conditions : d'une part les interactions entre l'année et les différentes variables explicatives de la puissance de pêche doivent rester faibles, d'autre part s'il existe une dérive temporelle dans la puissance de pêche des unités, il faut être en mesure d'éviter sa confusion avec l'effet année. Ce dernier point suppose, soit que l'on dispose d'une unité(s)-éta-

lon stable et pérenne, soit de période(s) de recouvrement entre unités ayant et n'ayant pas adopté les innovations technologiques. On peut alors raisonnablement attendre de l'analyse des p.u.e un indice des variations d'abondance à long terme non biaisé par les variations de puissance de pêche ou les changements d'allocation spatio-temporelle de l'effort à différentes échelles. Toutefois cette démarche a ses limites, et nous avons estimé que les changements structurels de la pêche sardinière dakaroise ont été si profonds depuis 1987, où la pêcherie traditionnelle a commencé à décliner, qu'il ne nous a pas semblé raisonnable d'utiliser les données correspondantes pour décrire l'évolution des stocks. Il est donc maintenant impératif d'analyser conjointement les indices d'abondance des pêcheries artisanales et industrielles.

REMERCIEMENTS

Les auteurs renouvellent leurs remerciements aux pêcheurs et aux armateurs dakarois pour leur coopération dans la fourniture des données, ainsi qu'à Viveca Fonteneau et aux techniciens du CRODT qui ont assuré la saisie informatique et la gestion de la base de données. Nous sommes également très reconnaissants envers Monsieur Bidoux du CDSA de Martinique pour son aide au cours de la mise au point des logiciels de calculs astronomiques.

RÉFÉRENCES

❒ **Blaxter J.H.S., Hunter J.R., 1982.** The biology of the clupeoid fishes. *Adv. in Mar. Biol., 20, 1-223.*

❒ **Benzecri J.P., 1973.** L'analyse des données, Tome 2: l'analyse des correspondances. *Dunod, Paris. 624 p.*

❒ **Boely T., 1980.** Biologie des deux espèces de Sardinelles : *Sardinella aurita* (Valenciennes 1847) et *Sardinella maderensis* (Lowe 184)1 des côtes sénégalaises. *Thèse Doc. d'état. Université de Paris VI : 286 p.*

❒ **Boely T.et Chabanne J., 1975.** Les poissons pélagiques côtiers au Sénégal. La pêche sardinière à Dakar ; état actuel et perspectives. *Bull. Inst. Fond. Afr. Noire (A.), 37 (4) : 859-886.*

❒ **Boely T.et Champagnat C., 1969.** La pêche industrielle au Sénégal des poissons pélagiques côtiers, 1967 et 1968. *Doc. Sci. Prov. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 22 : 20 p. multigr.*

❒ **Boely T.et Dieye I., 1971.** La pêche sardinière au Sénégal en 1969. *Doc. Sci. Prov. Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 28 : 9 p. multigr.*

❒ **Boely T. et Østvedt O., 1976.** Les poissons pélagiques côtiers au Sénégal; observations faites à bord du navire usine "Astra" de la Mauritanie aux Iles Bissagos. *Bull. Inst. Fond. Afr. Noire (A), 38 (3) : 677-702.*

❒ **Box G.E. and D.R. Cox, 1964.** An analysis of transformation. *J.R. Stat. Soc. B 26: 211-252.*

❒ **Brendel R., 1988.** Etude des paramètres qui déterminent la puissance de pêche des navires sardiniers senneurs dakarois. *Arch. Cent. Rech. Océanogr. Dakar Thiaroye, 163 : 54 p.*

❒ **Chabanne J. et Elwertowski J., 1973.** Cartes des rendements de la pêche des poissons pélagiques sur le plateau continental nord-ouest africain de 11° à 26°N. *Doc. Sci. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 49 : 8 pp., 88 cartes.*

❒ **Champagnat C., 1966.** Indice relatif d'abondance saisonnière des sardinelles de la Petite Côte du Sénégal. *Doc. Sci. Prov. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 1 : 5 p.*

❒ **Fréon P., 1980.** Choix d'une unité d'effort de pêche pour les flottilles sardinières semi-industrielles et artisanales du Sénégal. *Doc.Sci. Cent. Rech. Océanogr. Abidjan, 11 (1) : 1-35.*

❒ **Fréon P. 1984.** Des modèles de productions appliquées à des fractions de stock des vents d'Upwelling. *Océanographie Tropicale 19 (1) : 67-94.*

❒ **Fréon P., 1988** . Réponses et adaptations des stocks de Clupéidés d'Afrique de l'Ouest à la variabilité du milieu et de l'exploitation. *Etudes et Thèses, ORSTOM Editions : 287 p.*

❒ **Fréon P. 1991a.** Variabilités saisonnière et interannuelle de la prise moyenne par calée dans la pêcherie sardinière dakaroise et possibilité d'utilisation comme indice d'abondance. *in: Cury, P. et Roy, C. Pêcheries Ouest-Africaines : variabilité, instabilité et changements. ORSTOM Editions, Paris : 259-268.*

❒ **Fréon P. 1991b.** L'introduction d'une variable climatique dans les modèles globaux de production. *in: Cury, P. et Roy, C. Pêcheries Ouest-Africaines : variabilité, instabilité et changements. ORSTOM Editions, Paris : 395 424.*

❒ **Fréon P., Gerlotto F. et Mullon C. 1989.** Les Changements d'échelle en Halieutique : l'exemple des petits pélagiques côtiers. *in: SEMINFOR 4; Eco-systèmes et sociétés. ORSTOM Editions : 343-363.*

❒ **Fréon P., Gerlotto F. and Soria M. 1993.** Variability of *Harengula spp.* school reactions to boats and predators in shallow water. *CIEM Mar. Sci. Symp. : 26-31.*

❒ **Fréon P. et Lopez J. 1983.** Les Ressources pélagiques côtières au Sénégal : état des stocks et perspectives en 1981. *Arch. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye 127 : 83 p. multigr.*

❒ **Fréon P. et Ndiaye M., 1979.** Les poissons pélagiques côtiers au Sénégal : chaîne de programme de traitement informatique des données statistiques et démographiques de la pêche sardinière dakaroise. *Arch. Cent. Rech. Océanogr. Dakar Thiaroye 74 : 71 p. multigr.*

❒ **Fréon P., Stéquert B. et Boely T. 1978.** La pêche des poissons pélagiques côtiers en Afrique de l'Ouest des îles Bissagos au nord de la Mauritanie : description des types d'exploitation. *Cah. ORSTOM Sér. Océanogr. 18 : 209-228.*

❒ **Fréon P. et Weber J. 1983.** Djifére au Sénégal : la pêche artisanale en mutation dans un contexte industriel. *Rev. Trav. Inst. Pêches Mar. 47 (3-4) : 304.*

❒ **Kemmerer A.J., 1980.** Environmental preferences and behaviour patterns of gulf menhaden (*Brevoortia patronus*) inferred from fishing and remotely sensed data. In Fish behaviour and its use in the capture and culture of fishes, pp. 345-370. Ed. by J.E. Bardach, J.J. Magnuson, R.C. May and J.M. Reinhart. *ICLARM Conference Proceedings, Manila. 512 pp.*

❒ **Laloë F. et Samba A., 1990.** La pêche artisanale au Sénégal : ressource et stratégie de pêche. *Editions de l'ORSTOM, Paris. 395 p.*

❒ **Laurec A. et Le Guen J.C., 1977.** c.p.u.e. des senneurs et abondance; impact des structures fines. *Rec. Doc. Sci. ICCAT, 8 : 30-54.*

❒ **Lebart L., Morineau A. et Tabard N., 1977.** Technique de la description statistique. *Dunod, Paris. 352 p.*

❒ **Nodona T., 1985.** On the differences between anchovy fishing and sardine fishing by Patti-Ami. *Bull. Fac. Fish., Mie Univ. : 79-89.*

❒ **Pitcher T.J., 1993.** Behaviour of teleost fishes (Seconde édition). *Chapman & Hall, Londres. 715 p.*

❒ **Robson D.S., 1966.** Estimation of the relative fishing power of individual ships. *ICNAF, 3 : 6-14.*

❒ **Salas J.N., Melo T.F. et Reyes A.P., 1985.** Poder de pesca funcional en embarcaciones de cerco. *in: T.M. Fuentes. Estudios en pesquerias chilenas. Univ. Catol. Valparaiso : 123-130.*

❒ **Stéquert B., Brugge W.J., Bergerard P., Fréon P. et Samba A. 1979.** La Pêche artisanale maritime au Sénégal : étude des résultats de la pêche en 1976 et 1977. Aspects biologiques et économiques. *Doc. Sci. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye. 73 : 48 p.*

~~~~~~~~~~~~

... / ...
~~~~~~~~~~~~

Annexe: Demi-tableau de Burt des observations de 1969 à 1987.

	AN1	AN2	AN3	AN4	MO1	MO3	MO5	MO7	MO9	MI1	DAT1	DAT2	DAT3	DAT4	DAT5	MET1	MET2	MET3
AN1	7688																	
AN2	0	8745																
AN3	0	0	7627															
AN4	0	0	0	9742														
MO1	1255	1394	1321	1421	5391													
MO3	1243	1592	1327	1671	0	5833												
MO5	1456	1616	1291	1815	0	0	6210											
MO7	1431	1597	1195	1942	0	0	0	6165										
MO9	1171	1228	1082	1608	0	0	0	0	5089									
MI1	1092	1318	1411	1285	0	0	0	0	0	5106								
DAT1	354	1750	998	1649	601	785	971	980	741	673	4751							
DAT2	681	1756	1818	903	976	1023	1001	784	607	767	0	5158						
DAT3	4308	2223	2601	4358	2087	2245	2451	2449	2070	2148	0	0	13490					
DAT4	2016	2279	1942	1472	1297	1319	1317	1440	1244	1092	0	0	0	7709				
DAT5	329	737	260	1369	430	461	438	512	427	426	0	0	0	0	2694			
MET1	3758	15	88	0	950	814	593	561	529	414	115	160	2533	949	104	3861		
MET2	3515	7275	5750	7102	2990	3476	4985	4980	3639	3652	3617	3984	8674	5416	1951	0	23642	
MET3	415	1455	1789	2640	1451	1543	640	704	921	1040	1019	1014	2283	1344	639	0	0	6299
F1	1871	3163	1921	1848	1402	1703	1829	1524	1111	1234	1339	1652	3502	1758	552	901	6171	1731
F2	1801	2371	1909	2404	1393	1614	1635	1441	1144	1258	1243	1373	3458	1877	534	782	6161	1542
F3	1811	1876	1848	2491	1217	1323	1545	1493	1215	1225	1182	1178	3141	1933	584	828	5702	1489
F4	2205	1335	1957	2999	1379	1193	1203	1707	1619	1389	987	955	3393	2141	1024	1350	5608	1538
H1	2	1294	532	305	157	500	582	547	181	166	421	363	644	503	202	4	1708	421
H2	2	2839	3048	4234	725	307	1561	2428	2431	2671	1756	1627	3736	2146	858	70	7980	2073
H3	112	225	293	232	359	141	61	65	109	127	107	148	362	182	63	121	552	189
H4	0	344	497	692	609	819	94	1	3	7	208	265	556	361	143	6	961	566
H5	0	581	704	777	520	1153	383	0	1	5	297	465	691	494	115	0	1546	516
H6	1032	2928	1970	2110	1069	840	1797	1912	1346	1076	1225	1166	3194	1766	689	1046	5505	1469
H7	0	254	538	1391	754	963	459	0	0	7	348	381	769	460	225	1	1593	589
Z01	2171	1752	1612	1555	918	522	330	656	2359	2305	772	905	3091	1719	603	992	4758	1340
Z02	5517	6993	6015	8187	4473	5311	5888	5509	2730	2801	3979	4253	10399	5990	2091	2869	18884	4959
PR1	5425	5314	3756	5310	1617	955	3114	5212	4534	4373	2788	2526	8365	4617	1511	2629	14166	3010
PR2	2263	3431	3871	4432	3774	4878	3104	953	555	733	1965	2632	5125	3092	1183	1232	9476	3289
PD1	1571	2149	1268	1800	1838	1840	900	517	636	1077	1022	1283	2467	1498	598	930	3343	2595
PD2	963	1650	2375	4674	1279	1525	1524	1882	1895	1557	1996	1465	3756	1758	687	496	6757	2409
PD3	2007	2232	2241	2341	1079	1266	1795	2075	1513	1153	1036	1380	3614	2093	698	1000	6969	852
PD4	3147	2714	1743	847	1135	1262	1999	1691	1045	1319	697	1030	3653	2360	711	1435	6573	443
D1	104	381	533	20	280	196	153	100	76	153	91	112	277	277	201	56	755	147
D2	255	3218	2775	5590	1557	1904	2239	2287	2132	1719	2436	2353	5102	1192	755	184	9287	2367
D3	16	692	812	533	209	350	565	424	212	293	98	227	456	967	305	21	1801	231
D4	95	2318	2219	1697	747	858	1112	1583	1101	928	866	750	1902	2193	618	68	5570	691
CA1	1581	2149	1268	1802	1902	1840	903	518	638	1079	1022	1283	2477	1499	599	948	3344	2596
CA2	899	1324	2202	4443	1078	1266	1292	1882	1916	1432	1819	1322	3514	1601	612	502	6156	2210
CA3	1949	2214	2364	2375	1107	1283	1740	2069	1443	1251	1102	1342	3663	2094	692	975	6949	969
CA4	3268	3058	1793	1042	1304	1444	2283	1696	1090	1344	808	1211	3836	2515	791	1444	7193	524
PH1	1020	1041	941	1149	713	737	769	695	623	614	574	647	1650	919	361	568	2837	746
PH2	958	1054	951	1219	611	703	784	784	630	670	586	632	1718	915	331	490	2958	734
PH3	980	1096	967	1275	684	787	741	787	685	634	594	650	1737	976	361	468	3017	833
PH4	907	1021	938	1141	620	753	728	768	572	566	583	608	1610	916	290	450	2761	795
PH5	1031	1180	969	1274	738	774	821	810	667	644	639	708	1721	1042	344	538	3039	885
PH6	918	1087	947	1192	613	652	820	762	633	664	576	640	1690	981	347	456	2846	842
PH7	932	1153	957	1214	712	687	768	797	649	643	595	640	1714	990	317	435	3168	653
PH8	942	1113	957	1278	700	740	787	762	630	671	604	633	1740	970	343	464	3016	810
LUM1	0	810	1221	1946	1237	1997	723	1	2	17	574	751	1407	889	356	6	2870	1101
LUM2	0	159	237	368	231	409	123	0	0	1	120	156	252	174	62	0	580	184
LUM3	0	122	175	284	224	287	67	0	2	1	92	121	197	132	39	0	374	207
LUM4	0	88	106	262	191	242	23	0	0	0	67	83	160	120	26	1	276	179
Sap	3448	2492	2158	1697	428	640	2609	2266	1759	2093	1043	1209	4446	2393	704	1437	7763	595
Sag	912	1248	1842	1082	1474	1986	1261	10	1	432	638	1010	1887	1218	331	595	3803	686
Sm	2980	3355	3240	4211	446	478	2956	4799	3231	1916	2002	1760	5642	3196	1226	1207	11089	1530
Cr	617	744	929	785	945	1341	372	10	27	380	356	535	1181	814	189	334	2108	633
Psp	495	222	54	46	41	8	167	238	192	171	70	74	391	244	38	302	463	52
Cc	285	129	132	89	4	1	86	237	222	85	52	68	296	184	35	114	464	57
Tsp	177	370	151	498	501	554	101	1	5	34	124	220	459	281	118	94	901	201
Sj	43	326	265	419	401	420	171	0	0	61	93	206	359	277	110	18	899	136

	F1	F2	F3	F4	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	Z01	Z02	PR1	PR2	PD1	PD2	PD3	PD4
F1	8803																		
F2	0	8485																	
F3	0	0	8018																
F4	0	0	0	8496															
H1	1293	445	229	166	2133														
H2	2682	2661	2633	2147	0	10123													
H3	408	156	112	186	0	0	862												
H4	530	681	273	129	0	0	0	1533											
H5	595	793	475	289	0	0	0	0	2862										
H6	1364	1599	1940	3137	0	0	0	0	0	8040									
H7	281	651	715	536	0	0	0	0	0	0	2183								
Z01	2398	1944	1391	1357	135	3077	166	29	13	1515	18	7090							
Z02	6495	6541	6627	7139	1998	7046	696	1504	2849	6525	2165	0	26712						
PR1	5222	4784	4615	5184	1157	8008	366	88	56	5324	67	6626	13179	19805					
PR2	3581	3781	3403	3312	976	2835	496	1445	2886	2716	2116	464	13533	0	13997				
PD1	2762	1627	1289	1190	468	1547	226	469	530	1775	485	1553	5315	3182	3686	6868			
PD2	1848	2466	2664	2684	392	3936	270	478	721	2184	812	1896	7766	5657	4005	0	9662		
PD3	1923	2249	2193	2456	499	2846	200	299	434	2199	565	1722	7899	5541	3280	0	0	8821	
PD4	2270	2143	1872	2166	774	1794	166	287	377	1882	321	1919	6532	5425	3026	0	0	0	8451
D1	183	287	255	313	53	259	36	55	60	298	42	196	762	489	469	2	338	325	301
D2	2781	3163	3071	2903	788	5133	329	595	986	2848	981	2243	9595	6928	4910	4	6947	3411	1476
D3	458	472	486	637	206	785	44	93	125	626	214	289	1764	1188	953	0	667	762	624
D4	1448	1588	1510	1799	697	2445	128	313	434	1719	453	1155	5174	3793	2536	0	821	2442	3066
CA1	2766	1627	1295	1192	468	1549	226	469	538	1775	485	1560	5328	3191	3689	6868	4	3	5
CA2	1458	2165	2485	2768	276	3579	218	387	575	2388	740	1782	7886	5387	3481	0	7919	944	5
CA3	1729	2319	2318	2527	377	2854	194	323	462	2345	638	1763	7138	5478	3415	0	1739	5718	1444
CA4	2858	2374	1920	2009	1012	2141	224	354	495	1620	320	1985	7176	5749	3412	0	0	2164	6997
PH1	1086	965	967	1133	277	1152	89	174	216	982	431	818	3333	2423	1728	856	1118	1143	1042
PH2	1089	1038	1054	1009	236	1225	94	124	366	912	384	876	3386	2548	1642	779	1241	1094	1068
PH3	1021	1196	1036	1065	215	1298	75	22	595	962	243	896	3422	2513	1805	809	1372	1067	990
PH4	1202	1021	884	900	398	1173	70	31	441	985	94	912	3895	2342	1665	948	1121	997	941
PH5	1351	1099	975	1029	360	1453	166	154	154	1191	55	1004	3458	2595	1859	1063	1248	1066	1077
PH6	1098	1054	948	1052	245	1378	122	360	28	1074	128	918	3226	2519	1625	799	1249	1048	1048
PH7	937	1077	1082	1160	211	1199	112	373	185	1062	300	807	3449	2378	1678	763	1165	1212	1116
PH8	1027	1043	1072	1148	191	1253	134	295	157	952	468	859	3431	2495	1795	771	1156	1154	1169
LUM1	774	1386	1143	754	0	0	0	1068	1245	0	1664	41	3936	146	3831	921	1362	914	780
LUM2	198	299	179	88	0	0	0	194	337	0	233	6	758	28	736	170	300	192	102
LUM3	226	189	99	67	0	0	0	103	279	0	199	8	573	25	556	211	180	189	81
LUM4	208	161	42	45	0	0	0	168	201	0	87	5	451	12	444	182	169	83	22
Sap	2371	2517	2331	2576	716	3275	125	35	40	2433	32	2887	6988	7926	1869	0	1515	3563	4717
Sag	1147	1443	1274	1220	226	660	169	609	943	759	909	346	4738	934	4150	0	1236	1786	2062
Sn	3131	3225	3392	4078	985	5503	185	67	101	4186	193	3211	10615	11141	2685	0	4848	4987	4799
Cr	694	825	777	779	173	484	123	352	487	474	516	251	2824	644	2431	0	962	1073	1040
Psp	203	227	187	200	23	189	10	1	0	288	0	283	534	712	105	0	169	278	370
Cc	128	171	179	165	15	216	10	0	0	197	1	234	491	532	103	0	176	254	205
Tsp	298	354	315	237	68	68	55	199	227	125	257	20	1176	99	1097	0	399	448	357
Sj	298	275	246	242	54	102	72	157	122	238	235	24	1029	128	933	0	356	361	336

	D1	D2	D3	D4	CA1	CA2	CA3	CA4	PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7	PH8	LUM1	LUM2	LUM3	LUM4
D1	958																			
D2	0	11838																		
D3	0	0	2853																	
D4	0	0	0	6329																
CA1	2	6	0	0	6888															
CA2	275	6356	592	796	0	8868														
CA3	349	3511	749	2480	0	0	8893													
CA4	332	1965	712	3053	0	0	0	9161												
PH1	132	1391	259	771	859	1819	1144	1129	4151											
PH2	136	1470	247	779	781	1146	1129	1126	0	4182										
PH3	122	1568	246	753	898	1223	1098	1107	0	0	4318									
PH4	99	1340	227	722	951	1017	988	1051	0	0	0	4007								
PH5	107	1505	252	756	1063	1168	1054	1169	0	0	0	0	4454							
PH6	104	1500	226	818	799	1168	1071	1114	0	0	0	0	0	4144						
PH7	126	1528	285	883	764	1089	1200	1203	0	0	0	0	0	0	4256					
PH8	132	1536	301	847	773	1046	1209	1262	0	0	0	0	0	0	0	4290				
LUM1	130	1707	327	877	921	1166	1016	874	821	854	621	0	0	122	639	920	3977			
LUM2	21	373	47	148	170	236	219	139	0	20	208	151	0	174	211	0	0	764		
LUM3	2	225	33	109	211	154	100	116	0	0	31	317	60	165	0	0	0	0	581	
LUM4	4	177	25	66	182	146	88	40	0	0	0	98	303	55	0	0	0	0	0	456
Sap	323	2901	686	2514	3	1401	3522	4869	1173	1256	1218	1097	1327	1328	1187	1217	75	18	6	8
Sag	256	2085	526	1560	2	954	1829	2299	687	628	603	524	580	623	726	713	1751	348	239	123
Sn	317	5503	1117	3919	4	4014	4878	4930	1627	1737	1639	1651	1805	1814	1790	1763	245	64	26	26
Cr	168	1321	265	844	2	798	1112	1163	387	405	402	346	311	305	462	457	1003	162	102	88
Psp	23	171	16	122	1	188	247	389	112	121	71	105	101	93	112	102	0	0	1	0
Cc	20	198	20	112	2	169	255	209	124	68	88	77	52	44	70	120	1	0	0	0
Tsp	96	618	121	257	0	326	444	426	203	286	219	70	93	68	133	204	568	68	35	28
Sj	104	521	141	239	0	307	351	395	124	143	138	85	139	101	163	168	488	66	19	29

	Sap	Sag	Sm	Cr	Psp	Cc	Tsp	Sj
Sap	9795							
Sag	25	5084						
Sm	6542	697	13826					
Cr	203	1360	121	3075				
Psp	122	6	190	73	817			
Cc	122	2	239	17	92	635		
Tsp	77	276	18	310	1	0	1196	
Sj	35	272	24	260	0	0	272	1053

AN1 1969-74; AN2 1975-78; AN3 1979-81; AN3 1982-87

MO1 janvier-février; MO2 mars-avril; MO3 mai-juin; MO4 juillet-août; MO5 sept.-oct.; MO6 nov.-déc.

BAT1 <19m; BAT2 19-20m; BAT3 20-21m; BAT4 21-24m; BAT5 >24m

MET1 vent force 0 ou 1; MET2 force 2 ou 3; MET3 force 4 ou plus

F1durée effort de pêche <6.5h; F2 6.5 à 5.5h; F3 8.5 à 10.5; F4 > 10.5h

H1 tranche horaire 6h-10h; H2 10h-16h; H3 16h-19h; H4 19h-24h; H5 0h-6h; H6 6h-19h; H7 19h-6h

ZO1 zone septentrionale; ZO2 zone méridionale

PR1 profondeur < 25m; PRO2 profondeur > 25m

PD1 prise totale nulle; PD2 0.1-7t; PD3 7-19t; PD4 >19t

D1 destination usine; D2 mareyeurs; D3 congélation; D4 mixte

CA1 prise moyenne par lancer nulle; CA2 0.1-3.8t; CA3 3.8-11.5; CA4 >11.5

PH1 1er quartier de lune montante; PH2 2ème quartier; PH3 2ème quartier; PH4 pleine lune; PH5, PH6 et

PH7 lune descendante; PH8 nouvelle lune

LUM1 indice d'éclairement lunaire 0-25; LUM2 25-55; LUM3 55-82; LUM4 >82

Sap *Sardinella. aurita* < 25cm; Sag *S. aurita* > 25cm; Sm *S. maderensis*; Cr *Caranx rhonchus*; Psp *Pomadasys spp.*; Cc *Chloroscombrus chrysurus*; Tsp *Trachurus spp.*; Sj *Scomber japonicus*

La problématique de l'évaluation des ressources halieutiques disponibles à la pêche artisanale: nécessité d'une approche intégrée.

A. Fonteneau et D. Gascuel.

RÉSUMÉ :

Cette note discute d'un point de vue général le problème de l'évaluation des ressources exploitées au Sénégal par les pêcheries artisanales et industrielles. La nécessité de mener ces analyses, à une échelle régionale et simultanément selon les approches globales et analytiques, se dégage clairement. En effet l'accroissement continu de l'effort de pêche dans la région et la baisse parfois forte des rendements, indiquent que certains stocks majeurs pourraient déjà être surexploités. Ceci oblige les scientifiques à bien évaluer au plus vite l'état de ces ressources. Cette analyse devra utiliser les indices d'abondance des ressources calculés à partir des flottilles industrielles et ceux obtenus par les navires de recherche. Les résultats de l'analyse des fréquences de taille revêt un intérêt particulier, car elle permettra de mesurer les efforts effectifs des diverses pêcheries et d'évaluer les interactions entre pêcheries industrielles et artisanales. Les recherches sur les interactions biologiques peuvent plus difficilement être envisagées, du fait des complexes données qu'elles requièrent, bien qu'elles puissent être très utiles pour l'aménagement des ressources.

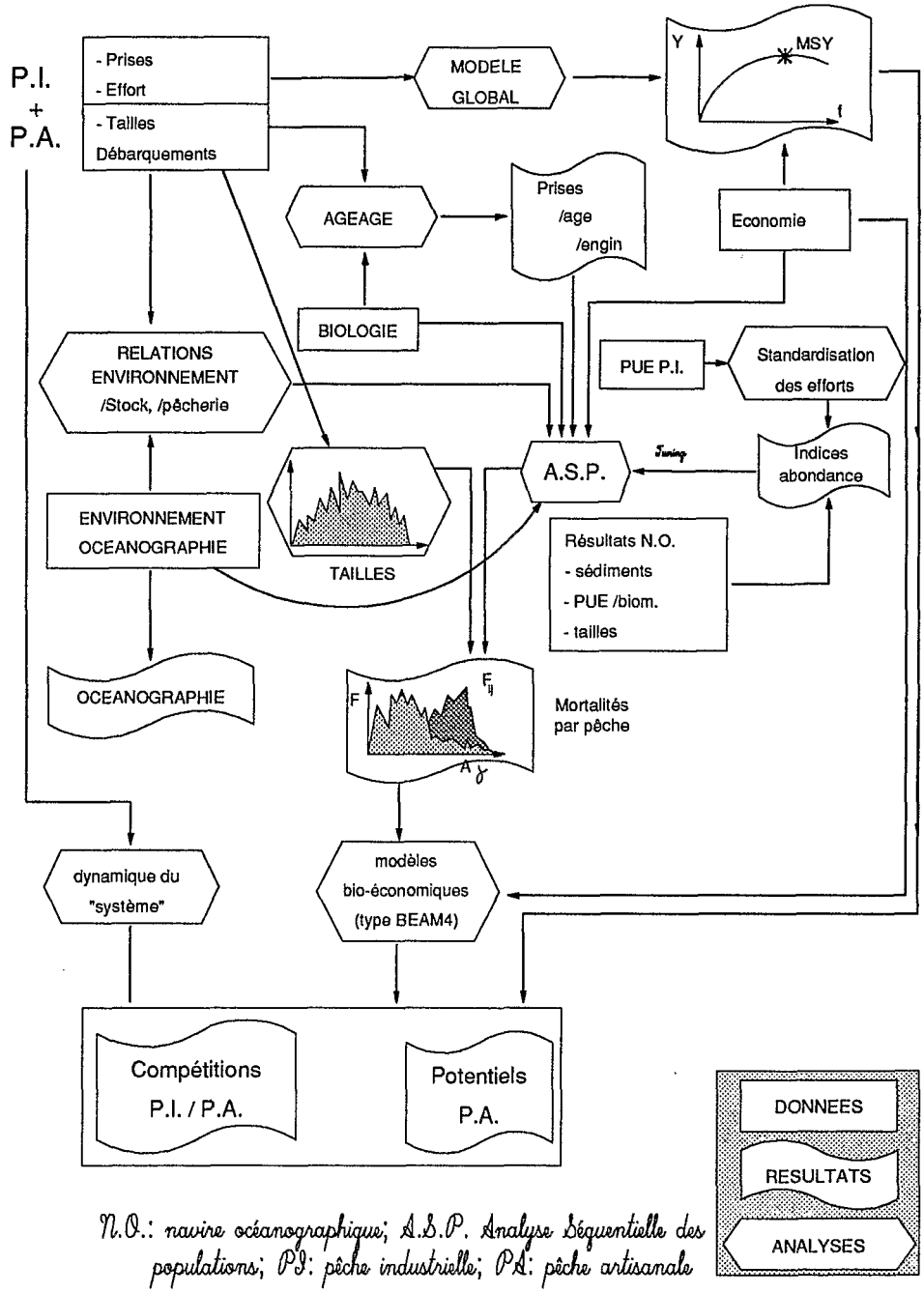
ABSTRACT :

This paper makes an overall review of the stock assessment problems in Senegal, a country where both artisanal and industrial fisheries are active. It appears clearly that both the global and analytical approaches should be developed in conjunction and at a regional scale. There is some evidence from the continuous increase of the fishing efforts and from the significant decreases of some cpue, that some major stocks could already be overexploited. The scientists should then conduct immediately and carefully this stock assessment analysis. The indices used to estimate the trends of stock abundances can be obtained from cpue data of the industrial fishing fleets and from the research vessels cruises. The results expected from the age structured analysis should be of major interest, as this method can allow to estimate the trends of effective fishing efforts for all fleets, and the potential interactions between industrial and artisanal fleets. The biological interactions between species would also be interesting to take into account for stock management purposes, but those researches would need more complex data which are not presently available.

INTRODUCTION

Les recherches conduites depuis plus de vingt ans au CRODT ont été réalisées selon une approche multidisciplinaire et dans le but principal de gérer rationnellement l'abondant capital halieutique disponible dans la zone économique exclusive du Sénégal. La plupart des recherches du CRODT ont toutefois été menées indépendamment, pêcherie par pêcherie (Artisanale et industrielle). Peu de recherches ont été menées dans le but d'estimer l'importance des ressources, en particulier de celles disponibles à la pêche artisanale, ni d'analyser les éventuelles compétitions entre pêches industrielle et artisanale. Ce facteur "ressources" a pendant longtemps pu être considéré au Sénégal comme secondaire, du fait que la plupart des stocks étaient encore très probablement sous exploités. Cette situation n'est vraisemblablement plus celle observée actuellement: l'accroissement considérable des efforts de pêche -tant artisanal qu'industriel- et la baisse marquée de certains rendements laissent penser que diverses espèces importantes pourraient être actuellement en voie de surexploitation ou même déjà surexploitées. Dans cette situation, l'accroissement de l'effort de

Figure 1: Diagramme conceptuel méthodologique de la préparation et des analyses de données proposé au symposium.



N.O.: navire océanographique; A.S.P. Analyse Séquentielle des populations; PI: pêche industrielle; PA: pêche artisanale

pêche se traduit pour certaines espèces par une stagnation ou parfois une baisse des captures, ainsi souvent que par une baisse marquée des tailles moyennes capturées. La trop faible biomasse reproductrice risque parfois, dans des cas extrêmes de sur-exploitation, de ne plus permettre le renouvellement du stock, par suite de l'effondrement du recrutement (nombre de juvéniles).

Evaluer correctement le taux d'exploitation actuel des principaux stocks et leurs potentiels doit donc devenir un objectif prioritaire de la recherche halieutique au CRODT, ceci afin que le Sénégal puisse tirer le meilleur profit économique des richesses halieutiques présentes dans sa zone économique exclusive, tout en préservant ce capital pour les générations futures.

Pour atteindre cet objectif, il est nécessaire que toutes les données disponibles sur les pêcheries et les ressources de la région soient prises en compte (pêcheries artisanales et industrielles). L'organigramme d'une telle analyse intégrée est schématisé à la figure 1, mais celle-ci n'a jamais été développée par les chercheurs du CRODT ; elle est assurément complexe à mener et mérite une certaine réflexion. C'est l'objet de la présente note.

L'APPROCHE GLOBALE

Elle apparaît délicate à mener pour les pêcheries artisanales et elle n'a été de ce fait que peu utilisée. Les difficultés d'emploi de cette méthode résultent principalement de la grande difficulté d'estimer des indices d'abondance fiables à partir des statistiques de la pêche artisanale. Il demeure toutefois d'intéressantes possibilités d'emploi de ce modèle global, sous réserve de pouvoir estimer correctement les efforts de pêche effectifs (i.e. proportionnels à la mortalité par pêche totale exercée). Ces efforts effectifs peuvent être estimés à partir d'une estimation d'abondance des stocks étudiés et des prises totales annuelles. Cela reste vrai, quelque soient les incertitudes sur les changements de stratégies de pêche de la pêche artisanale (bien connus...), et ceci même si la pêche artisanale est majoritaire dans les captures réalisées sur le stock étudié.

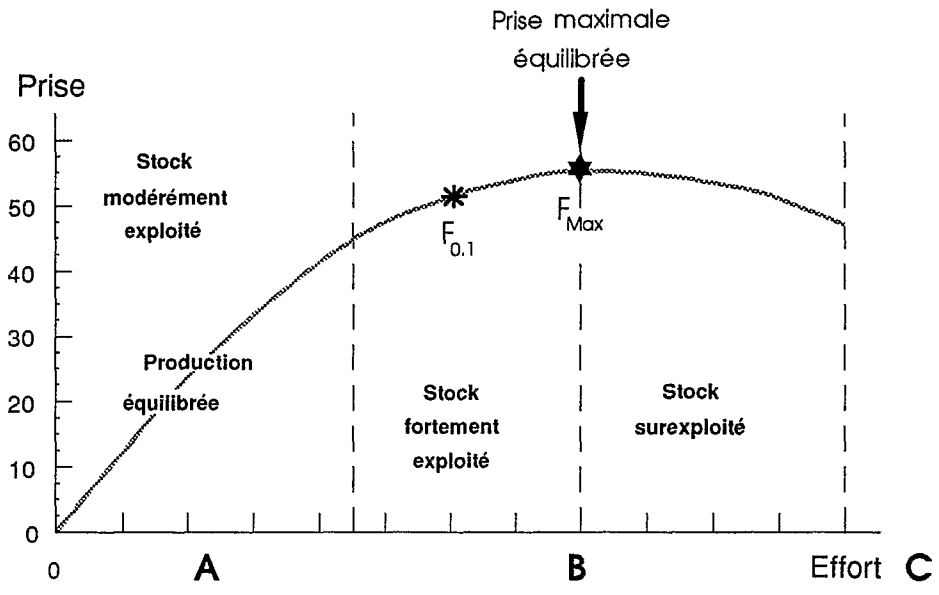
Le problème d'estimer des indices d'abondance des stocks peut être abordé de différentes façons, par exemple :

(1) A partir des résultats des campagnes de chalutages ou écho intégration des navires de recherche (L. Amaro, L. Sauger, N'Diago et autres) ayant opéré dans la région.

(2) A partir d'indices de rendements standardisés de la pêche industrielle. Diverses méthodes statistiques de complexité variable permettent de calculer de tels indices, l'une des plus classiques étant le modèle linéaire généralisé.

Au stade actuel où il existe de grandes incertitudes sur l'état des ressources et sur les potentiels de captures, l'usage du modèle global pourrait très probablement aider à déterminer utilement dans quelles catégories classer les ressources majeures, par exemple selon l'un des trois groupes ci après (figure 2):

Figure 2: Relation Prise-effort de pêche dans le modèle global et classification de l'état des stocks en 3 catégories selon le niveau d'effort.



(A) Stock sous exploité ou modérément exploité : bon potentiel d'accroissement des prises si l'effort est accru.

(B) Stock pleinement exploité (par exemple dans la gamme $F_{0.1}$-F_{max}, paramètres définissant une pleine exploitation): il n'existe alors aucun potentiel significatif d'accroissement équilibré des prises

(C) Stock surexploité : l'effort de pêche est supérieur à F_{max}: il y a un danger potentiel pour le stock et il est souhaitable sur le plan biologique de réduire l'effort de pêche (Cette situation est aussi le plus souvent économiquement peu intéressante).

Un tel résultat, même grossier, serait très appréciable pour les autorités de tutelle de la pêche au Sénégal s'il était disponible pour les principales ressources.

L'APPROCHE ANALYTIQUE

Elle consiste à une analyse des structures de tailles et/ou d'âge de la population sous jacente (obtenue par les navires de recherches) et/ou de celle des débarquements par les flottilles commerciales (Analyses séquentielles des populations).

L'intérêt et le potentiel de ces méthodes sont indiscutablement considérables. Cette stratégie d'analyses est développée mondialement par de nombreux experts, sur la plupart des stocks qui sont bien suivi scientifiquement et gérés en routine.

De multiples méthodes analytiques ont ainsi été développées durant les dernières décennies et cette stratégie d'analyse de l'état des stocks est actuellement une obligation incontournable pour tout laboratoire de recherche "moderne" qui vise à évaluer l'état des ressources halieutiques. Ces méthodes devraient donc être développées au Sénégal.

Les nombreuses données de tailles récoltées par le CRODT sur les flottilles commerciales et sur les navires de recherche permettent de mener de telles analyses, d'autant plus que l'accroissement considérable des prises laisse penser que la structure démographique des stocks et des débarquements ont réagi à ce fort accroissement de la mortalité par pêche.

Compte tenu des difficultés que présente la quantification fiable de l'effort de pêche, les analyses démographiques doivent préférablement être calibrées par des indices "externes", par exemple les données provenant des navires de recherche ou des indices d'abondance standardisés.

Si l'énorme intérêt potentiel de ces méthodes analytiques ne fait aucun doute, la méthodologie d'analyse à employer mérite discussion: en effet, il existe dans les études de la région différentes limitations dont il faudra tenir compte, par exemple :

(1) une médiocre connaissance de l'âge exact des captures (pas de lectures d'ages systématiques);

(2) certaines pêcheries mal ou pas échantillonnées;

(3) mortalités naturelles mal connues;

(4) longévité des espèces tropicales parfois réduite, ce qui rend plus difficile les convergences des analyses et réduit donc leur fiabilité;

(5) des changements potentiels majeurs dans les profils de mortalité par pêche selon l'age (ou "fishing patterns") de la pêche artisanale, qui complique les hypothèses pour l'ajustement des analyses séquentielles des populations;

(6) une forte variabilité de l'environnement et des migrations importantes, entraînant des biomasses cryptiques et accessibles variables;

Cette liste n'est pas exhaustive des problèmes qui seront rencontrés.

Nonobstant ces difficultés à garder à l'esprit, il est clair que les méthodes d'analyse les plus adéquates devront être recherchées puis testées sur les principales espèces.

Comme pour le modèle global, les objectifs prioritaires actuels pourraient dans un premier temps rester modestes, par exemple:

1. Estimer le niveau d'exploitation des principaux stocks et les potentiels de prises accrues, en particulier pour la pêche artisanale.
2. Révéler les stocks qui semblent déjà en voie de surexploitation
3. Fournir les résultats de base aux futures analyses des interactions entre pêche industrielle et pêche artisanale.

La cohérence entre les résultats des analyses globale et structurelle devra bien entendu être toujours recherchée.

LA VARIABILITÉ DE L'ENVIRONNEMENT

L'environnement est partout de le monde une source importante de variabilité "naturelle" des ressources halieutiques. Malgré cette importance, la théorie des pêches classique a très longtemps négligé le rôle de l'environnement sur les ressources, essentiellement afin de simplifier les évaluations.

Cette variabilité de l'environnement est particulièrement importante dans la zone Sénégal, tant celle saisonnière (alternance d'eaux froides issues de l'upwelling et d'eaux équatoriales), que celle inter annuelle (anomalies de type El nino Atlantique). Cette variabilité "extrême" a des effets importants à divers niveaux:

(1) Productivité variable de la zone selon l'intensité de l'upwelling, principale source de l'enrichissement de la zone.

(2) Grande mobilité nord-sud des ressources, à l'échelle de la région, et probable variabilité inter annuelle de leurs déplacements et donc de la capturabilité des stocks.

(3) Probable variabilité du recrutement résultante de cette forte variabilité du milieu.

La variabilité de l'environnement doit donc impérativement être prise en compte au Sénégal dans les analyses de l'état des stocks. Cette intégration de la variabilité de l'environnement à l'évaluation des ressources, si elles ne pose pas de problèmes conceptuels majeurs, pose toutefois divers problèmes méthodologiques qui demanderont des recherches approfondies, tant pour le modèle global où des résultats intéressants ont déjà été obtenus, que pour le modèle analytique.

LES PARAMÈTRES HUMAINS ET SOCIO ÉCONOMIQUES

L'évaluation des ressources n'a pas en théorie, à prendre en compte pour ses analyses les facteurs "humains".

Par exemple, si l'analyse est bien conduite sur des données correctes, les taux d'exploitation par age des stocks et les populations sous jacentes par age peuvent être calculés aisément et sans prendre en compte les facteurs humains des pêcheries qui ont provoqué ces modifications. Ainsi un changement de stratégie de pêche doit pouvoir être détecté et se mesurer *a posteriori* sans nécessairement en comprendre les causes.

Cette méthode d'analyse "aveugle" a des limites vite atteintes. Il est rapidement indispensable de comprendre les phénomènes et changements dans les pêcheries et les stocks que l'on tente de mesurer. Ceci devient en particulier indispensable pour réaliser toute projection sur le devenir potentiel des stocks et des pêcheries.

Dans cet esprit, la prise en compte dans une approche "système" des différentes composantes du système pêche et de leurs interactions est vite indispensable, pour gérer la ressource, mais aussi pour comprendre la dynamique des pêcheries. Plus fondamentalement, la gestion des pêcheries ne peut se résumer à la gestion des stocks qu'à la condition expresse que la dynamique du stock soit l'élément déterminant de la dynamique des pêcheries. A l'inverse, lorsque d'autres facteurs interviennent (par exemple socio économiques), comme c'est très certainement le cas au Sénégal, la gestion des stocks n'est alors qu'un des éléments dans la gestion des pêcheries. Lorsque l'exploitation est intense et que la surexploitation des stocks se généralise, la gestion de la ressource et sa conservation constituent alors un élément de base incontournable dans la dynamique du système pêche. Cette nécessité de bien gérer les ressources halieutiques s'imposera probablement dans la sous région (au moins pour divers stocks de forte valeur marchande) avant la fin de la décennie.

STOCKS PLURISPÉCIFIQUES ET INTERACTIONS BIOLOGIQUES

Tous les stocks exploités dans la région appartiennent à des communautés ayant une forte diversité spécifique. Celle-ci apparaît par exemple bien à la figure 3 où les captures pondérales par espèce de la pêche artisanale ont été classées par ordre décroissant.

Ces prises, originaires essentiellement des biotopes côtiers, montrent bien la mosaïque d'espèces capturées.

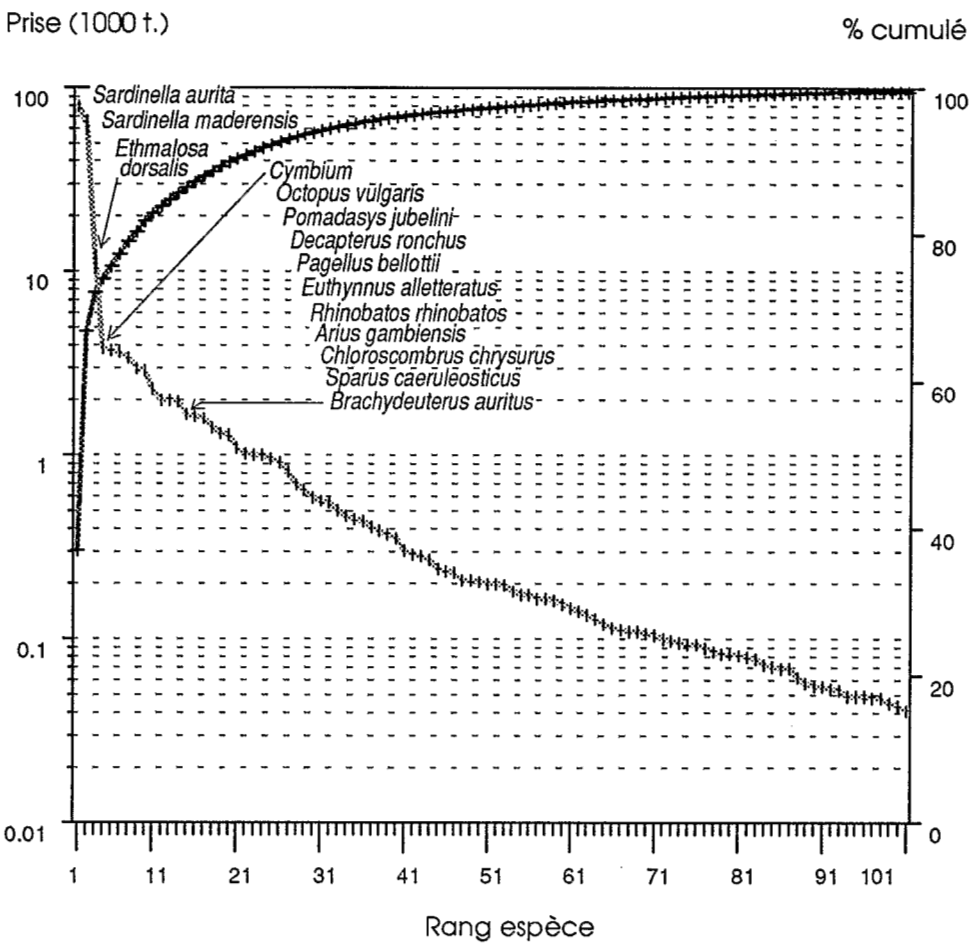
La grande diversité spécifique de ces captures traduit la multiplicité des stocks exploités ; les taux d'exploitation et les potentiels de chacun d'eux étant très probablement très différents et les pêcheries susceptibles de changer en permanence d'espèces cibles afin d'optimiser leur rentabilité économique (Laloé et Samba 1989).

De ce point de vue, l'approche pluri spécifique prenant en compte les interactions technologiques entre les espèces ne pose pas de problèmes méthodologiques particuliers si l'approche monospécifique de chaque espèce est bien maîtrisée. Dans tous les cas, le diagnostic peut être établi stock par stock. Les recommandations en matière de gestion devront alors s'appuyer sur de prévisions plurispécifiques, estimées en additionnant les prévisions réalisées indépendamment pour les principales espèces exploitées.

Par contre l'analyse des interactions biologiques entre ces différentes espèces constitue un domaine d'études très complexes, très peu abordées dans le monde et pas encore abordées dans la région. Ces interactions sont en général variables selon les niveaux d'abondance des espèces (donc selon leur taux d'exploitation) et selon l'environnement. Les données disponibles permettent toutefois d'aborder l'étude de certaines de ces interactions biologiques, en particulier dans certains cas particulièrement nets dans la région, par exemple celui de la surexploitation des sparidés et du développement des poulpes.

Figure 3: Diversité spécifique des débarquements de la pêche artisanale en 1990: débarquements des 100 espèces les plus importantes classées par captures décroissantes, avec pourcentage cumulé des prises en poids.

Les noms des 14 espèces les plus importantes pondéralement sont données à titre indicatif.



CONCLUSION

L'amélioration des connaissances sur l'état des stocks halieutiques et de leurs potentiels constitue sans doute actuellement un objectif prioritaire de la recherche au CRODT.

Les données existantes permettent probablement d'obtenir un certain nombre de résultats, en combinant les approches globale et analytique et en utilisant d'une manière "intégrée" l'ensemble des données disponibles.

Toutes ces analyses devront bien entendu être menées à l'échelle régionale qui est celle de la plupart des stocks exploités au Sénégal.

Ces analyses seront complexes ; la méthodologie optimale d'analyse des données nécessitera une expertise de haut niveau dans un domaine mathématiquement et informatiquement complexe, qui est traditionnellement réservée aux grands laboratoires des pays industrialisés.

De plus la spécificité et la complexité de la situation régionale exigera probablement d'adapter les méthodologies standards. L'importance du problème et la très bonne probabilité d'obtenir des résultats positifs doivent conduire les chercheurs du CRODT à développer une coopération internationale très accrue avec les chercheurs spécialisés dans ces méthodes d'analyses.

Le symposium de Dakar doit être la première étape de cette coopération internationale accrue. Les grandes bases de données et les moyens calculs extrêmement puissants qui sont disponibles au CRODT doivent rapidement permettre d'obtenir dans ce domaine des résultats très positifs.

RÉFÉRENCES

- **BEVERTON (R.J.H.) and HOLT (S.J.), 1957.**- On the dynamics of exploited fish populations. *Min. Agr. Fish. and Food (U.K.). Fish. Investig. Ser. 2, vol. 19, 533 p.*
- **CURY (Ph.), 1989.**- Approches modélisatrices des relations à court, moyen et long termes entre la dynamique des stocks de poissons pélagiques côtiers et les fluctuations climatiques. *Thèse doctorat. Université Paris 7 - 258 p.*
- **GULLAND (J.A.) ed., 1977.**- Fish population dynamics. *Wiley and sons. London. M.Y. Sydney Toronto. 372 p.*
- **GULLAND (J.A.), 1964.**- Catch per unit effect as a measure of abundance. *I.C.E.S. Rapports et procès verbaux. Vol. 155, 1963. Symposium on the managment of fish stocks. pp. 8-14.*
- **LALOE (F.) et SAMBA (A.), 1989.**- La pêche artisanale au Sénégal: ressource et stratégies de pêche. *Thèse Doct. Univ. Paris XI.*
- **MURPHY (G.I.), 1965.**- A solution of the catch equation. *J. Fish. Res. Bd. Canada. 22 (1) pp. 191-202.*
- **RICKER (W.E.), 1975.**- Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Board. Can. 191 : 382 p.*
- **SCHAEFFER (M.B.), 1957.**- A study of the dynamics of the fishery for yellowfin tuna in the eastern tropical *Pacific Ocean. Inter-Amer. Trop. Tuna Com., Bull. Vol. 2, n° 6, pp. 245-268.*

Essai d'application d'un modèle global à l'ensemble des espèces démersales côtières du Sénégal

A. Caverivière et M. Thiam.

RÉSUMÉ :

L'application d'un modèle global visant l'appréciation de l'état d'exploitation de l'ensemble des ressources démersales côtières du Sénégal est tentée.

Les données utilisées couvrent la période 1977-1991.

Les prises débarquées proviennent des flottilles artisanales (pirogues), semi-industrielles (cordiers) et industrielles (chalutiers); elles ont été corrigées en prises théoriques pour les congélateurs afin de tenir compte des rejets effectués.

Les efforts nominaux ont été corrigés puis standardisés en référence à un chalutier glacier de 150 TJB afin d'approcher l'effort de pêche effectif.

Le caractère multispécifique et multi-engin de la pêcherie et la diversité des stratégies et tactiques de pêche rendent discutable l'utilisation d'un modèle global.

Les résultats de l'application d'un modèle de production généralisé, avec approximation d'équilibre, indiqueraient cependant un état de surexploitation globale des stocks démersaux côtiers.

Ils corroboreraient ainsi la situation décrite, à partir d'autres analyses, de la plupart des stocks démersaux concernés.

ABSTRACT :

The use of a production model is tested in order to appreciate the exploitation level of senegalese coastal demersal resources as a whole.

Fishery data used cover the 1977-1991 period.

Catch data are collected from artisanal canoes, semi-industrial handliners and industrial trawlers; they have been corrected in theoretical catches for freezing trawlers in order to take into account discards.

Nominal fishing effort have been corrected to approach effective fishing effort and then standardised in reference to a 150 GRT icing trawler.

The multispecific and multigear character of the fishery , and the diversity of fishing strategies and tactics make questionable the use of global model.

The results obtained from a generalised stock production model, using equilibrium approximation, should indicate however a global overexploitation of senegalese coastal demersal resources. They should corroborate the situation described by other analysis for major concerned species.

INTRODUCTION

Les flottilles artisanales et chalutières au Sénégal capturent de très nombreuses espèces démersales à partir de plusieurs engins de pêche (chalut, ligne à main, palangre, casiers, filets maillants,...) et il est difficile de déterminer l'effort de pêche portant sur une espèce du fait qu'au cours d'une même sortie (ou marée) l'espèce ou le groupe d'espèces - cibles peut changer.

Une analyse plurispécifique à l'aide d'un modèle global peut donc être intéressante à mener sur l'ensemble des espèces démersales capturées sur le plateau continental sénégalais, bien que l'exploitation porte sur des communautés aussi différentes que les crustacés (crevettes surtout), les céphalopodes (seiche, poulpe) et les poissons (soles, rouget, mérous, sparidés, etc). Pour certains auteurs, l'utilisation d'un modèle global dans un tel contexte est sujette à caution. Par contre, pour d'autres, l'ajustement d'un modèle de production aux données relatives à un ensemble d'espèces donne de meilleurs résultats qu'une application monospécifique du fait de biais moindres dans la détermination des efforts et des rendements. L'on notera

que les faibles déplacements et la relative constance du recrutement des espèces démersales en zone tropicale sont des facteurs favorables à l'utilisation des modèles globaux.

Le but de cette étude est d'analyser de manière générale l'évolution à partir des prises et des rendements de la pêcherie des chalutiers basés à Dakar, en prenant en compte les prises de tous les engins (artisanaux et industriels).

LES DONNÉES

Les prises débarquées

Les débarquements sont récapitulés par grands types de pêche, de 1971 à 1991, au tableau 1. Les prises réalisées par les chalutiers de pêche profonde, qui ciblent les crevettes roses et les merlus au delà de 200 m, ne sont pas comprises.

ANNEES	CHALUTIERS			PECHE ARTISANALE	TOTAL
	DAKAROIS	AFFRETES + PELAGIQUES	ETRANGERS		
1971	4 575			6 151	10 726
1972	7 948			7 600	15 548
1973	11 824			7 419	19 243
1974	15 344			8 748	24 092
1975	15 778		5 000	11 165	31 943
1976	19 936		5 000	10 692	35 628
1977	32 500			12 910	45 410
1978	35 033			12 990	48 023
1979	39 974		1 348	13 444	54 766
1980	43 027		3 431	14 036	60 494
1981	49 040		3 197	22 426	74 663
1982	46 056	10 651(1)	5 182	23 726	85 615
1983	47 206	12 651(1)	2 876	24 476	86 589
1984	48 959	5 007	7 885	37 255	99 106
1985	52 416	2 571	4 150	38 245	97 382
1986	57 983		5 900	40 900	104 781
1987	50 992		6 370	34 208	91 570
1988	40 870		8 730	34 180	83 780
1989	42 826		14 493	35 435	92 754
1990	46 383		14 516	42 460	103 369
1991	49 475		13 894	44 432	107 801

(1) 10 000 et 8 500 tonnes pour les chalutiers affrétés en 1982 et 1983 (estimations).

Tableau 1 : Evolution annuelle des débarquements en espèces démersales de la pêche chalutière (tonnes), ventilés par type de navires, et de la pêche artisanale, avec le total général.

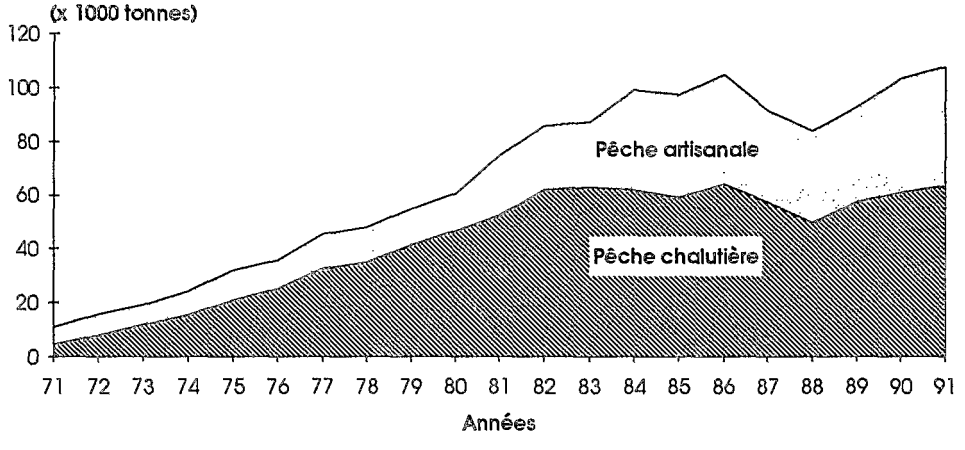
Les prises des chalutiers dakarois incluent les captures effectuées sur le plateau continental gambien et sur les fonds à crevette du nord de la Guinée-Bissau. En effet, ces unités de pêche exploitent ces fonds sans qu'aucune ventilation des prises par pays ne soit possible; toutefois, il est à noter que ces prises sont globalement faibles comparativement à la capture "toutes espèces" réalisée sur le plateau continental sénégalais.

Les prises des chalutiers pélagiques correspondent aux prises totales de ces navires auxquelles l'on a enlevé les captures des espèces de la famille des Carangidés.

Les prises de la pêche artisanale correspondent aux prises des espèces considérées comme démersales dans les "Statistiques de la pêche maritimes sénégalaises" publiées annuellement par le CRODT ; il s'y ajoute les prises des cordiers (unités semi-industrielles pêchant à la palangre), toujours inférieures à 1 000 tonnes et dont la majeure partie est d'ailleurs effectuée hors du Sénégal.

L'évolution des prises démersales débarquées par la pêche chalutière et la pêche artisanale est représentée sur la figure 1. Les débarquements sont dominés par ceux de la pêche industrielle, mais la part de la pêche artisanale est en augmentation à partir de 1981. Les mises à terre des chalutiers se stabilisent à partir de 1982 et montrent une légère décroissance à partir de 1987; cette décroissance est également sensible en pêche artisanale.

Figure 1 : Evolution annuelle des débarquements des espèces démersales du plateau continental sénégalais selon les deux grands types de pêche.



Les efforts et les rendements

Les efforts nominaux sont relativement bien connus pour les chalutiers dakarois qui réalisent la majorité des débarquements. Ces efforts, exprimés en temps de mer par marée, peuvent être corrigés pour approcher l'effort effectif, d'une part en

supprimant un temps de route moyen suivant la zone de pêche indiquée, d'autre part en effectuant une pondération suivant le tonnage de jauge brute (TJB) des navires. Ce point est d'autant plus important que le TJB moyen, qui est en relation avec la puissance de pêche, a augmenté dans le temps ; il est passé de 81 tonneaux en 1971-1972 à 100-130 tonneaux entre 1974 et 1984, et est supérieur à 150 tonneaux depuis 1986.

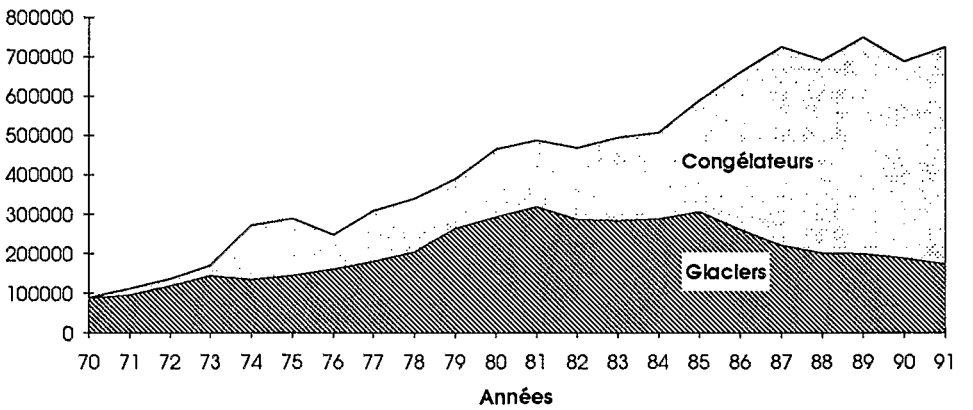
Cette pondération est effectuée en utilisant une relation calculée en Côte d'Ivoire pour des chalutiers similaires à ceux du Sénégal et exploitant les mêmes communautés démersales; cette relation, entre le TJB et la puissance de pêche (FP) s'écrit:

$$FP = 3{,}726\ 10^{-3}\ TJB + 0{,}451 \qquad n = 25 \qquad r = 0{,}98$$

Cette relation équivaut à standardiser les efforts en "temps sur les lieux de pêche" en référence à un chalutier jaugeant 150 tonneaux.

Les valeurs de l'effort standardisé pour les chalutiers dakarois sont indiquées au tableau 2 et représentées sur la figure 2, elles ont été séparées entre chalutiers glaciers et chalutiers congélateurs. L'effort des glaciers dakarois croît jusqu'en 1981, puis marque un palier et diminue ensuite quelque peu. L'effort standardisé des congélateurs dépasse le 100 000 heures en 1974, 500 000 heures en 1989 où il représente alors 73 % de l'effort des chalutiers dakarois, il diminue de 51 000 heures en 1990 avant de remonter au même niveau en 1991. Au total, l'effort des chalutiers dakarois, après une croissance rapide, oscille autour de 700 000 heures depuis 1987. Les rendements (en kg par heure sur les lieux de pêche) pour les chalutiers glaciers et congélateurs dakarois sont indiqués sur le même tableau 2 et représentés sur la figure 3.

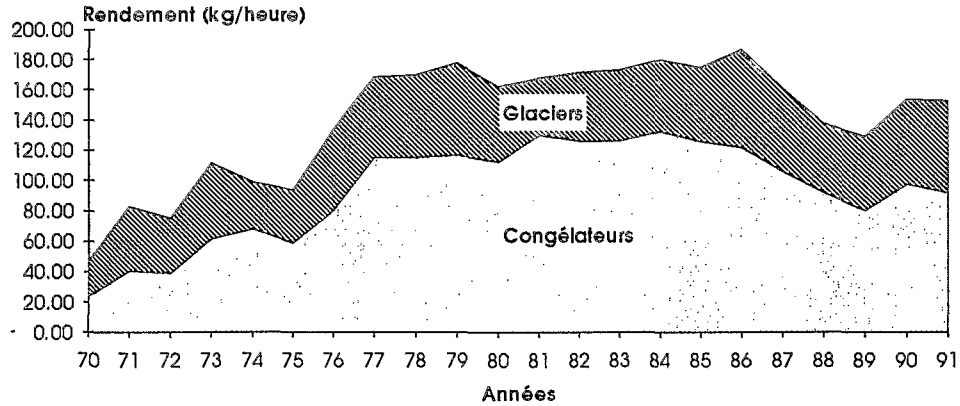
Figure 2 : Evolution annuelle des temps totaux sur les lieux de pêche (standardisés en heures d'un chalutier de 150 TJB) sur le plateau continental sénégalais pour la flottille basée à Dakar (chalutiers glaciers et congélateurs).



ANNEES	TEMPS GLACIERS	TEMPS CONGELAT.	% TEMPS CONGELAT.	RENDEMENT GLACIERS	RENDEMENT CONGELAT.	RENDEMENT GLA/CON
1970	87 813	1 238	1.4	24.08	23.07	1.04
1971	95 733	16 223	14.5	40.57	42.05	0.96
1972	118 830	17 357	12.7	39.12	35.98	1.09
1973	143 527	25 511	15.1	61.44	50.14	1.23
1974	134 747	137 263	50.5	67.99	30.63	2.22
1975	143 980	145 425	50.2	59.22	34.38	1.72
1976	159 938	87 256	35.3	80.13	53.67	1.49
1977	179 395	129 293	41.9	115.15	53.51	2.15
1978	203 968	134 761	39.8	115.14	54.77	2.10
1979	263 049	126 544	32.5	117.13	60.85	1.92
1980	292 794	172 093	37.0	112.54	49.56	2.27
1981	318 603	168 744	34.6	130.02	37.79	3.44
1982	285 539	182 986	39.1	126.19	45.26	2.79
1983	283 216	210 538	42.6	126.55	46.72	2.71
1984	286 775	218 975	43.3	132.54	47.51	2.79
1985	305 683	282 448	48.0	125.93	49.20	2.56
1986	260 692	398 416	60.4	121.96	64.66	1.89
1987	220 264	503 546	69.6	106.0	54.90	1.93
1988	200 356	490 596	71.0	92.09	45.68	2.02
1989	199 108	549 689	73.4	80.20	48.86	1.64
1990	188 298	498 594	72.6	97.7	56.1	1.74
1991	174 008	550 498	76.0	92.2	60.69	1.52

Tableau 2 : Temps standardisés (heures sur les lieux de pêche d'un chalutier de 150 TJB) et rendements (kg/h) pour les chalutiers glaciers et congélateurs basés à Dakar (plateau continental sénégalais).

Figure 3 : Evolution annuelle des rendements standardisés sur le plateau continental sénégalais pour les chalutiers glaciers et congélateurs basés à Dakar.



Les rendements des chalutiers glaciers augmentent rapidement dans les premiers temps et dépassent les 100 kg/h en 1977. Par la suite, ils sont assez stables et restent supérieurs à 120 kg/h de 1981 à 1986. Ils montrent une nette tendance à la diminution depuis 1986. Les rendements des congélateurs sont du même ordre que ceux des glaciers au début de la période, ils n'augmentent guère par la suite et sont relativement stables. Ils ne montrent pas la décroissance relevée pour les glaciers à partir de 1986.

D'après les connaissances antérieures sur la pêcherie, l'analyse grossière de ces évolutions est relativement simple. Après la croissance des rendements des chalutiers glaciers due à la diminution des rejets en mer et à la prolongation du temps de pêche durant la nuit, les mises à terre ont été stabilisées sur une longue période par une commercialisation accrue des espèces auparavant rejetées ou non recherchées. Cette stratégie de diversification des prises n'a pas été suffisante ces dernières années pour compenser la baisse réelle des rendements; dans ces conditions, la diminution observée des rendements reflète au moins en partie une baisse réelle de l'abondance.

Les chalutiers congélateurs, qui effectuent des rejets plus importants, semblent avoir conservé le niveau de leurs rendements grâce à la diminution des rejets.

APPLICATION DU MODÈLE GLOBAL

Les chalutiers congélateurs rejettent plus de poissons que les chalutiers glaciers et l'on peut admettre que ces individus rejetés sont déjà morts ou ne survivront pas. Si l'on considère qu'en moyenne un chalutier congélateur capture autant de poissons qu'un chalutier glacier de même tjb et de même stratégie de pêche, l'on peut calculer les prises théoriques des congélateurs dakarois (bien que cela soit discutable pour certaines unités):

$$\text{Prise théorique des congélateurs} = \text{Prises débarquées des congélateurs} \times \frac{\text{PUE glaciers}}{\text{PUE congélat.}}$$

ou encore

Prises théoriques congélateurs = efforts standardisés dakarois x PUE glaciers.

Les prises théoriques de l'ensemble des chalutiers dakarois, après correction des prises des congélateurs, sont portées au tableau 3 pour les années 1977 à 1991. Un effort théorique peut ensuite être estimé en divisant la prise théorique par le rendement des glaciers.

La période antérieure à 1981 n'a cependant pas été retenue pour l'application du modèle global, l'évolution observée des PUE traduisant non pas des variations réelles d'abondance mais davantage une diversification des captures des unités de pêche crevettière.

Des calculs similaires ont été faits pour les chalutiers étrangers, congélateurs dans leur grande majorité, en considérant qu'ils pêchent comme les chalutiers dakarois.

Nous avons inclus dans cette rubrique les chalutiers affrétés qui sont des congélateurs et les chalutiers pélagiques qui sont des glaciers (tableau. 3).

ANNEES	DAKAROIS		ETRANGERS		PECHE ARTISANALE		TOTAL	
	PRISE THEORIQUE	EFFORT THEORIQUE	PRISE THEORIQUE	EFFORT THEORIQUE	PRISE THEORIQUE	EFFORT THEORIQUE	PRISE THEORIQUE	EFFORT THEORIQUE
1977	41.9	364			12.9	112	54.8	476
1978	44.3	385			13.0	113	57.3	498
1979	47.3	404	2.6	22	13.4	115	63.3	541
1980	54.2	482	7.8	69	14.0	125	76.0	676
1981	65.0	500	11.0	85	22.4	172	98.4	757
1982	61.5	487	43.0	341	23.7	188	128.2	1 016
1983	64.5	510	34.4	271	24.5	193	123.4	974
1984	67.9	512	27.0	204	37.3	281	132.2	997
1985	74.1	589	13.2	105	38.2	304	125.5	998
1986	81.0	664	11.2	91	40.9	335	133.1	1 090
1987	76.7	724	12.3	116	34.2	323	123.2	1 163
1988	63.6	691	17.6	192	34.2	371	115.4	1 254
1989	50.8	634	23.8	296	35.4	442	110.0	1 372
1990	67.1	687	22.9	253	42.5	461	132.5	1 401
1991	66.8	725	19.7	213	44.4	482	130.9	1 420

Tableau 3 : Prises théoriques (10^3 tonnes) et efforts théoriques standardisés (10^3 heures) pour l'ensemble des espèces démersales. Chalutiers dakarois et étrangers, pêche artisanale, total général.

Un effort théorique a également été estimé pour la flottille piroguière à partir des prises artisanales débarquées et des PUE des chalutiers glaciers. Cette approche, qui ne prend pas en compte les différences éventuelles des prises des deux pêcheries (structures de tailles, compositions spécifiques, etc) reste fort discutable; mais son utilisation va cependant dans le sens d'une baisse récente des rendements des espèces-cibles traditionnelles de la pêche piroguière démersale.

RÉSULTATS

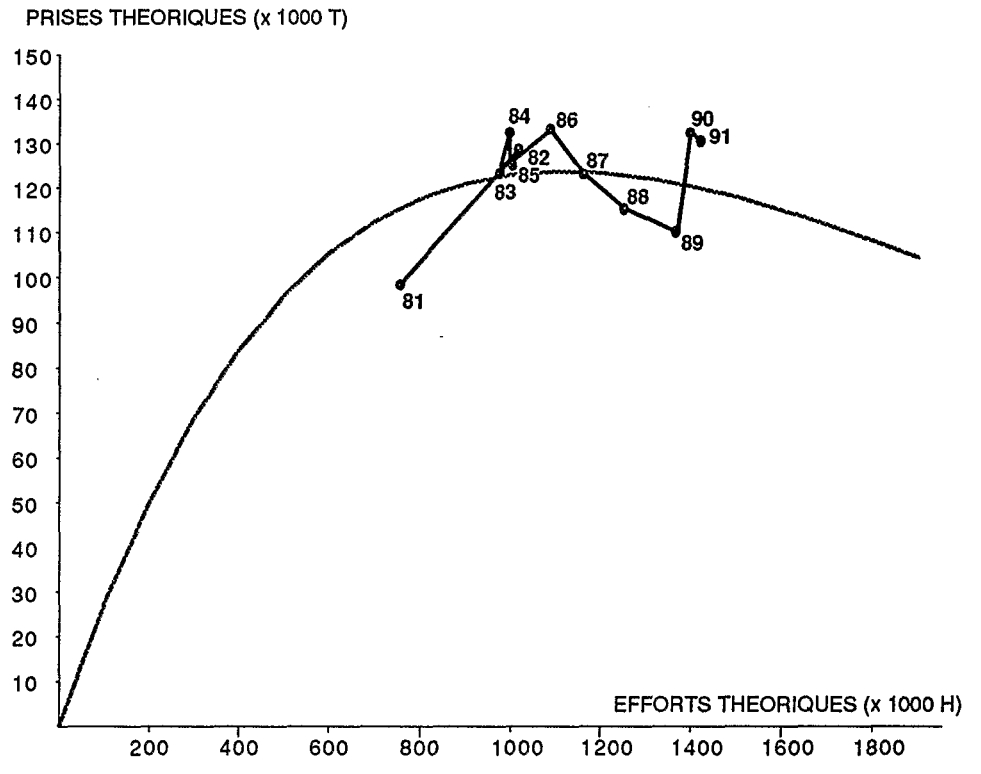
Les prises et les efforts théoriques totaux sont donnés sur le tableau 3 et reportés sur la figure 4.

Les prises et les efforts augmentent régulièrement de 1977 à 1982. De 1982 à 1986, les prises sont à des niveaux élevés et stables. Durant la période 87-89, les prises totales diminuent, atteignant un très bas niveau en 1989 alors que l'effort de pêche augmente. En 90-91, les prises et les efforts atteignent des relativement très niveaux élevés, l'effort de pêche maximal se situant en 1991.

La période 1977-1980 pouvant être considérée comme une phase transitoire de

l'évolution de la pêcherie crevettière (1965-1977), les prises par unité d'effort calculées à partir des pêches commerciales ne traduisent pas la biomasse de l'ensemble des stocks exploités.

Figure 4 : Modèle de production généralisé appliqué aux espèces démersales côtières du plateau continental sénégalais (K=3; m=1).



Un modèle de production généralisé, avec approximation d'équilibre, a été ainsi appliqué aux séries de prises et d'efforts théoriques standardisés (tableau 3) de la période 1981-1991 pendant laquelle la pêcherie s'est stabilisée.

Différents ajustements ont été effectués à partir de deux valeurs de K (3 et 4) et de m (0, 1 et 2).

Le meilleur ajustement des données, obtenu avec une valeur de K = 3 (soit une durée moyenne dans la pêcherie de 3 ans pour l'ensemble des espèces démersales exploitées) et une valeur de m=1 (figure 4).

Les résultats suivants ont été obtenus à partir de cet ajustement :

- Prise maximale équilibrée (PME): **125 060** tonnes.

- Effort correspondant à la PME: **1 176,4 x 10^3** heures standardisées.

- CPUE $_{(PME)}$: **106,3** hg/h.

Ces résultats indiqueraient que les prises actuelles (1989-1991) restent légèrement inférieures à la PME alors que l'effort de pêche actuel (moyenne 1989-1991) dépasserait de près de 18% l'effort correspondant à la PME. Cela traduirait un sensible état de surexploitation globale des stocks démersaux côtiers du Sénégal. Les très bas niveaux d'abondance observés pour les principales espèces démersales exploitées (Gascuel et Thiam, présent symposium) et l'évolution des tailles moyennes et des mortalités de ces espèces (Caverivière et Thiam, présent symposium) semblent confirmer cette situation de surexploitation.

DISCUSSION - CONCLUSION

Le modèle global présenté ci-dessus repose sur des bases théoriques discutables et fait appel à de nombreuses approximations. Il montre cependant que la période de croissance des prises des espèces démersales avec l'augmentation de l'effort est terminée. D'une manière globale les espèces de fond du plateau continental sénégalais seraient actuellement entrées en état de surexploitation.

Il est même permis de penser que la surexploitation est plus importante que ne le montre le modèle. En effet, si l'on considère que les chalutiers glaciers dakarois commercialisent de plus en plus des individus et/ou des espèces auparavant rejetés, la diminution actuelle de leurs rendements serait encore plus nette si ces navires avaient conservé leur stratégie de pêche antérieure. D'autre part, si l'on tient compte de l'importance accrue des captures de céphalopodes (poulpes, seiches) par les chalutiers (y compris les glaciers), notamment pour les trois dernières années, la diminution des indices d'abondance pour les autres espèces (poissons) devrait être plus importante que celle de l'ensemble des espèces considérées globalement dans le modèle.

Malgré les lacunes inhérentes à l'approche utilisée, l'application d'un tel modèle ne manque cependant pas d'intérêt. En effet, dans la pêcherie démersale sénégalaise, multispécifique et multi-engin, la gestion des stocks repose essentiellement sur la régulation de l'effort de pêche industriel par un système de licences. L'effort de la pêche artisanale reste incontrôlé. Dans ces conditions, l'estimation de l'effort de pêche global, même à titre indicatif, permet de donner des réponses sur les possibilités ou non d'un développement additionnel de la flottille chalutière.

Il est par ailleurs intéressant de remarquer que les résultats obtenus permettent d'expliquer, en grande partie, les difficultés économico-financières que rencontrent les armements dakarois et certains pêcheurs artisans pour la rentabilisation de leurs unités de pêche.

Utilisation des modèles globaux dans le contexte des études sur la pêche artisanale au Sénégal.

F. Laloë.

RÉSUMÉ :

Si les données de pêche artisanale peuvent difficilement être utilisées pour l'estimation d'indices d'abondance, elles sont particulièrement intéressantes pour l'analyse des formes possibles des relations entre efforts nominaux et efforts effectifs. La connaissance de ces relations est nécessaire pour pouvoir discuter de la façon dont la ressource peut être exploitée par la pêche artisanale. Les modèles globaux peuvent ainsi s'avérer très utiles au sein de cadres de représentation intégrant la dynamique de la ressource et celle de l'exploitation.

ABSTRACT :

It is difficult to use available data on artisanal fishery in order to estimate abundance index but those data are very useful for the analysis of the relationships between nominal and effective efforts. Knowledge on those relationships is needed in order to discuss of the exploitability of the resource. From this point of view, production models may be very useful within frameworks taking into account the dynamics of the resource and the dynamics of the exploitation.

D'une façon générale, les modèles globaux sont utilisés avec des données d'efforts f et de captures Y pour estimer un certain nombres de paramètres permettant d'apprécier par exemple quel niveau moyen de captures on peut espérer de façon durable à partir d'un stock halieutique pour un niveau d'effort donné. La recherche de la valeur maximum pouvant être prise par ce niveau de captures et le niveau d'effort correspondant peut constituer l'essentiel du questionnement, mais cela n'est pas obligatoire (voir par exemple les réflexions proposées par Larkin en 1977 et Sissenwine en 1978). Si on dispose d'un modèle global permettant de décrire l'évolution de l'état d'un stock sous l'impact de la pêche, donc sans nécessairement faire l'hypothèse que cet état soit à l'équilibre, ce modèle peut bien sûr être utilisé pour répondre à d'autres questions.

La formulation des modèles fait apparaître deux termes bien distincts. Dans le modèle de Graham-Shaefer (Graham (1935, Shaefer 1954), l'évolution dB_t/dt de l'état du stock est ainsi sous la forme d'une différence d'un terme $H\ B_t\ (B_t\text{-}B_v)$ décrivant la production de biomasse et d'un terme $q\ f_t\ B_t$, décrivant le prélèvement réalisé par la pêche. De multiples modifications ont été proposées sur l'un ou l'autre de ces termes permettant de rendre compte de phénomènes divers, conduisant ainsi, par exemple, au modèle de Pella et Tomlinson (1969) :

$$dB_t/dt = H\ B_t\ (B_t^{m-1} - B_v^{m-1}) - q\ f_t\ B_t$$

ou à l'introduction d'une relation entre la capturabilité et l'état du stock (voir par exemple Fox 1975 et une discussion générale par Ulltang (1980) sur la nature des relations pouvant intervenir entre capturabilité et état des stocks).

Dans le courant des années 80, des formulations ont été proposées en introduisant des informations sur "l'environnement" (Deriso 1980, Fréon 1984, Cury et Roy 1987, Laloë 1988, Fréon *et al* 1990), en relation avec la production ou avec la capturabilité.

Dans toutes les situations évoquées ci-dessus, toute la réflexion et toute la représentation porte sur la dynamique de la ressource exploitée par la pêche. L'exploitation et son impact sont considérés comme des variables explicatives ; il en est de même pour les données sur l'environnement lorsqu'elles sont prises en compte. Les données utilisées pour synthétiser ce qu'on sait de l'activité des pêcheurs en termes d'impact sur la ressource doivent donc être le plus possible "porteuses d'information" quant à cet impact, et la synthèse qu'on en tire doit contenir toute cette information. Ceci conduit évidemment à rechercher des efforts de pêche effectifs, c'est-à-dire les plus proportionnels possibles à une mortalité par pêche (Laurec et Le Guen 1981). Ceci permet de justifier l'écriture $q\ f_t\ B_t$ pour décrire le prélèvement réalisé par la pêche. Ceci implique par ailleurs, que le terme $q\ B_t$, correspondant à la CPUE, soit un indice d'abondance de la biomasse exploitée.

Dans ce contexte, les données de pêche artisanale apparaissent de très mauvaise qualité. En effet, la collecte d'information est très délicate. Il y a de très nombreux points de débarquements, un nombre considérable d'unités de pêche (plus de 4000),

un nombre également très élevé d'engins mis en oeuvre selon des modalités très diverses se traduisant par des vecteurs de capturabilité très différents à l'encontre des divers stocks exploités. La solution apparaît donc de rechercher des indices d'abondance ailleurs, à partir des informations issues de la pêche industrielle ou des campagnes océanographiques. L'effort de pêche effectif de la pêche artisanale peut alors être déduit du rapport entre l'estimation des captures réalisées par les artisans et l'indice d'abondance obtenu par ailleurs.

En admettant que cette démarche permette d'estimer des valeurs de captures maximum à l'équilibre, la question est de savoir en quoi elle peut être utile pour discuter de la ressource disponible à la pêche artisanale, donc de la façon d'"évaluer" cette disponibilité. Il peut s'agir de la production de connaissances sur la répartition spatio-temporelle de la ressource exploitable. Il peut aussi s'agir de la production de connaissances sur la façon dont les unités de pêche artisanale peuvent accéder à cette ressource. Il s'agit donc de comprendre comment les unités de pêche artisanale peuvent ou ne peuvent pas infliger des mortalités par pêche aux divers stocks exploitables.

De ce point de vue, les modèles synthétiques sont susceptibles d'être utiles avec une formulation intégrant de façon explicite l'impact de l'activité de pêche. C'est pourquoi nous avons porté l'effort de représentation sur cet aspect des modèles. Le question essentielle porte alors sur la traduction d'une activité nominale en activité effective.

Cette question peut être posée à partir de considérations purement biologiques ou écologiques. Ulltang (1980) par exemple indique que, lorsque les espérances des CPUE peuvent rester constantes si la densité de biomasse reste stable (les variations se traduisant par des variations de surface de répartition du stock), la représentation de l'impact de l'activité de pêche par un effort nominal f_{Nt} (nombre de jours de pêche, avec une relation entre capturabilité et état du stock $q(B_t).f_{Nt}.B_t$, avec par exemple $q(B_t) = q.B_t^{-\alpha}$ apparaît plus logique que la représentation de cet impact au moyen d'un effort effectif fonction de l'effort nominal et de la biomasse (qui dans ce cas subira une évolution pouvant conduire à un effondrement des captures, même si l'effort nominal ne change pas) ; on a alors $q.f(f_{Nt},B_t).B_t$ avec par exemple $f(f_{Nt},B_t)=f_{Nt}.B_t^{-\alpha}$. Même si les deux représentations conduisent à la même équation, l'interprétation naturelle associée à la première est plus naturellement compréhensible en termes de gestion.

Dans l'exemple évoqué par Ulltang, la traduction d'effort nominaux en efforts effectifs est faite pour des unités de pêche pratiquant toujours la recherche du même stock (ou combinaison de stocks). Dans le cas de la pêche artisanale au Sénégal, la situation est beaucoup plus délicate. En résumé, le fait, observé, que les unités de pêche puissent choisir entre diverses espèces ou combinaisons d'espèces cibles revient à dire qu'elles peuvent choisir entre plusieurs relations entre leur activité nominale et leur activité effective. En d'autres termes, pour une même activité nominale, il existe plusieurs distributions possibles d'activité effective (Garrod 1973), de par le choix des pêcheurs qui doivent dès lors être considérés comme des gestionnaires dont le mode de gestion doit faire l'objet de questions fondamentales.

Cela signifie que la traduction en efforts effectifs d'une activité nominale, par exemple celle de l'ensemble des unités de pêche d'un même type, ne peut plus être exprimée comme une fonction, même compliquée, $g(f_N)$ de leur activité (question de standardisation) mais comme une fonction $g(f_N, p_1 \ldots p_q)$ de cette activité et de sa répartition selon plusieurs types d'activité définies en termes d'impact sur la ressource. L'utilité des modèles synthétiques (comme d'ailleurs celle des modèles analytique, voir Laurec *et al.* 1991) peut résider dans leur aptitude à intégrer ce type de situation (Allen et MacGlade 1986, Hilborn et Walters 1987, Laloë et Samba 1990, 1991).

Pour ce faire il est nécessaire de décrire les activités nominales et effectives à partir d'au moins deux classifications différentes, puisque l'activité nominale d'une unité (qui appartient à un type donné d'unité de pêche) peut conduire à plusieurs types d'activité effective dès lors qu'elle peut choisir entre plusieurs alternatives. Une telle représentation a été proposée dans le cas de la pêche artisanale au Sénégal (Laloë et Samba 1990, 1991). La ressource est décrite selon 11 composantes dont l'évolution est régie par des modèles synthétiques simples. Les unités de pêche sont regroupées en stratégies (au nombre de 9) définies par une règle de choix selon les alternatives disponibles (18 tactiques sont identifiées, certaines correspondant à des activités autres que la pêche et une tactique est définie pour rendre compte de l'impact des unités de pêche industrielles). Cette représentation permet de mettre en évidence l'importance majeure de l'adaptabilité des unités de pêche artisanale en rendant compte d'un certain nombre d'évolutions observées dans l'activité et les résultats de la pêche artisanale.

Il apparaît maintenant que le développement des modèles synthétiques (mais cela est très certainement valable pour d'autres façons de modéliser la ressource et son exploitation) doit être recherché dans leur aptitude à décrire la dynamique de l'exploitation, aussi bien que celle de la ressource (et peut-être mieux, dans la mesure où l'information dont on dispose sur l'activité de la pêche artisanale et sur ses résultats fait apparaître les questions relatives à la dynamique de la flotte de pêche plus essentielles que celles relatives à la dynamique de la ressource).

Dans ce domaine, nous pensons que des progrès significatifs peuvent être attendus à partir des connaissances produites sur la typologie des unités de pêche, sur celle des pratiques (tactiques ou métiers selon les terminologies adoptées) et sur les stratégies de pêche dont l'analyse, nécessaire pour rendre compte de l'évolution passée de l'activité et des résultats, est essentielle pour une meilleure compréhension des évolutions possibles dans un environnement incertain (Ferraris et Samba 1992, programme MOPA de Jean Le Fur). Dans ce contexte, les données disponibles sur l'activité et les résultats de la pêche artisanale apparaissent de bonne qualité. L'effort de recherche sur les typologies et sur les articulations qui peuvent les relier au sein de modèles doit donc être poursuivi et les modèles globaux peuvent s'avérer particulièrement utiles pour intégrer de telles connaissances (voir également les travaux d'Allen et MacGlade 1986 ou Hilborn et Walters 1987).

RÉFÉRENCES

❒ **Allen P.M. and J.M. MacGlade 1986.** Dynamics of discovery and exploitation, the case of scotian shelf groundfish fishery. *Can. J. Fish. Aquat. Sci. 43: 1187-1200.*

❒ **Cury P. and C. Roy 1987** Upwelling et pêche des espèces pélagiques côtières de Côte d'Ivoire: une approche globale. *Océanol. Acta, 10: 347-357.*

❒ **Deriso R.B. 1980.** Harvesting strategies and parameter estimation for an age structured model. *Can. J. Fish. Aquat. Sci. 37: 268-282.*

❒ **Die D.J., V.R. Restrepo and W.W. Fox 1990.** Equilibrium Production Models that incorporate Fished Area. *Trans. Amer. Fish. Soc. 119: 445-454.*

❒ **Ferraris J. et A. Samba, 1992.** Variabilité de la pêche artisanale sénégalaise et statistique exploratoire. *In : F. Laloë ed. : Séminfor V, Statistique Impliquée, cinquième séminaire informatique de l'ORSTOM. Montpellier, 2--4 sept 1991 coll. colloques et séminaires éditions de l'ORSTOM : 169-190.*

❒ **Fréon P. 1984** Des modèles de production appliqués à des fractions de stocks dépendantes des vents d'upwelling (pêche sardinière au Sénégal). *Océanogr. Trop. 19: 67-94.*

❒ **Fréon P., C. Mullon and G. Pichon 1990.** CLIMPROD : a fully interactive expert-system software for choosing and adjusting a global production model which accounts for changes in environmental factors. *In : Proceedings of the international symposium, Sendai, Japan, 14-18 November 1989 : Long-term variability of pelagic fish populations and their environment,. T. Kawasaki, S. Tanaka, Y. Toba and A. Taniguchi (ed.). Pergamon Press : 347-357.*

❒ **Garrod D.J. 1973.** Management of multiple resources. *J. Fish. Res. Board Can., 30 : 1977-1985.*

❒ **Graham M. 1935.** Modern theory of exploiting a fishery, and application to North Sea trawling. *J. Cons. Perm. Int. Explor. Mer, 10: 264-274.*

❒ **Hilborn R. and C.J. Walters 1987.** A general model for simulation of stock and fleet dynamics in spatially heterogeneous fisheries. *Can. J. Fish. Aquat. Sci. 44: 1366-1369.*

❒ **Laloë F. 1988.** Un modèle global avec quantité inaccessible liée aux conditions environnementales. Application aux données de la pêche ivoiro-ghanéenne de *Sardinella aurita. Aquat. Living Resour. 1, 289-298.*

❒ **Laloë F. and A. Samba 1990.** La pêche artisanale au Sénégal: ressource et stratégies de pêche. *Thèses de l'univ. Paris Sud (juin 1989). Coll. Etudes et thèses, ORSTOM ed. 393 p.*

❒ **Laloë F. and A. Samba. 1991.** A simulation model of artisanal fisheries of Senegal. *ICES Mar. Symp., 193 : 281-286.*

❒ **Larkin P.A. 1977.** An epitaph for the concept of Maximum Sustained Yield. *Trans. Amer. Fish. Soc. Vol 106, 1 : 1-11.*

❒ **Laurec A. and J.C. Le Guen 1981.** Dynamique des populations marines exploitées. *CNEXO, Rapports Scientifiques et Techniques. 45, 117 p.*

❒ **Laurec A., A. Biseau and A. Charuau, 1991.** Modelling technical interactions. *ICES Mar. Symp., 193 : 225-234.*

❒ **Pella J.J. and P.K. Tomlinson. 1969.** A generalized stock production model. *Bull. IATTC. 13, 419-496.*

❒ **Schaefer M.B. 1954.** Some aspects of the dynamics of population important to the management of the commercial marine fisheries. *Bull. Int. Amer. Trop. Tuna Comm. 1, 26-56.*

❒ **Sissenwine M.P. 1978.** Is MSY an adequate foundation for optimum yield ? *Fisheries, vol 3, 6~: 22-24 and 37-42.*

❒ **Ulltang Ø. 1980.** Factors affecting the reaction of pelagic fish stocks to exploitation and requiring a new approach to assessment and management. *In Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer, 177 : 489-504.*

La compétition entre pêche industrielle et pêche artisanale: quelques réflexions sur la problématique des analyses.

A. Fonteneau.

RÉSUMÉ :

La compétition potentielle entre la pêche industrielle et la pêche artisanale constitue au Sénégal un problème scientifique complexe mais d'un intérêt majeur pour l'aménagement des pêches au Sénégal. Ces études sont rendues urgentes au Sénégal par le développement important des deux pêcheries durant les années récentes. Elles devraient être conduites en intégrant toutes les données sur les pêcheries et les stocks de la région. Ces interactions devraient être analysées par diverses méthodes de complexité et de réalisme croissant. Une analyse de production par recrue multi engins, basée sur les mortalités par pêche en fonction de l'âge exercées par chaque pêcherie devrait d'abord être réalisée sur les espèces principales. Des modèles analytiques plus complexes et plus réalistes, prenant bien en compte les composantes géographiques qui sont importantes dans les interactions, devraient ensuite être développés.

ABSTRACT :

The competition between industrial and artisanal fisheries in Senegal is a complex scientific problem. This topic is becoming of key importance because of the great development of the two fisheries during recent years. This interaction analysis should be conducted on the major stocks exploited in the region and using various methods. Among them, the multigear yield per recruit analysis, based on the age specific mortalities by age of each gear, should first be conducted. More realistic modelling taking into account the geographical components of the stocks and fisheries should also be developed, as this parameter is of key importance in the interaction between fisheries.

INTRODUCTION

Les deux pêcheries, artisanales et industrielles, exploitent au Sénégal des stocks de poissons, benthiques-démersaux et pélagiques côtiers, qui sont pour la plupart des ressources migratrices à large distribution géographique et bathymétrique.

Il apparaît toutefois clairement que :

(1) les pêcheries artisanales exploitent d'une manière dominante les fractions côtières des stocks dans la zone des 6 miles nautiques qui leur est exclusivement réservée juridiquement (figure 1), alors que les pêcheries industrielles exploitent les zones du Sénégal plus au large et plus au sud (où peu de pirogues opèrent).

(2) les pêcheries artisanales exploitent essentiellement la zone centrale de la région, celle du Sénégal, alors que les mêmes stocks sont fortement exploités au Nord (Mauritanie) et au Sud (Guinée Bissau) par des flottilles industrielles (figure 2). La zone de pêche des pirogues tend toutefois à s'étendre vers le large, du fait de l'accroissement au Sénégal du nombre de pirogues glacières effectuant des sorties de plusieurs jours de mer.

(3) les tailles des poissons capturés par les diverses flottilles sont souvent différentes (figure 3).

Figure 1 : Zone de pêche des pirogues lignes et des chalutiers étrangers au sud de la presqu'île du Cap Vert.

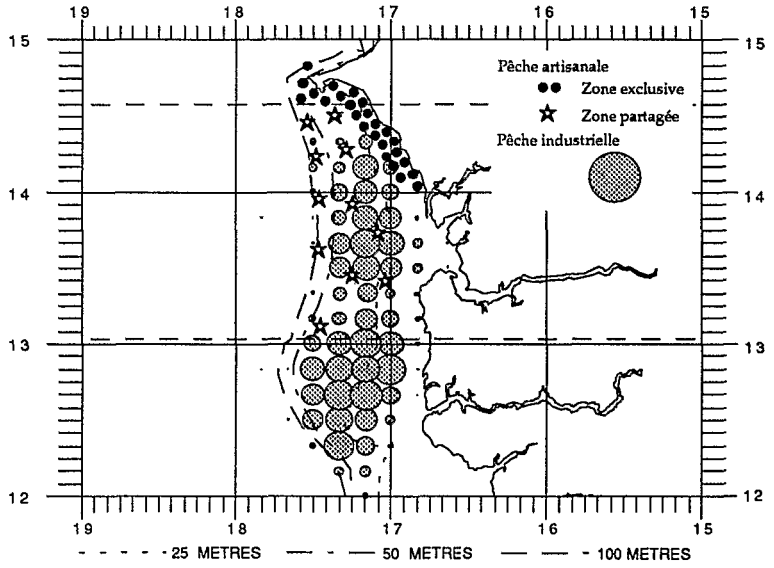


Figure 2 : Zones de pêche des principales pêcheries de pélagiques côtiers, industrielles et artisanales, dans la région Mauritanie-Guinée Bissau.(repris de Fréon 1988).

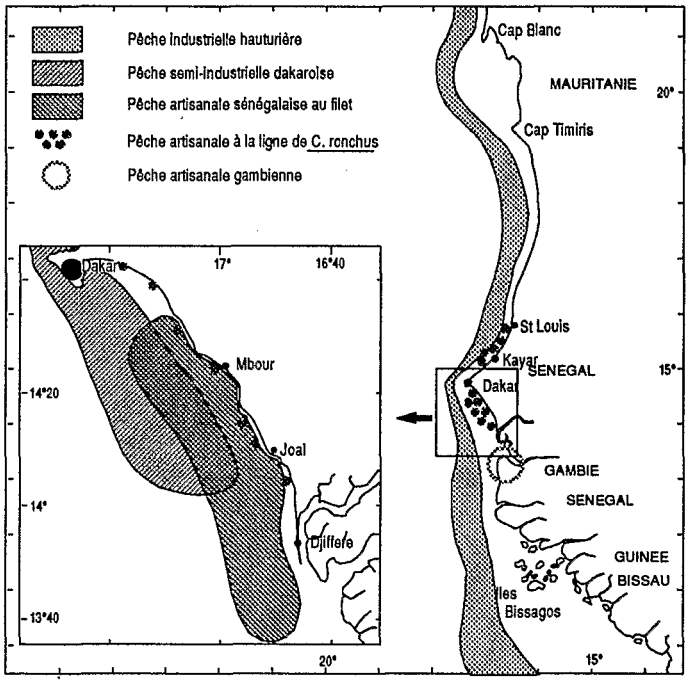
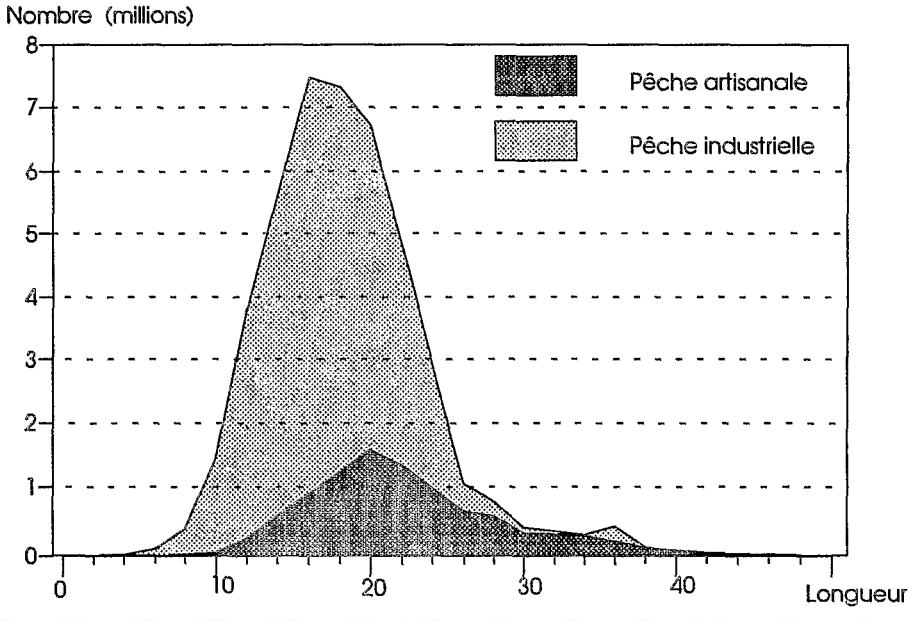


Figure 3 : Exemples de tailles capturées par la pêcherie artisanale et la pêcherie industrielle (*Pagellus*).



Ces différences résultent :

(1) des différences dans les zones de pêche.

(2) de la sélectivité des engins de pêche, qui est le plus souvent différente et potentiellement très variable dans le temps pour la pêcherie artisanale, ceci du fait de la grande flexibilité de ses tactiques et stratégies de pêche.

Il existe probablement dans une telle situation de stocks partagés un certain potentiel d'interactions entre les deux pêcheries artisanales et industrielles (et vice versa) dans l'exploitation de ces ressources.

Le problème qui paradoxalement n'a jamais encore été abordé par le CRODT mérite une réflexion et des analyses particulières *ad hoc** du fait de ses fortes implications en matières de politique de gestion et d'aménagement des pêches sénégalaises.

---

* Il existe par ailleurs un autre type potentiel de concurrence (compétition) entre les pêcheries industrielles et artisanales : il s'agit de l'interférence "physique" des deux pêcheries. Par exemple, il peut se trouver des cas où la pêche industrielle rend inefficace (ou même détruit) les engins de pêche artisanale (par exemple palangres dormantes, filets ou casiers détruits par des chalutiers). Cette concurrence "physique" peut se produire quand les pêches industrielles opèrent dans la zone de la pêche artisanale (ce que le législateur sénégalais a tenté d'éviter...). Dans le même type de concurrence, il peut aussi exister une compétition entre engins de pêche artisanale (ou industrielle), certains engins pouvant, quand ils sont déployés en trop grand nombre, perturber le comportement et les migrations des poissons et en réduire les potentiels de capture. Les recherches sur ces compétitions "physiques" sont rarement du domaine de l'évaluation des ressources, mais elles pourraient utilement être développées au Sénégal.

PÊCHE ARTISANALE ET PÊCHE INDUSTRIELLE : QUELS TYPES DE COMPÉTITION ?

Deux cas simples et diamétralement opposés peuvent être envisagés comme premières hypothèses de travail. Leur manque de réalisme conduira toutefois à développer rapidement des hypothèses plus complexes et plus réalistes qui seront celles à développer.

Hypothèse de stocks séparés :

"Il n'existe aucune interaction (en ce qui concerne la ressource) entre Pêche Industrielle et Pêche Artisanale"

Dans cette hypothèse, les deux pêcheries exploitent (dans des zones différentes) deux stocks quasiment isolés. Les captures de chaque pêcherie n'ont alors pas d'effets négatifs décelables sur les potentiels de prises de l'autre pêcherie.

Cette hypothèse simpliste aurait peut être été acceptable au Sénégal il y a quelques années quand les pêcheries étaient peu actives et les stocks peu exploités. Elle s'avère très peu vraisemblable actuellement pour la plupart des ressources exploitées au Sénégal du fait de la structure des stocks et de leurs taux d'exploitation probablement élevés.

Hypothèse de stocks communs

"Les stocks exploités par la pêche industrielle et la pêche artisanale sont communs"

Dans cette hypothèse, il existe une classique compétition (ou concurrence) entre les deux pêcheries : toute capture par une pêcherie durant un intervalle de temps réduit le potentiel de capture des deux autres pêcheries durant l'intervalle de temps suivant. Plus il y a de captures (quelque soit l'engin), plus le stock diminue, et ceci globalement dans ses diverses composantes géographiques. Les fractions géographiques de stocks disponibles aux deux pêcheries (Pêche industrielle et pêche artisanale) diminuent alors de manière identique.

Dans cette hypothèse, les rendements et les potentiels de capture d'un engin (Pêche industrielle et pêche artisanale) dépendent strictement des captures de l'autre engin (Pêche industrielle et pêche artisanale), en fonction des mortalités par pêche en fonction de l'age (ou "fishing pattern") de chaque engin. La modélisation d'une telle compétition est conceptuellement simple, par exemple du type production par recrue multiengins.

Cette hypothèse peut sembler en général moins fausse que la précédente, mais elle risque de s'avérer le plus souvent peu réaliste et ceci conduira à développer un troisième type d'hypothèses plus complexes et plus réalistes que les deux précédentes.

Hypothèse de compétition prenant en compte les composantes géographiques:

"Partages partiels de stocks mobiles par la pêche industrielle et la pêche artisanale"

On suppose connues la distribution géographique des stocks et des pêcheries. La concurrence réelle entre la pêche industrielle et la pêche artisanale (et vice versa) dépend alors de la structure géographique du stock et de la localisation des pêcheries.

Sont ainsi prises en compte:

- Les migrations des stocks (déplacements orientés et massifs) en fonction de l'âge.
- Les déplacements correspondant à une diffusion des individus (par exemple de type mouvement brownien).

Les moyens informatiques modernes permettent potentiellement une mise en oeuvre relativement simple de ces modélisations "spatiales", ceci sous réserve de disposer de bonnes données (ou hypothèses), à la fois sur les stocks et sur les pêcheries.

De telles recherches sont par exemple développées depuis quelques années sur les thons de l'Atlantique (Fonteneau 1988) et sur ceux du Pacifique par le groupe de travail FAO d'étude des interactions des pêcheries thonières. La problématique des déplacements d'une ressource thonière (avec les deux composantes d'advection et de diffusion) exploitée par divers engins, ayant chacun des mortalités par pêche selon l'age caractéristiques, est probablement très voisine de celle de la compétition Pêche industrielle/Pêche artisanale au Sénégal (au moins au niveau de la modélisation).

QUELQUES MODÉLISATIONS DES INTERACTIONS PÊCHE INDUSTRIELLE - PÊCHE ARTISANALE

Production par recrue multiengins

Le cas le plus simple à traiter est celui d'un stock unique partagé entre les deux pêcheries. Ce cas se traite classiquement en termes de production par recrue en deux étapes:

(1) Calcul, par exemple par analyse séquentielle des populations ou analyse de cohortes (Murphy 1965), des taux de mortalités par pêche (en fonction de l'âge) des diverses pêcheries.

(2) Calcul de production par recrue multiengins, par exemple selon le modèle de Ricker (Ricker 1975).

Ces calculs pourront, même sans prendre en compte l'hétérogénéité spatiale des ressources et des pêcheries, donner d'utiles résultats sur les interactions prévisibles

entre les engins. Leurs résultats devront ensuite être comparés aux performances réelles des pêcheries.

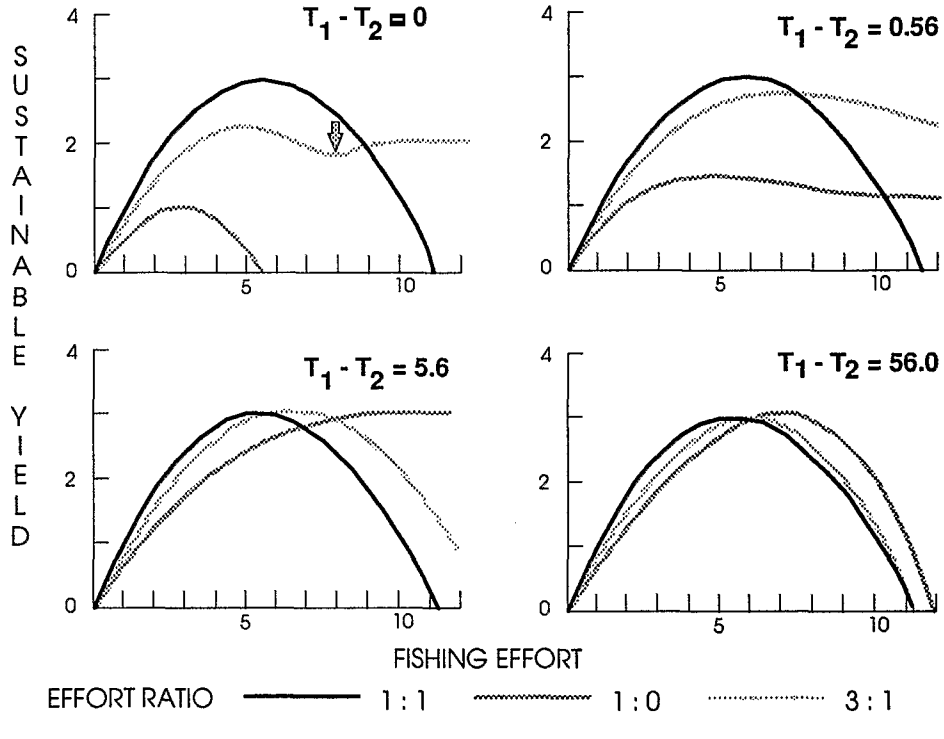
Fractions de stocks migrateurs exploités par la pêche industrielle et la pêche artisanale.

Ces analyses fines prenant en compte les composantes géographiques des stocks et des pêcheries peuvent être abordées selon les méthodes globale (relations prises, effort, abondance) ou analytique (analyse démographique).

Approche globale

Si le modèle global est classiquement appliqué à des stocks unité, il peut s'employer aussi, sous certaines modifications et développements, à des pêcheries exploitant des fractions de stocks migrateurs : un tel développement conceptuel est par exemple bien développé par FOX 1973 (figure 4) et pourrait probablement être aménagé dans les cas qui intéressent le Sénégal.

Figure 4 : Courbe de production équilibrée pour deux stocks ayant un taux de mélange donné (repris de Fox 1973).
"Effort ratio" désigne la proportion des efforts visant chacun des deux sous stocks
T1 - T2 est le taux de mélange entre les deux sous stocks.



Approche analytique :

La méthode la plus classique pour résoudre ce type de problème reste l'approche analytique, par exemple par simulations des stocks et des pêcheries.

Il est nécessaire dans ce cas de disposer (si l'on veut obtenir des résultats fiables...) d'une connaissance "raisonnablement fiable" de la distribution géographique de la ressource, de ses déplacements et des taux de mortalité par pêche locaux (en fonction de l'âge) par pêcherie.

Les difficultés seront d'autant plus grandes que la pêcherie est pluriengins et plurispécifique, exploitant une mosaïque d'espèces ayant chacune ses propres schémas biologique et d'exploitation, eux mêmes souvent variables dans le temps.

Les principaux problèmes de cette approche sont donc :

(1) la quantité importante d'informations qu'elle nécessite.

(2) la variabilité des paramètres biologiques et halieutiques, qui limite toujours la validité des prévisions réalisées.

Il est donc essentiel pour développer des modélisations réalistes, de se limiter à des pêcheries et espèces d'importance majeure, jugées ensuite comme base de l'aménagement des ressources halieutiques. Des modèles stochastiques pourront utilement être développés pour mieux évaluer les effets des incertitudes et la variabilité des paramètres sur les estimations et les prévisions.

QUELQUES RÈGLES DE BASE SUR LES INTERACTIONS

Pêcheries sur des juvéniles en compétition avec des pêcheries sur des adultes (pêcheries séquentielles)

Un tel cas est schématisé par la figure 5, qui montre les tailles capturées sur une même espèce par deux pêcheries séquentielles.

Il existe deux principales compétitions potentielles entre deux telles pêcheries :

(1) La pêcherie de juvéniles réduit le recrutement de la pêcherie d'adultes, et donc son potentiel de captures (simple production par recrue).

(2) La pêcherie d'adultes (s'ajoutant à celle de juvéniles) peut entraîner une baisse du recrutement si le potentiel de reproduction du stock est dégradé (ou parfois une hausse paradoxale du recrutement s'il existe une relation stock/recrues de type Ricker). Des modifications potentiellement très graves du potentiel de capture de la pêcherie de juvéniles peuvent en résulter ("recruitment overfishing", cf figure 6).

L'ampleur de ces deux types d'interactions dépendra bien entendu des taux d'exploitation de chacune des pêcheries : si l'exploitation est faible ou modérée, aucune de ces deux interactions ne sera sensible au niveau du stock ou des rendements et

Figure 5 : Exemple de taux de mortalités par pêche en fonction de l'âge pour deux pêcheries séquentielles : albacores (*Thunnus albacares*) capturés par canneurs et palangriers.

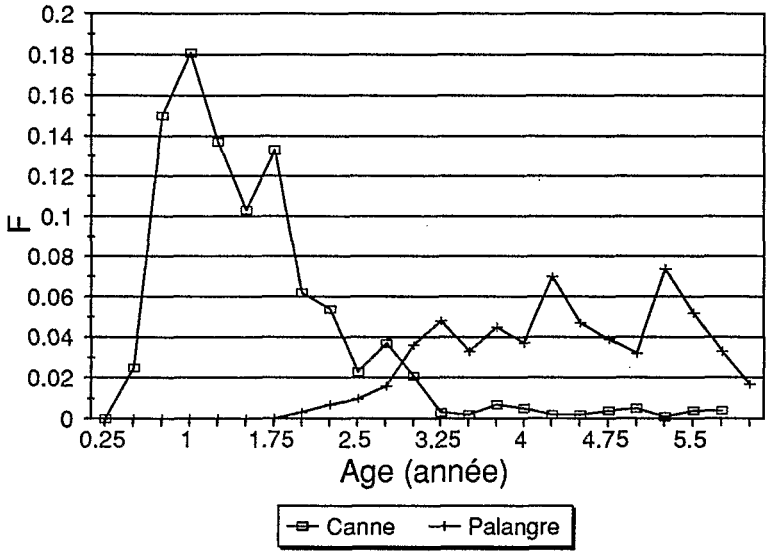
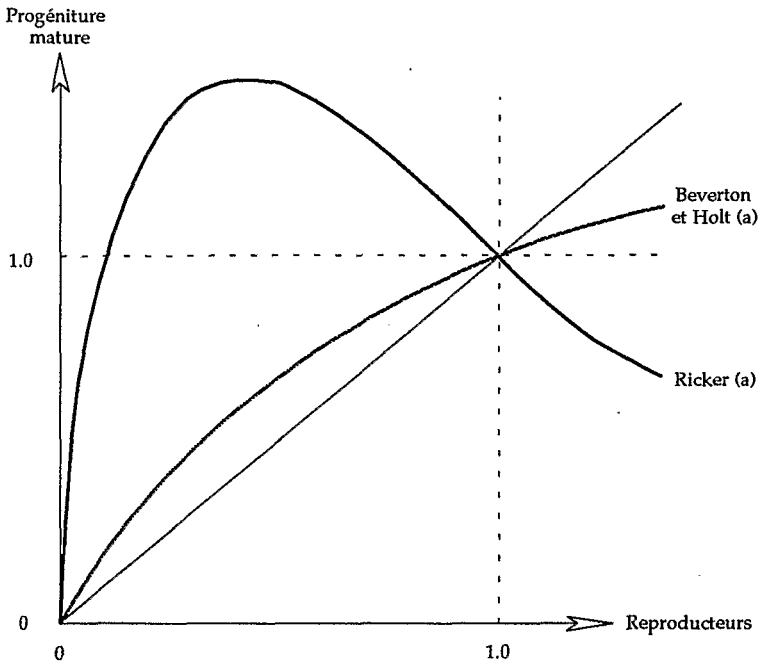


Figure 6 : Exemple de relations stock recrue: évolution du recrutement moyen en fonction du niveau du stock reproducteur selon les modèles de Beverton et Holt (a) et de Ricker (b).



des prises des flottilles. Les interactions entre pêche industrielle et artisanale ont ainsi pu être négligeables pendant longtemps au Sénégal, tant que les stocks étaient encore sous exploités.

Les interactions deviennent par nature de plus en plus significatives pour des taux d'exploitation élevés (par exemple F voisin ou supérieur à M). Ceci est simple à analyser par des modèles de simulations probabilistes, modèles dont les résultats à caractère très général peuvent toutefois s'avérer très compréhensifs et utiles.

Deux pêcheries capturant des poissons de tailles voisines dans des zones voisines (pêcheries concomitantes) :

Un tel exemple est par exemple montré par la figure 3. La compétition entre ces deux pêcheries dépendra de la structure du stock et des mouvements des individus (diffusion et advection) au sein de la zone de distribution et des zones de pêche.

Ce cas est plus complexe à modéliser et demande à la fois des données très fines et des modèles à compartiments qui sont relativement complexes à développer et à utiliser, du type de celui développé par ALLEN et MAC GLADE 1987.

Ces modèles sont toujours intéressants à mettre en oeuvre car, quelques soient leurs incertitudes, ils montrent un certain nombre de résultats intéressants. En particulier, le problème se ramène partiellement à un calcul de production par recrue. De ce fait, et comme précédemment, les interactions potentielles ne deviennent significatives pour les pêcheries que pour des taux d'exploitation relativement élevés, et ceci quelque soient les incertitudes sur la structure géographique du stock. Ceci mérite toujours d'être analysé.

Le problème des pêcheries "fantômes"

Dans les deux cas de pêcheries séquentielles ou concomitantes, se pose le problème de disposer de données statistiques complètes couvrant toutes les pêcheries opérant significativement sur le "stock". En l'absence de statistiques officielles, il sera indispensable d'estimer par hypothèse les niveaux approximatifs des quantités et des tailles capturées par les pêcheries qui ne fournissent pas de statistiques détaillées ou pêcheries "fantômes", ceci afin de tenter de prendre en compte (même grossièrement) toutes les principales composantes des pêcheries en interaction potentielle. Un bon exemple de ces incertitudes est celui des pêcheries étrangères de Mauritanie ou de Guinée Bissau, qui exploitent des stocks partagés avec le Sénégal, sans toujours fournir des statistiques détaillées...

CONCLUSION

Le problème de l'estimation des compétitions entre pêcheries industrielles et artisanales (et vice versa) constitue en matière de recherche halieutique un défi majeur. En effet s'il est logique de développer simultanément les pêches industrielles et artisanales, cela ne va pas sans risques potentiels pour les potentiels de capture des deux

pêcheries. Il s'agit de problèmes complexes qu'une bonne modélisation utilisant les excellentes données disponibles dans la région, au CRODT et au CNROP, devrait permettre de résoudre partiellement. Un effort de recherche accru dans ce domaine faisant intervenir des dynamiciens spécialistes de cette problématique et des halieutes spécialistes des pêcheries de la région, devrait donc être développé à court terme pour obtenir rapidement des résultats dans ce domaine très important pour la politique des pêches au Sénégal et l'avenir de ce secteur dans le pays.

Les premiers résultats à attendre de ces recherches seraient probablement de déterminer statistiquement la gamme la plus vraisemblable des incertitudes sur les interactions entre pêcheries artisanales et industrielles, problème qui n'a encore jamais été abordé par les chercheurs du CRODT en dépit de son importance majeure pour l'avenir des pêches au Sénégal.

RÉFÉRENCES

- **ALLEN (P.M.) and Mc GLADE (J.), 1987.**- Modelling and complex human systèmes : A fishery example. *Eur. J. Op. Res. 30 (2) : 147-167.*
- **EVERTON (R.J.H.) and HOLT (S.J.), 1957.**- On the dynamics of exploited fish populations. *Min. Agr. Fish. and Food (U.K.). Fish. Investig. Ser. 2, vol. 19, 533 p.*
- **FONTENEAU (A.), 1988.**- Interactions between tuna fisheries : a critical review based on some Atlantic examples. *Rec. Doc. Scient. ICCAT. Vol. 28, pp. 109-129.*
- **FOX (W.) Jr., 1974.**- An overview of production modelling. *Rec. Doc. Scient. ICCAT, vol. 3 : 142-156.*
- **GULLAND (J.A.) ed., 1977.**- Fish population dynamics *Wiley and sons. London. M.Y. Sydney Toronto. 372 p.*
- **MURPHY (G.I.), 1965.**- A solution of the catch equation. *J. Fish. Res. Bd. Canada. 22 (1) pp. 191-202.*
- **RICKER (W.E.), 1975.**- Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Board. Can. 191 : 382 p.*
- **SCHAEFER (M.B.), 1957.**- A study of the dynamics of the fishery for yellowfin tuna in the eastern tropical Pacific Ocean. *Inter-Amer. Trop. Tuna Com., Bull. Vol. 2, n° 6, pp. 245-268..*

Quelques éléments sur la compétition des pêcheries artisanales et industrielles pour l'accès à la ressource au Sénégal.

M. Diallo.

Les ressources halieutiques du plateau continental sénégalais sont exploitées à la fois par les pêcheries artisanales et industrielles. Ces deux types d'exploitation qui se côtoient dans le temps et dans l'espace, peuvent développer une concurrence ou une complémentarité intra ou inter-pêcherie.

Le Code de la pêche maritime du Sénégal fixe à 6 milles marins sur la Grande Côte et en Casamance et à 7 milles marins sur la Petite Côte la limite en deçà de laquelle aucun bateau de pêche industrielle n'a le droit de pêcher. Compte tenu de cette législation, il ne devrait théoriquement pas exister d'interférences entre la pêche artisanale et la pêche industrielle. En pratique, le non respect de cette réglementation qui se traduit par des incursions fréquentes de pêcheurs appartenant à l'une des pêcheries sur le "territoire" de l'autre entraîne une compétition directe ou indirecte.

La compétition entre les deux pêcheries pour l'accès à la ressource se situe à deux niveaux. Elle peut s'exercer à l'intérieur de la zone dévolue à la pêche artisanale. C'est le cas lorsque les industriels font des incursions frauduleuses à l'intérieur des 6 milles. Dans cette zone, la compétition est directe entre les sennes tournantes et les filets maillants encerclants des artisans pêcheurs et les senneurs des industriels pour la capture des petits pélagiques côtiers. Il en est de même pour les filets maillants dérivants de fond, les filets dormants de fond, les lignes, les casiers, les palangres et les chalutiers pour la capture des démersaux côtiers. Il s'y ajoute l'incompatibilité entre engins passifs (filets dormants) et engins actifs (chaluts). La compétition est indirecte entre les sardiniers et les autres engins (filets maillants dérivants de surface, filets dormants de surface, lignes) des artisans.

Au delà des 6 milles il existe également des compétitions entre les pêcheries artisanales et industrielles en raison surtout de la plus grande autonomie des pirogues artisanales. La compétition entre artisans et industriels dans cette zone est très forte car aucune législation n'interdit son accès aux piroguiers. L'occupation de l'espace et

la recherche de la même ressource opposent surtout des pêcheurs aux filets dormants et à la ligne à des chalutiers.

En dehors de la compétition pour l'accès à la ressource, il existe un autre type d'interaction entre les deux pêcheries au niveau des marchés ; cette compétition indirecte pose le problème de la qualité des produits débarqués (état de fraîcheur, taille des produits) et de leur destination (marché local, exportation).

Le problème des aires de pêche dévolues à chaque pêcherie semble se poser et il est nécessaire que la politique d'aménagement des pêcheries s'appuie sur des recherches de base pour mieux cerner les compétitions pour l'accès à la ressource entre les pêcheries artisanales et industrielles et, le cas échéant, prévenir les conflits qui peuvent en découler.

Fréquences de taille : stratégies de collecte et travaux effectués

B. Samb, M. Barry-Gérard et A. Caverivière

RÉSUMÉ :

Les données relatives aux fréquences de taille des principales espèces pêchées le long des côtes sénégalaises sont indispensables pour l'étude de la dynamique des stocks. Ces informations sont recueillies durant l'échantillonnage des prises des différentes pêcheries.

Cette étude décrit les procédures développées pour la collecte des fréquences de taille sur les principaux lieux de débarquement suivant les types de pêche.

ABSTRACT :

Data related to frequency size of the main species captured along the senegalese coastline are needed to study the dynamics of the fish stocks. Informations are collected during the sampling of catches of the different fisheries.

This paper describes the procedures developed to collect the frequency size on the main landings sites according to the type of fishery.

INTRODUCTION

Au Sénégal, les fréquences de taille de nombreuses espèces sont collectées par les différents programmes pêche du CRODT suivant des stratégies de collecte qui ne sont pas toujours les mêmes. Elles ont par ailleurs servi à des études diverses.

Les méthodes de collecte décrites sont celles développées par la section pêche artisanale et les anciennes sections : pêche pélagique côtière et pêche démersale.

MÉTHODES DE COLLECTE

Pêche artisanale

La collecte

L'échantillonnage des fréquences de taille se fait en même temps que celui des captures.

La méthode d'approche est différente suivant que la prise est importante ou pas.

Lorsque la prise est peu importante et que l'enquêteur peut compter le nombre de poissons sans difficulté, il le fait et en mesure un certain nombre, tirés au hasard. Le poids d'un individu mesuré peut être estimé à l'aide d'une relation taille-poids. Chaque fréquence de taille est incrémentée de 0,5 cm car sur le terrain, les mesures sont faites au centimètre inférieur.

L'échantillonnage se faisant en nombre d'individus (soit N_t le nombre total et n le nombre d'individus mesurés dans cet échantillon), le nombre d'individus de la classe c dans n sera n_c ; alors le nombre total d'individus de la classe c contenu dans la pirogue sera :

$$\frac{N_t}{n} N_c$$

Lorsque la prise est importante et les poissons sont trop nombreux pour pouvoir être rapidement dénombrés de manière exacte, l'enquêteur estime "à vue" le poids de la prise et mesure quelques individus selon l'importance commerciale de l'espèce.

L'échantillonnage étant fait en poids (soit P_t le poids total), les distributions de fréquences sont converties en poids (soit p) à partir de la relation taille-poids, puis on extrapole ces distributions au poids total débarqué. En d'autres termes, si P_c est le poids de la classe c dans p, le poids total des individus de cette classe au niveau de la pirogue sera :

$$\frac{P_t}{p} P_c$$

Connaissant le poids moyen par classe, on convertit alors cette valeur en nombre d'individus.

Au niveau de la prise totale, les distributions de fréquence ainsi obtenues sont ensuite extrapolées aux débarquements totaux effectués dans le port considéré et pour l'espèce concernée.

Les espèces et les données disponibles

De 1974 à 1982, seules les espèces telles que le tassergal (*Pomatomus saltator*), le tiof (*Epinephelus aenus*), les sardinelles (*Sardinella aurita* et *Sardinella maderensis*), le pageot (*Pagellus bellottii*), la seiche (*Sepia offinalis*) et le rouget (*Pseudupeneus prayensis*) étaient mesurées jusqu'à l'obtention du mode. Pour toutes les autres espèces, cinq individus étaient mesurés.

A partir de 1983, les espèces capturées par les pêcheurs artisans du Sénégal ont été divisées en trois groupes :

- les espèces commercialement intéressantes qui ont fait ou font actuellement l'objet d'une étude suivie au CRODT. Pour ces espèces, les enquêteurs sont tenus d'en mesurer le maximum possible. Il s'agit de :

Ethmalosa fimbriata	*Pomatomus saltator*
Sardinella aurita	*Pagellus bellotii*
Sardinella maderensis	*Sparus caeruleostictus*
Epinephelus aeneus	*Sparus japonicus*
Pomadasys jubelini	*Euthynnus alleteratus*
Pseudotolithus senegalensis	*Istiophorus sp.*
Decapterus rhonchus	*Sepia officinalis hierreda*

- Les espèces d'intérêt moindre mais pouvant faire l'objet d'études ultérieurement ; pour celles-ci, les enquêteurs mesureront un maximum de cinq individus par pirogue. Ces espèces sont :

Arius spp.	*Caranx carangus*
Mugil sp.	*Campogramma glaycos*
Epinephelus guaza	*Balistes carolinensis*
Epinephelus goreensis	*Dentex canariensis*
Cephalopholis taeniops	*Dentex gibbosus*
Brachydeuterus auritus	*Scomberomerus tritor*
Plectorhynchus mediterraneum	*Sarda sarda*
Parapristipoma octolineatum	*Trichiurus lepturus*
Argyrosomus regius	

- Pour toutes les autres espèces, il n'y a pas de mensurations.

Les fréquences de tailles, pour les espèces citées précédemment, sont disponibles pour les ports et les années suivants :

Kayar	de 1974 à 1991
Saint-Louis	" "
Soumbédioune	de 1976 à 1991
Hann	de 1981 à 1991
Mbour	de 1981 à 1991
Joal	de 1982 à 1991
Yoff	de 1979 à 1991

Les engins de pêche artisanale pour lesquels ces fréquences de taille sont disponibles sont :

la pirogue voile ligne ;
la pirogue moteur ligne ;
le filet dormant ligne ;
la pirogue glacière à ligne ;
la senne tournante ;
le filet maillant encerclant ;
la senne de plage ;
la ligne casier seiche ;
la ligne traîne ;
le filet dormant à poisson;
le filet dormant à sole ;
le filet dormant à ethmalose ;
le filet dormant à langouste ;
le filet dormant à yett ;
La pêche sous-marine.

Pêche pélagique côtière

Ce programme assure la collecte et le traitement des statistiques de la pêcherie pélagique côtière. Les données sont collectées principalement au port de Dakar pour la pêche industrielle. En ce qui concerne la pêche artisanale, les informations sont recueillies dans les centres de débarquement de M'Bour et Joal. En effet, c'est au niveau de ces centres que se trouve la fraction importante des filets tournants (sennes tournantes et filets maillants encerclants) capturant les espèces pélagiques côtières.

Filets tournants de M'Bour et Joal

Parallèlement aux enquêtes sur les débarquements, des fréquences de taille sont collectées à partir d'échantillons prélevés au moment des débarquements.

Ces échantillons sont prélevés soit directement des pirogues sur la plage soit dans les aires de conditionnement au niveau du centre de mareyage.

Le débarquement des captures se faisant dans des paniers, généralement une fraction de panier est mesurée. La feuille de fréquence porte le même numéro d'identification que la pirogue d'origine de l'échantillon.

Plusieurs espèces sont mesurées pour avoir des échantillons représentatifs des débarquements.

Toutes les mesures de taille sont faites au demi-centimètre inférieur (longueur fourche).

Des clés de relation taille-poids déjà établies pour les principales espèces pélagiques côtières permettent de calculer le poids de chaque espèce dans l'échantillon et déterminer son pourcentage qui sera ensuite rapporté à la prise totale de la pirogue.

Le programme informatique permet d'extrapoler les fréquences de taille des échantillons à l'ensemble des captures des filets tournants.

Sardiniers Dakarois

Un enquêteur basé au Port de Dakar est chargé de la collecte des statistiques de pêche et des mensurations de poisson. Le système de mesure décrit pour les filets tournants est valable pour les sardiniers. Il faut seulement noter qu'ici ce sont des bacs de 50 kg qui servent au débarquement et à la vente du produit

Espèces mesurées et données disponibles

Les sardinelles (*Sardinella aurita* et *Sardinella maderensis*) représentent plus de 80 % de la totalité des fréquences observées, viennent ensuite l'ethmalose (*Ethmalosa fimbriata*), les carpes (Pomadasys sp.), les chinchards (*Trachurus sp.*), le pelon (*Brachydeuterus auritus*), la bonite (*Euthynnus alleteratus*), le plat plat (*Chloroscombrus chrysurus*) et le machoiron (Arius sp.).

Les données disponibles sont :

- M'BOUR (sennes tournantes et filets maillants) de Novembre 1976 à Décembre 1992,
  (filets maillants) de 1968 à 1973
- JOAL (sennes tournantes et filets maillants) d'Avril 1977 à Décembre 1992,
  (filets maillants) de 1968 à 1973
- PORT de DAKAR de 1966 à 1992.

Pêche démersale

La collecte des fréquences de taille est successivement décrite pour les débarquements des chalutiers et pendant les campagnes de chalutage.

Débarquements des chalutiers

Depuis 1973, des mensurations sur les principales espèces de poissons capturées par les chalutiers au large du Sénégal sont effectuées à intervalle régulier dans les usines de traitement des produits de la pêche industrielle à Dakar. La plupart de ces espèces sont aussi exploitées par la pêche artisanale.

Les individus mesurés, au cm inférieur de longueur à la fourche (ou de longueur totale s'il n'existe pas de fourche caudale), proviennent exclusivement des chalutiers glaciers du fait des difficultés d'effectuer des mesures pour les chalutiers congélateurs.

Les chalutiers congélateurs rejettent souvent plus de poissons que les chalutiers glaciers, la différence étant surtout formée par les juvéniles des espèces commercialisées. Ces poissons morts, ou moribonds, sont enlevés de la population et l'on peut supposer que les captures des congélateurs sont similaires en taille à celle des glaciers.

Une chaîne de traitement informatique a été élaborée (CAVERIVIERE, 1986a) pour transformer les données brutes en distributions de fréquences par période et zone de pêche, pondérées par les prises débarquées. Rappelons brièvement qu'une pondération et une extrapolation ont lieu. La pondération amène l'échantillon à la prise du chalutier, l'extrapolation amène les prises pour l'ensemble des chalutiers échantillonnés aux prises de l'ensemble de la flottille chalutière, glaciers plus congélateurs. Les structures de taille en nombre résultantes sont donc censées représenter les captures de l'ensemble de la flotte industrielle, hormis les rejets correspondants aux chalutiers glaciers.

Quinze espèces ont fait l'objet de mensurations, pas toujours à partir de 1973. Les nombres d'échantillons et d'individus mesurés par espèce et par année sont indiqués aux tableaux (1a, 1b, 1c, 1d, 1e).

A partir des structures de taille ainsi constituées, une étude (CAVERIVIERE et THIAM, 1993) a été réalisée sur l'évolution des tailles moyennes de 1973 à 1989, l'évaluation des rejets par comparaison avec les structures de taille relevées par les navires de recherche, l'estimation des mortalités pour la partie pleinement recrutée des courbes de captures par âge.

Campagnes de chalutage

Dans la décade 1970-1980 de nombreuses distributions de fréquences ont été réalisées lors des chalutages expérimentaux de N/O Laurent Amaro. Elles ont servi à la rédaction de plusieurs articles et thèses, en particulier les mensurations de *Pagellus bellottii* et *Sparus caeruleostictus* (DOMAIN, 1980, *Galeoides decadactylus* (LOPEZ, 1979), *Pseudotolithus senegalensis* (SUN, 1975), *Pagellus bellottii* (FRANQUEVILLE, 1983), *Pseudupeneus prayensis* (CHABANNE, 1987). Une étude est actuellement en cours pour la comparaison des tailles moyennes pendant cette période avec celles des campagnes plus récentes (1986-1991) du Louis Sauger.

	Pseudotolithus senegalensis				Pseudotolithus typus				Galeoides decadactylus			
ANNEES	T.M. cm.	E.T.	n ech	n indiv.	T.M.	E.T.	n ech.	n indiv.	T.M.	E.T.	n ech.	n indiv.
1973	33.2	6.1	16	1025								
1974	34.9	6.3	89	11326	41.8	6.6	14	155				
1975	30.6	6.2	28	3715			3	120				
1976	31.5	5.7	36	3585	36.7	6.7	35	1772	23.1	3.2	60	7 831
1977	31.4	6.3	60	7476	36.9	6.6	57	1640	21.6	3.5	47	6 261
1978	29.9	5.4	42	5001	34.7	6.5	33	1816	21.5	3.3	66	8 783
1979	31.1	6.9	35	3416	35.9	7.5	31	1429	21.2	3.8	60	7 264
1980	31.8	6.2	6	712			0	0	21.1	3.8	64	7 266
1981			0	0			0	0	21.1	4.0	51	5 487
1982			0	0			0	0	20.7	3.8	49	5 241
1983			0	0			0	0	20.6	4.1	53	5 404
1984	31.5	7.3	9	912			4	183	21.7	4.1	49	4 784
1985	30.7	6.4	24	1935	37.0	8.6	22	1144	21.2	4.5	35	3 853
1986	28.6	5.3	12	1148	34.6	6.3	11	730	21.2	4.5	29	3 336
1987	30.4	6.4	11	1178	40.5	9.2	9	253	21.6	4.4	33	3 869
1988	29.4	6.8	11	1080	37.8	6.9	8	252	21.1	4.5	28	3 275
1989	31.4	7.5	18	2400	45.2	11.5	18	498	22.1	4.9	19	2 517
TAILLE MAX	(68 cm LF)				94 cm LF				40 cm LF			

	Arius spp				Pomadasys spp				Cynoglossus canariensis			
ANNEES	T.M. cm.	E.T.	n ech	n indiv.	T.M.	E.T.	n ech.	n indiv.	T.M.	E.T.	n ech.	n indiv.
1973					23.2	5.0	37	2654	35.2	4.4	12	881
1974					23.4	4.2	41	3968			1	34
1975					22.8	3.8	17	1793			4	482
1976					24.7	3.7	14	1290	35.0	4.9	53	6577
1977					22.8	4.3	52	5152	32.1	5.4	45	4907
1978					22.5	4.1	23	2816	33.0	5.1	33	3521
1979	30.2	7.3	34	3393	22.9	4.3	37	4062	32.0	5.2	49	4212
1980	34	7.0	39	3821	24.1	5.1	57	5702	33.5	5.0	49	3576
1981	33	7.5	28	2991	24.7	5.2	45	4529	34.0	5.7	43	2707
1982	31.8	8.1	25	2695	23.6	4.7	44	4295	35.2	5.5	44	3270
1983	20.4	9.0	16	1605	25.0	5.3	49	4690	33.3	6.1	42	2388
1984	34.3	6.9	5	488	24.7	5.5	49	4759	31.0	5.5	27	1824
1985	30.7	5.1	8	672	22.0	4.9	41	4063	32.8	6.6	17	1183
1986	30.5	5.8	7	848	23.5	5.2	36	3881	32.4	5.5	24	1346
1987	30.3	6.6	10	1224	26.2	5.9	36	4117	29.9	4.7	16	1082
1988	33.9	7.7	11	1366	26.3	6.0	36	4409	30.2	6.9	17	1150
1989			3	366	27.5	6.7	37	4751	31.0	5.5	8	368
TAILLE MAX	(74 cm LF)				61 cm LF				59 cm LF			

Tableaux 1a et 1b : Tailles moyennes (T.M.) avec leur écart-type (E.T.), le nombre d'échantillons (n.éch.) et le nombre d'individus mesurés (n. indiv.) pour les principales espèces du plateau continental sénégalais.

La taille maximale (longueur à la fourche ou longeur totale) rencontrée est indiquée en fin de tableau.

	Cynoglossus monodi				Cynoglossus senegalensis				Drepane africana			
ANNEES	T.M. cm.	E.T.	n ech	n indiv.	T.M.	E.T.	n ech.	n indiv.	T.M.	E.T.	n ech.	n indiv.
1973	32.5	4.6	13	297	38.1	5.8	16	1258	23.5	4.7	25	1824
1974			1	7			2	253	27.3	4.0	7	361
1975			0	0			2	222			0	0
1976			0	0	35.6	5.5	44	5207			0	0
1977	33.7	4.1	17	1081	34.5	5.8	54	6211	20.5	4.3	34	3421
1978	33.4	3.3	18	890	35.0	6.1	48	5472	19.2	3.4	25	2656
1979	33.4	4.0	19	652	34.3	5.9	46	4610	21.5	4.4	28	2872
1980	34.6	4.0	23	827	35.0	6.5	52	4601	21.1	4.9	32	2880
1981	35.2	4.4	27	1002	36.7	6.3	56	4053	22.8	4.9	29	2560
1982	36.7	3.3	19	527	37.9	5.8	42	2962	21.1	5.6	21	1794
1983	35.8	3.7	27	1053	36.7	6.2	54	3739	22.2	5.7	22	1958
1984	31.3	6.2	13	377	36.5	5.5	38	3406	23.3	6.5	9	715
1985	35.1	4.1	7	108	34.3	7	26	2245	20.5	5.1	11	939
1986	33.8	3.9	21	577	35.6	5.8	32	3145			4	489
1987	32.5	5	7	319	33.8	6.3	22	2397	15.4	4.2	7	671
1988	33.3	4.3	13	227	36.5	6.2	27	3647	23.2	5.3	13	1367
1989			2	47	35.1	6.4	22	3468			4	495
TAILLE MAX	(55 cm LF)				71 cm LF				43 cm LF			

	Pagellus bellottii.				Sparus caeruleostictus				Plectorhynchus mediter.			
ANNEES	T.M. cm.	E.T.	n ech	n indiv.	T.M.	E.T.	n ech.	n indiv.	T.M.	E.T.	n ech.	n indiv.
1973	18.4	2.1	36	2972							3	115
1974	19.2	2.1	30	2895							0	0
1975	19.2	2.0	32	2867							0	0
1976	19	1.9	56	7457							0	0
1977	18.9	2.1	65	8379							0	0
1978	18.2	2.5	61	7383							0	0
1979	17.1	2.4	70	7034					25.5	3.6	9	989
1980	18.0	2.5	67	6184	22.1	4.0	53	4610	27.9	3.8	33	2969
1981	18.7	2.2	57	4754	23.5	4.0	42	3437	28.0	3.9	27	2271
1982	18.8	2.7	52	4528	22.2	3.8	41	3110	26.4	4.3	24	2097
1983	17.8	2.4	55	4425	22.2	3.0	30	2310	23.8	4.0	18	1721
1984	18.5	2.2	42	3515	23.1	4.8	26	1738	25.6	3.4	9	848
1985	18.4	2.7	43	3393	21	3.8	22	1846	26.7	3.8	14	1422
1986	18.4	2.4	29	2364	22.8	3.3	20	1849	26.3	3.3	8	872
1987	18.4	2.0	36	2887	20.6	3.5	9	777	26.8	4.1	12	1218
1988	17.7	2.3	38	3373	21.9	3.2	16	1523	25.6	4.7	13	1446
1989	17.7	2.0	20	1886	21.1	3.7	16	1643	25.1	4.2	10	986
TAILLE MAX	(32 cm LF)				47 cm LF				56 cm LF			

Tableaux 1c et 1d : Tailles moyennes (T.M.) avec leur écart-type (E.T.), le nombre d'échantillons (n.éch.) et le nombre d'individus (n.indiv.) pour les principales espèces du plateau continental sénégalais.

La taille maximale (longueur à la fourche ou longueur totale) rencontrée est indiquée en fin de tableau.

	Dentex canariensis				Dentex macrophthalmus				Brotula barbata			
ANNEES	T.M. cm.	E.T.	n ech	n indiv.	T.M.	E.T.	n ech.	n indiv.	T.M.	E.T.	n ech.	n indiv.
1973												
1974							1	103	48.8	7.2	7	571
1975							4	457			0	0
1976					17.7	2.3	9	1213			0	0
1977					16.6	2.0	33	4036	46.7	9.0	14	1766
1978					15.9	1.8	9	1062			4	555
1979					15.5	2.5	19	2179	39.2	8.4	17	2115
1980	25.6	3.7	7	150	18.2	2.8	19	1677	41.5	7.3	15	1777
1981	22.3	2.5	10	168	17.0	1.6	23	1721	46.0	8.9	10	1070
1982	24.0	2.9	9	348	17.7	3.1	28	2529	45.1	7.9	8	907
1983			1	57	16.7	2.0	14	1145			4	496
1984			3	164	18.5	2.5	16	1340			0	0
1985			4	44	17.4	2.3	19	1536	41.1	8.5	8	928
1986			3	97			4	222			2	291
1987			0	0	17.0		10	807	39.0	9.0	5	707
1988			1	8			4	368			2	260
1989			1	17		2.7	2	195		2	2	257
TAILLE MAX	(36 cm LF)				32 cm LF				76 cm LF			

Tableau 1e : Tailles moyennes (T.M.) avec leur écart-type (E.T.), le nombre d'échantillons (n. éch.) et le nombre d'individus mesurés (n. indiv.) pour les principales espèces du plateau continental sénégalais.

La taille maximale (longueur à la fourche ou longeur totale) rencontrée est indiquée en fin de tableau.

Les distributions de fréquences relevées lors des campagnes de chalutage stratifié du N/0 Louis Sauger sur l'ensemble du plateau continental sénégalais entre 1986 et 1991, ont été utilisées après traitements informatique (CAVERIVIERE, 1986) pour suivre l'évolution des tailles moyennes et estimer les coefficients de mortalité totale (CAVERIVIERE et THIAM, 1992). L'étude porte sur 13 espèces et 8 campagnes (tableau 2).

TRAVAUX RÉALISÉS

La liste des publications citées ci-après n'est pas exhaustive. Elle donne des indications sur les possibilités d'exploitation des données de fréquences de taille.

Pêche artisanale

CHAMPAGNAT (C.),Editeur, 1983. Pêche, biologie et dynamique du Tassergal (*Pomatomus saltator*, linnaeus, 1766) sur les côtes sénégalo-mauritaniennes. *Documents et Travaux ORSTOM. 279p.*

CURY (P.),WORMS (J.) 1982. Pêche, biologie et dynamique du tiof (*Epinephelus aeneus* Saint-Hilaire, 1817) sur les côtes sénégalaises. *Doc. Sci. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 82,88p.*

CAMPAGNE	LS 8614	LS8709	LS8717	LS8806	LS8905	LS8912	LS9002	LS9102
ESPECES	(C)	(F)	(C)	(F)	(F)	(C)	(F)	(F)
Arius Heudeloti	17.8 (13) 720		27.4 (18) 568	20.4 (20) 694				
Galeoides decadactylus	13.7 (16) 811	15.2 (14) 547	15.0 (11) 467	16.7 (9) 361	18.4 (4) 172	11.1 (9) 443		
Pomadasys jubelini	33.5 (6) 243	27.6 (18) 800	29.1 (10) 485	25 (18) 914	27.0 (8) 241	30.3 (10) 498	25.8 (9) 252	
Pomadasys peroteti	26.6 (10) 432		26.2 (5) 194					28.2 (4) 203
Brachydeuterus auritus	14.2 (28) 1795	13.1 (24)1131	14.2 (26)1366	15.6 (18) 777	16.9 (13) 534	12.8 (18) 890	15.0 (6) 347	12.0 (13) 588
Pseudotolithus senegalensis	27.8 (11) 438	29.4 (10) 502	29.1 (15) 533	28.8 (6) 364	23.1 (10) 358	26.7 (7) 302		25.1 (6) 244
Pseudupeneus prayensis	16.0 (26)1435	16.3 (24)1107	17.4 (26)1180	14.9 (29)1694	17.2 (26) 1042	13.1 (16) 592	15.5 (18)1016	17.3 (27)1458
Dentex canariensis	30.5 (4) 155	28.5 (6) 110			23.9 (4) 101			22.1 (5) 73
Dentex angolensis	15.2 (23)1462	16 (7) 259		16.5 (15) 882	15.0 (19) 816	14.6 (13) 633	15.6 (21)1148	15.7 (20) 979
Pagellus bellottii	16.8 (32)1684	16.1 (24)1069	16.5 (32)1347	15.0 (38)1759	16.0 (35)1656	13.6 (33) 1614	13.1 (38)2038	14.4 (45)2455
Sparus caeruleostictus	16.9 (23) 991	14.8 (28) 979	18.2 (11) 498	17.6 (6) 283	15.2 (4) 144	11.3 (13) 593	11.5 (14) 547	12.3 (13) 502
Plectorhynchus mediterraneus		29.3 (23) 882	28.2 (8) 300				28.7 (6) 273	
Cynoglossus canariensis	30.5 (11) 316		31.4 (4) 73			30.1 (4) 122	33.7 (5) 136	32.7 (7) 185

Tableau 2 : Tailles moyennes des principales espèces du plateau continental sénégalais lors des 8 campagnes de chalutage stratifié réalisées entre 1986 et 1991.

La deuxième ligne représente le nombre d'échantillons (entre parenthèses) et le nombre d'individus
Les tailles sont en cm de longueur à la fourche (quand celle-ci existe) ou de longueur totale.
(c) = saison chaude ; (F) = saison froide.

GIRET (M.) 1974. Biologie et pêche de *Pagrus ehrenbergi* sur les côtes du Sénégal.. *Doc.Sci.Cent.Rech.Océanogr. Dakar-Thiaroye, 57,29p.*

BAKHAYOKHO (M.),1980. Pêche et biologie des céphalopodes exploités sur les côtes du Sénégal (12°20' N- 16°03' N). *Thèse Doct. 3e cycle. Univ. Bretagne Occidentale. 119p.*

GONZALES Alberdi, (P.) 1971. Biologie et pêche du Sompat (*Pomadasys jubelini* Cuvier,1830) des eaux sénégalaises. *Doc. Sci. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, 30, 32p.*

Pêche pélagique côtière

SAMB (B.), 1986. Seasonal growth, mortality, recruitment pattern of *Sardinella maderensis* off Senegal. Hirtshals, Danemark 5 au 30 Mai 1986. *Consultants d'experts FAO/DANIDA. Fisheries Report n° 389. FIRM/R389-257-271p.*

SAMB (B.), 1990. Contribution à la connaissance de la biologie de *Brachydeuterus auritus* (Val. 1831) des eaux sénégalaises. *Sous presse.*

CRODT, 1986. Rapport du groupe de travail "Sardinelles". CRODT 21 au 26 Mai *1984. Arch. CRODT n°148,44p.*

COPACE, 1989. Rapport des groupes de travail ad hoc sur la sardine, les chinchards et les maquereaux dans la région Nord du COPACE. *COPACE PACE series 90.50.*

Pêche démersale

CAVERIVIERE (A.), 1986a.- Chaîne de programmes informatiques utilisée pour le traitement des mensurations effectuées au port sur les espèces démersales débarquées par les chalutiers. *CRODT, Arch. scient. n° 147, 38 p.*

CAVERIVIERE (A.), 1986b.- Traitement informatique des données recueillies lors des campagnes expérimentales de chalutage. *CRODT, Arch. Scient. n° 149, 45 p.*

CAVERIVIERE (A.) et THIAM (M.), 1992.- Estimation des niveaux d'exploitation des espèces démersales du plateau continental sénégalais à partir des campagnes de chalutage stratifié (1986-1991). *CRODT, Doc. Scient. n° 132, 147 p.*

CAVERIVIERE (A.) et THIAM (M.), 1993.- Etude des structures de taille des principales espèces de poissons débarquées par les chalutiers glaciers entre 1973 et 1989. *CRODT, Doc. Scient. (sous presse), 59 p.*

CHABANNE (J.), 1987.- Le peuplement des fonds durs et sableux du plateau continental sénégambien. Etude de sa pêcherie chalutière. Biologie et dynamique d'une espèce caractéristique : le rouget (*Pseudupeneus prayensis*). *Editions de l'ORSTOM, Coll. Etudes et Thèses, Paris, 355 p.*

DOMAIN (F.), 1980.- Contribution à la connaissance de l'écologie des poissons démersaux du plateau continental sénégalo-mauritanien. Les ressources démersales dans le contexte général du golfe de Guinée. *Thèse Doc. Etat Sciences Nat., Univ. Paris VI, 2 vol., 342 et 68 p.*

FRANQUEVILLE (C.), 1983.- Biologie et dynamique de population des daurades (*Pagellus bellottii*) le long des côtes sénégambiennes. *Thèse Doc. Etat Scien. Nat., Univ. Aix Marseille II, 276 p.*

LOPEZ (J.), 1979.- Biologie et dynamique de *Galeoides decadactylus* (Bloch, 1795) du plateau continental sénégambien. *Thèse Doc. 3e cycle, Univer. de Bretagne Occidentale, Océanogr., 172 p.*

SUN (C.), 1975.- Etude de la biologie et de la dynamique de *Pseudotolithus senegalensis* V. (1833). Poisson Sciaenidae sur la côte sénégalaise. *Thèse Doct. Université, Univ. Bretagne Occid., 180p.*

Tailles moyennes et taux d'exploitation approchés des principales espèces de poissons débarquées par les chalutiers glaciers entre 1973 et 1989

A. Caverivière et M. Thiam.

RÉSUMÉ :

Les évolutions des tailles moyennes et des taux d'exploitation approchés (mortalités issues de courbes de captures), estimés à partir des structures de taille des principales espèces de poissons débarquées à Dakar par les chalutiers glaciers dakarois, sont analysées pour la période 1973-1989.

Durant les dernières années de la période d'étude, les espèces les plus côtières montrent généralement des tailles moyennes en augmentation et des taux d'exploitation stables ou en diminution. Cette évolution est mise en relation avec une meilleure protection de la zone côtière interdite au chalutage. Les zones estuariennes et littorales joueraient ainsi un rôle de réservoir pour les populations côtières exploitées; il en serait de même du rebord supérieur du talus pour les espèces profondes dont les populations débordent du plateau continental.

Les espèces dont les tailles moyennes et les taux d'exploitation indiquent une évolution plutôt inverse appartiennent au peuplement intermédiaire et apparenté, dont les populations, jeunes et adultes, sont totalement accessibles au chalutage.

Les taux d'exploitation des espèces côtières sont très généralement plus faibles que ceux des espèces intermédiaires et profondes ; les valeurs semblent cependant toujours proches ou supérieures à 0,5 qui peut marquer le début de la surexploitation biologique.

Les résultats de cette étude sont en accord avec ceux obtenus lors des campagnes expérimentales de chalutage réalisées entre 1986 et 1991.

ABSTRACT :

Evolutions of mean lengths and mortality rates (catch curve method) are studied from the length frequencies of fishes. They concern the main fish species landed by ice trawlers in the Dakar harbour during the period 1973 - 1989.

In the last years of the studied period, the more coastal species generally show an increase in the mean lengths and equilibrium or decreasing mortality rates. This evolution is probably related to a better protection of the coastal area within which the trawling activities are prohibited. Thus, estuarian and littoral areas could act as reserves for the exploited populations of the coastal species. The continental slope could act in similar way for the deep species which are mainly exploited on the continental shelf.

On the contrary, the species which rather show an opposite evolution of their mean lengths and mortality rates, belong to the intermediate community, with populations (young and adults) fully open to the trawling gears.

The exploitation levels of the coastal species are often lower than these of the intermediate and deep species. However, the values appear always close to or higher than 0.5, this last value can mark the beginning of the biological over-exploitation.

These results are in agreement with those of trawling surveys carried out in Senegalese waters between 1986 and 1991.

INTRODUCTION

Depuis 1973, des mensurations sur les principales espèces de poissons capturées par les chalutiers au large du Sénégal, sont effectuées à intervalle régulier dans les usines de traitement des produits de la pêche à Dakar. La plupart de ces espèces sont aussi exploitées par la pêche artisanale, mais l'étude des structures de taille ne portera que sur la pêche industrielle.

Les individus mesurés proviennent exclusivement de chalutiers glaciers, étant donné la difficulté d'effectuer des mesures à partir des chalutiers congélateurs qui débarquent des produits congelés. Les chalutiers congélateurs rejettent souvent plus de poissons que les chalutiers glaciers, la différence étant surtout composée de juvéniles d'espèces commercialisées. Ces poissons morts, ou moribonds, sont enlevés de la population et l'on peut supposer que les captures des congélateurs sont similaires en taille à celle des glaciers.

Après regroupement et pondération des échantillons en structures de taille résultantes, l'on pourra suivre l'évolution des tailles moyennes, évaluer grossièrement les rejets par comparaison avec les structures de taille relevées par les navires de recherche, estimer les mortalités pour la partie pleinement recrutée des courbes de capture par âge.

Quinze espèces ont fait l'objet de mensurations, au mieux à partir de 1973. Seul le regroupement "toutes zones" par année est pris en compte dans l'étude, puisque supposé être représentatif de l'ensemble du plateau continental sénégalais pris comme unité de stocks.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Les espèces étudiées et les captures débarquées

Les espèces commercialisées appartiennent à trois grands peuplements (Domain, 1980) : le peuplement littoral, le peuplement intermédiaire, le peuplement du rebord du plateau continental (espèces profondes).

Les quinze espèces étudiées sont les suivantes :

Espèces littorales :

* *Pseudotolithus senegalensis* (Sciaenidae). Cette espèce est commercialisée sous le nom de capitaine ; à partir de 1985 les jeunes sont souvent inclus dans l'appellation "ombrine" où ils dominent d'autres petits Sciaenidés.

* *Pseudotolithus typus* (Sciaenidae). L'espèce est commercialisée sous les mêmes noms que l'espèce précédente, mais elle est plus côtière.

* *Galeoides decadactylus* (Polynemidae) ou "thiekem".

* *Arius spp.* (Ariidae). Les machoirons sont composés de plusieurs espèces qu'il est difficile de différencier extérieurement. *A. heudeloti* est la principale espèce capturée par les chalutiers au Sénégal.

* *Pomadasys spp.* (Pomadasyidae). Les mesures portent sur *Pomadasys jubelini* et *P. peroteti*. Ces deux espèces se rencontrent ensemble, avec les mêmes gammes de taille, dans les traits de chalut. Elles sont commercialisées sous le nom de carpes blanches ou "sompatts".

* *Cynoglossus canariensis* (Cynoglossidae). C'est la principale espèce de soles langues

capturées par les chalutiers; c'est une espèce eurybathe qui se rapproche des espèces intermédiaires.

* *Cynoglossus monodi* (Cynoglossidae). C'est une espèce de sole langue, mais très côtière.

* *Cynoglossus senegalensis* (Cynoglossidae). Cette sole langue est plus côtière que *C. canariensis* mais a une distribution plus étendue que *C. monodi.*

* *Drepane africana* (Drepanidae) ou disque.

Espèces intermédiaires :

* *Pagellus bellottii* (Sparidae), espèce commercialisée sous le nom de pageot.

* *Sparus caeruleostictus* (Sparidae), espèce commercialisée sous le nom de dorade rose avec d'autres Sparidae dont les *Dentex spp.*

* *Dentex canariensis* (Sparidae). Cette espèce est également appelée dorade rose.

* *Plectorhynchus mediterraneus* (Haemillidae). L'espèce est connue sous les noms communs de dorade grise ou diagramme.

Espèces profondes :

* *Dentex macrophthalmus*. Egalement connue sous le nom de dorade rose, elle est souvent confondue avec *Dentex congoensis* qui lui est biologiquement très proche.

* *Brotula barbata* (Ophidiidae). Cette espèce est commercialisée sous le nom de brotule.

Le tableau 1 donne les mises à terre globales annuelles effectuées, tant par la pêche industrielle qu'artisanale, pour les différentes appellations commerciales des espèces étudiées, ainsi que les valeurs de l'effort de pêche théorique exercé sur l'ensemble du plateau continental sénégalais 10-100 mètres (cf. Caverivière et Thiam, 1992b). Ces données pourront être utiles pour commenter l'évolution des tailles moyennes, qui en principe, doivent diminuer quand le niveau d'exploitation s'accroît notablement, et l'évolution des mortalités.

Structures de taille

Une chaîne de traitement informatique a été élaborée (Caverivière, 1986) pour transformer les données brutes en distributions de fréquence par période et zone de pêche, pondérées par les prises totales débarquées. Rappelons brièvement qu'une pondération et une extrapolation sont effectuées. La pondération élève l'échantillon à la prise du chalutier, l'extrapolation amène les prises de l'ensemble des chalutiers échantillonnés aux prises totales de la flottille chalutière, glaciers et congélateurs. Les structures de taille en nombre, résultant des deux opérations, représentent alors les captures de l'ensemble de la flotte industrielle, hormis les rejets opérés par les chalutiers glaciers et les congélateurs.

Les tailles moyennes correspondent jusqu'en 1988 à des ouvertures de maille des

culs de chalut de 37-46 mm pour les chalutiers spécialisés dans la pêche des crevettes et des rougets ; elles doivent en principe être plus grandes pour les autres chalutiers, réglementairement 70 mm, mais cette réglementation n'a guère été appliquée. A partir de 1988, une nouvelle réglementation, mieux contrôlée, à porté l'ouverture de maille des chalutiers crevettiers et rougettiers à 50 mm, celle des autres chalutiers à 70 mm (avec possible dérogation à 65 mm). Ces tailles moyennes pourront être comparées avec celles obtenues (tableau 3, d'après Caverivière et Thiam, 1992) lors de campagnes de chalutage réalisées par le N/O Louis Sauger entre 1986 et 1991, avec un cul de chalut de 46 mm d'ouverture de maille ; des indications sur le recrutement dans la zone de pêche et les rejets pourront en être tirées.

	Capitaines	Ombrines	Tiekem	Machoirons	Carpes blanches	Soles langues	Drepane africain	Pageot	Dorades roses	Diagramme	Brotule	Effort tot. théorique
1971	930				(1 710)	1 380	10			280	5	
1972	1 850		160		(1 160)	2 490	100	2 120		260	1	
1973	3 330		910		(3 420)	2 310	350	2 490		410	10	
1974	3 010		520		(2 740)	2 800	180	2 190	2 700	530	930	
1975	2 850		430		(2 120)	2 050	80	3 250	3 490	540	630	
1976	3 700		920		(2 450)	3 030	380	2 810	3 510	520	710	
1977	5 590		1 340	4 090	3 570	3 100	440	7 800	4 110	980	2 640	476
1978	7 620		1 680	5 870	3 410	4 230	410	5 980	2 610	1 200	890	498
1979	9 080		2 460	7 350	3 750	4 130	550	5 270	2 720	1 410	2 160	541
1980	10 460		4 200	7 240	4 210	4 730	590	5 910	3 010	1 230	1 390	676
1981	9 230		5 160	11 230	5 180	4 190	970	8 900	3 580	1 100	1 930	757
1982	6 800		5 250	9 670	6 480	4 600	670	9 720	6 330	1 440	2 460	1016
1983	6 490		5 620	11 030	6 660	4 320	850	10 560	4 330	1 570	650	974
1984	5 880		5 470	9 880	7 850	3 550	640	11 200	4 580	2 000	1 690	997
1985	5 130	7 290	6 090	7 800	4 950	4 630	880	12 170	3 960	1 790	3 830	998
1986	2 830	6 390	6 120	8 170	7 860	4 130	360	10 560	6 470	1 840	2 990	1090
1987	2 240	5 850	6 200	8 490	6 570	4 160	410	8 780	6 700	2 560	1 210	1163
1988	2 140	6 610	6 540	7 740	7 720	4 730	580	5 970	5 060	2 310	820	1254
1989	1 770	4 540	4 440	7 150	5 530	3 540	390	6 170	4 890	2 200	740	1372

Tableau 1 : Prises totales (tonnes), pêches industrielle et artisanale confondues de 1971 à 1989, plateau continental sénégalais (source, CRODT). ( ) estimations

Étude des mortalités et des taux d'exploitation

Rappelons tout d'abord que les données de la pêche artisanale, qui capture des quantités non négligeables de certaines des espèces étudiées, ne sont pas prises en compte. Cela peut poser un problème potentiel si les structures de taille des captures ne sont pas similaires dans les deux pêcheries. Ce problème est cependant réduit dans le cas d'un suivi d'une évolution pluriannuelle si la part des captures pêche industrielle/pêche artisanale est assez stable. Dans cette hypothèse, il ne sera donc

accordé qu'une valeur relative aux coefficients de mortalité calculés, l'intérêt étant d'obtenir des ordres de grandeur et d'en suivre l'évolution dans le temps.

Nous avons utilisé, pour l'estimation des mortalités, les courbes de captures par âge issues des fréquences de longueur. La méthode a été décrite en détail par Brêthes et O'Boyle (1990) ; elle a été mise en oeuvre à partir du logiciel "ELEFAN" de Gayanilo *et al.* (1988). Les hypothèses de base pour le calcul des mortalités à partir d'une distribution annuelle (recrutements, coefficients de capturabilité et croissances constants dans le temps) sont supposées assez correctement remplies, en particulier celle qui a trait à la constance relative du recrutement pour les différentes classes d'âge présentes dans la distribution (Caverivière, 1982). Par contre, l'hypothèse concernant une stabilité suffisante dans le temps de l'état d'exploitation, avant d'utiliser une courbe de capture pour l'estimation des mortalités, est sans doute souvent mal satisfaite. C'est cependant plus l'évolution des taux de mortalité que leurs valeurs absolues qui nous intéresse dans cette étude.

Pour être utilisée, la méthode a besoin des équations de croissance de Von Bertalanffy en âge absolu ou relatif ; nous en disposons pour 11 espèces, dont 9 ont été calculées dans les eaux sénégalaises ou mauritaniennes. Les paramètres de ces équations de croissance sont donnés dans le tableau 2. Certaines de ces équations correspondent à des longueurs totales alors que les mensurations faites au port sont en longueur à la fourche. La valeur $L\infty$ de l'équation de croissance de Von Bertalanffy a alors été transformée en cette dernière unité à partir de relations d'équivalence existantes.

	PARAMETRES			AUTEURS	M_1 (Pauly)	M_2
	$L\infty$ (cm)	k (cm)	t_0 (an)			
Pseudotolithus seneg.	62.5LT	0.170	-1.2	Sun (1975), Sénégal	0.39	0.30
Pseudotolithus typus	105.0LT	0.217	0	Pauly (1978), Nigéria	0.40	0.30
Galeoides decadactylus	45.95LT	0.152	-2.3	Lopez (1979), Sénégal	0.42	0.25
Arius heudeloti	68.54LT	0.148	0	Njock (1990), Cameroun	0.37	
Cynoglossus canariens.	51.97LT	0.481	-0.26	Thiam (1978), Sénégal	0.73	0.40
Drepane africana	50.7LT	0.156	0	Thiam (1986), Sénégal	0.39	
Pagellus bellottii	37.16LF	0.240	-0.11	Franqueville (1983),Sénégal	0.51	0.30
Sparus caeruleostictus	70.28LF	0.178	-0.53	Giret(1974), Sénégal	0.35	
Plectorhynchus medit.	63.67LF	0.177	-1.24	Maxim et Maxim, (1983)Mauritanie	0.36	
Dentex macrophthalmus	52.56LT	0.086	-0.84	Boukatine et al.(1986) Mauritanie	0.24	0.40
Brotula barbata	79.96LT	0.186	-0.27	Levenez et Potier(1983), Sénégal	0.35	

Tableau 2 : Paramètres des équations de croissance de Von Bertalanffy pour l'étude des mortalités et valeurs des coefficients de mortalité naturelle calculées à partir de l'équation de Pauly (M_1) ou proposées par d'autres auteurs (M_2)

Figure 1 : Evolution des tailles moyennes annuelles des principales espèces débarquées au port de Dakar par les chalutiers glaciers (suite à la figure 2).

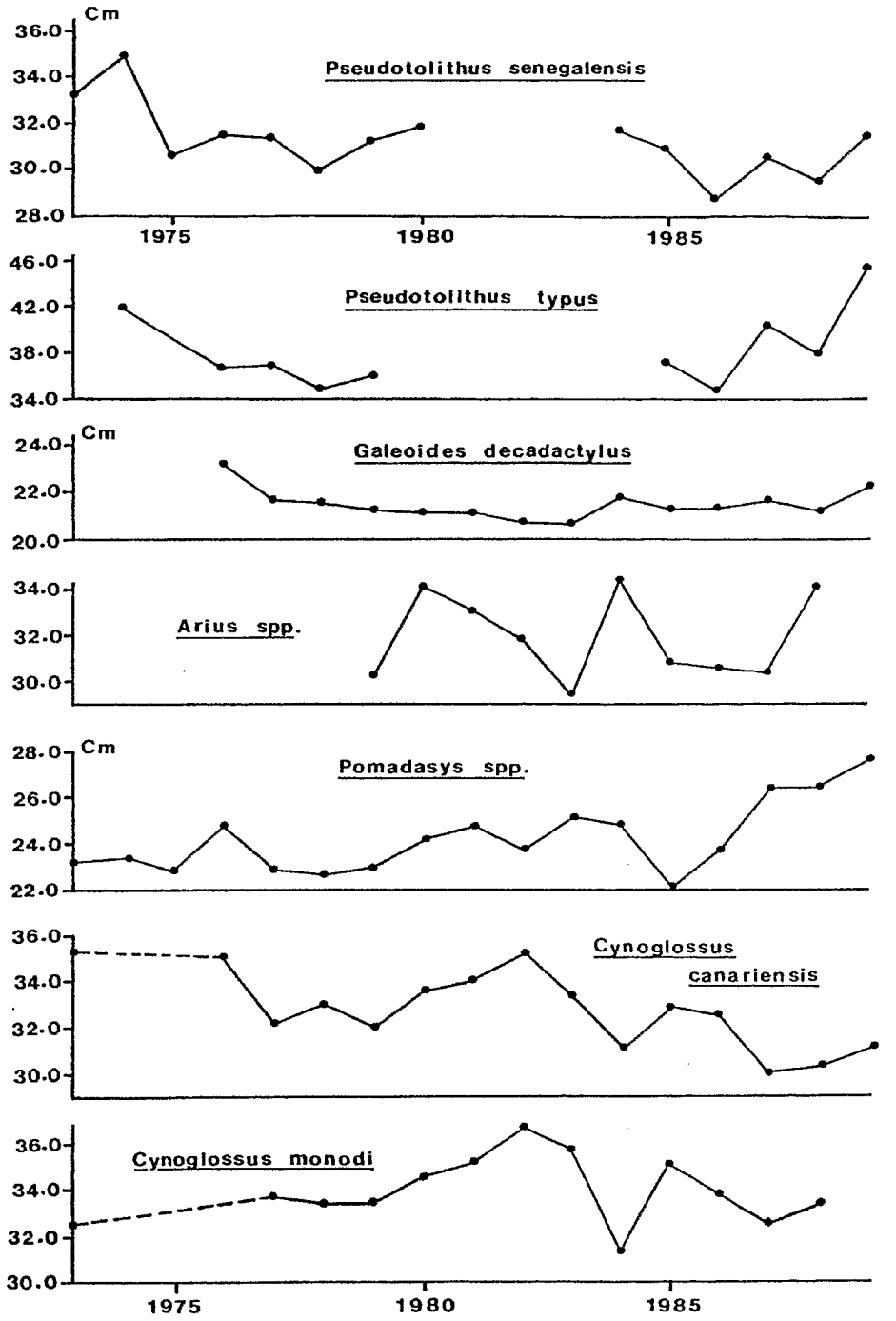
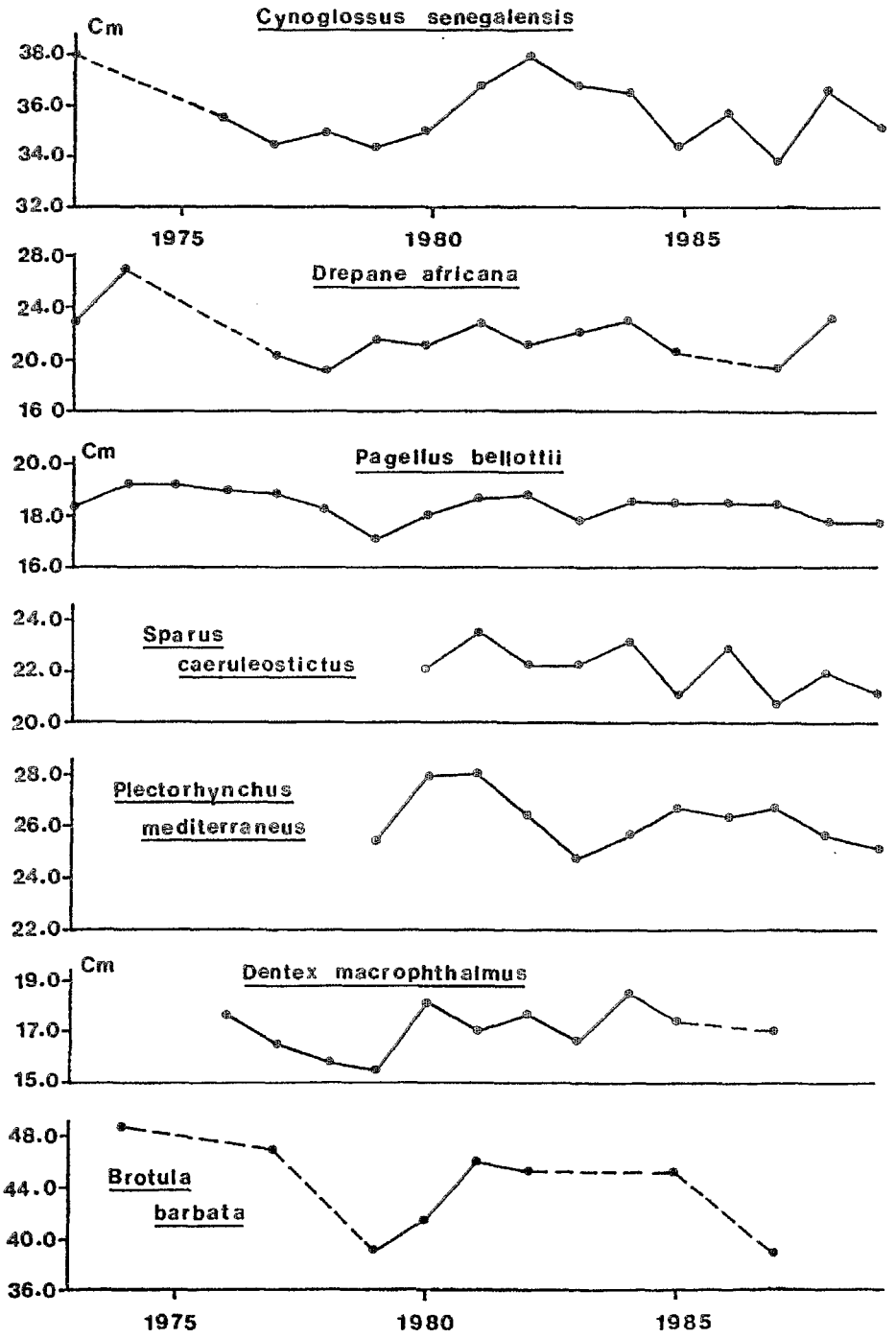


Figure 2 : Evolution des tailles moyennes annuelles des principales espèces débarquées au port de Dakar par les chalutiers glaciers (suite).



La mortalité totale (Z) peut être décomposée en mortalité due à la pêche (F) et en mortalité naturelle (M) qui englobe toutes les autres formes de décès : Z = F + M. Il s'agit de valeurs apparentes car certaines classes d'âge peuvent être mal représentées dans les captures.

La mortalité naturelle est habituellement estimée à partir de l'équation empirique de Pauly (1980) qui relie cette mortalité aux paramètres $L\infty$ et k de l'équation de croissance de Von Bertalanffy et à la température moyenne T° de l'eau où vit l'espèce :

$$\log_{10}M = 0{,}0066 - 0{,}279 \log_{10}L\infty + 0{,}6543 \log_{10}k + 0{,}4634 \log_{10}T^\circ$$

Les valeurs utilisées pour les températures sont de 16°C pour les espèces profondes et intermédiaires (y compris *Cynoglossus canariensis*) et de 20°C pour les espèces littorales. L'équation de Pauly semble assez mal adaptée pour de nombreuses espèces démersales de l'Afrique de l'Ouest; en effet, dans de nombreux cas, il a été montré que les valeurs de M calculées par cette équation sont surestimées, soit par rapport aux valeurs trouvées pour des stocks vierges (M = Z), soit parce que les valeurs de Z sont incompatibles avec les valeurs de M. Caverivière (1990) fait une synthèse de ces informations et propose un certain nombre de valeurs pour M. Les valeurs de M sont indiquées au tableau 2. Il s'agit des valeurs (M1) calculées par l'équation de Pauly et des valeurs (M2) proposées par Caverivière (1990) pour certaines des espèces étudiées, ces dernières seront retenues comme les plus probables.

Le taux d'exploitation (E = F/Z) renseigne sur l'importance relative de la pression de pêche ; il est possible de considérer qu'il y a surexploitation biologique quand E est supérieur à 0,5 ; c'est-à-dire quand F est supérieur à M.

RÉSULTATS

Les évolutions des tailles moyennes annuelles par espèce sont représentées sur les figures 1 et 2; des informations plus détaillées concernant ces valeurs (écart-types, nombre d'échantillons et nombre d'individus mesurés) se trouvent dans Caverivière et al. (1993). La longueur est la longueur à la fourche caudale (LF) quand celle-ci existe, sinon il s'agit de la longueur totale (LT).

Les valeurs annuelles de Z et E issues des courbes de capture des différentes espèces sont données dans les tableaux 3 et 4. La dernière valeur est calculée à partir des estimations de la mortalité naturelle par l'équation de Pauly; il est très aisé de passer aux valeurs correspondant à un M plus probable en ôtant cette valeur de Z :

Z-M = F et E = F/Z. Les évolutions pluriannuelles des mortalités totales sont représentées sur les figures 3 et 4. Les courbes de captures n'ont pas été reprises ici, elles sont toutes données dans Caverivière et Thiam, 1993.

	Pseudotolithus senegalensis M=0.39		*Pseudotolithus typus* M=0.40		*Galeoides decadactylus* M=0.42		*Arius spp.* M=0.37		*Cynoglossus canariensis.* M=0.73		*Drepane africana* M=0.39	
ANNEES	Z	E	Z	E	Z	E	Z	E	Z	E	Z	E
1973	1.05	0.63							2.32	0.65	0.80	0.51
1974	0.68	0.43	2.52	0.84							0.99	0.61
1975	0.78	0.50										
1976	0.80	0.51	2.13	0.81	0.88	0.53			1.37	0.41		
1977	0.74	0.47	2.74	0.86	0.71	0.41			1.92	0.58	1.06	0.63
1978	0.81	0.52	2.47	0.84	0.68	0.39			1.49	0.46	1.21	0.68
1979	0.81	0.52	2.89	0.86	0.72	0.42	0.59	0.38	1.31	0.38	0.83	0.53
1980	0.88	0.56			0.65	0.36	0.36	0.00	1.54	0.47	0.79	0.50
1981					0.57	0.28	0.47	0.21	1.11	0.27	0.87	0.55
1982					0.58	0.28	0.71	0.48	1.29	0.37	0.71	0.45
1983					0.58	0.28	0.56	0.34	2.05	0.60	0.69	0.44
1984	0.70	0.44			0.53	0.22	0.55	0.33	1.78	0.54	0.86	0.54
1985	0.97	0.60	1.87	0.79	0.49	0.14	0.68	0.46	1.10	0.26	0.79	0.50
1986	0.98	0.60	2.88	0.86	0.46	0.10	0.51	0.28	1.28	0.36		
1987	0.79	0.50	1.62	0.76	0.43	0.04	0.63	0.42	2.19	0.63	1.11	0.65
1988	0.77	0.49	(3.56)	0.89	0.44	0.05	0.41	0.10	1.47	0.45	0.77	0.49
1989	0.68	0.42	1.16	0.66	0.40	0.00			1.70	0.52		

Tableau 3 : Coefficients annuels des mortalités totales (Z) et taux d'exploitation (E) pour les espèces étudiées, obtenus à partir des coefficients de mortalité naturelle (M) calculés par l'équation de Pauly. Espèces littorales.

- *Pseudotolithus senegalensis*

Les tailles moyennes obtenues à partir des débarquements de la catégorie commerciale "capitaines" sont assez variables, de 34,9 à 24,6 cm de longueur totale, mais il n'y a pas d'évolution notable dans le temps, sauf peut-être une légère baisse à partir de 1985. On notera cependant qu'une baisse de la taille moyenne a pu être masquée par la part relative de plus en plus importante prise par la catégorie commerciale "ombrine" (71 % de l'ensemble capitaine + ombrine de la pêche industrielle en 1985, 96 % en 1988), où sont de plus en plus regroupés les jeunes individus ; malheureusement on ne dispose pas des tonnages débarqués pour cette catégorie avant 1985, on sait seulement que leur part était beaucoup plus faible.

Les rejets en mer de juvéniles existent dans la pêcherie pour ce capitaine. Ils ont été estimés en 1986 (Caverivière et Rabarison Andriamirado, 1988) à 12 % des captures de *Pseudotolithus senegalensis* réalisées par les crevettiers, principaux fournisseurs de la pêche industrielle pour cette espèce. Ces rejets existent encore actuellement, ce qui explique sans doute, tou t au moins en partie, les différences entre les tailles

Figure 3 : Evolution annuelle des coefficients Z de mortalité totale, à partir de la partie totalement recrutée des courbes de capture, pour les principales espèces débarquées au port de Dakar par les chalutiers glaciers (suite à la figure 4).

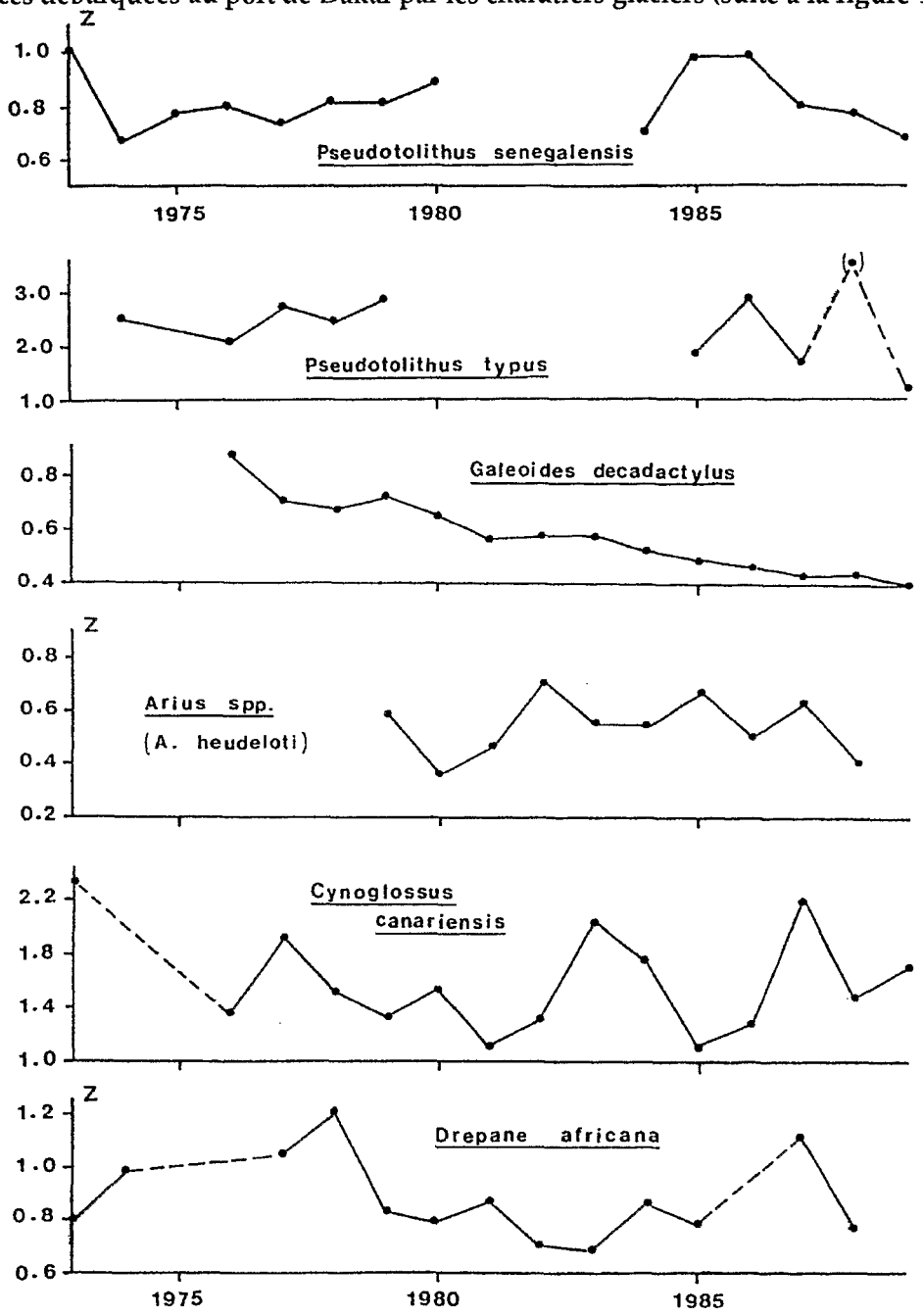
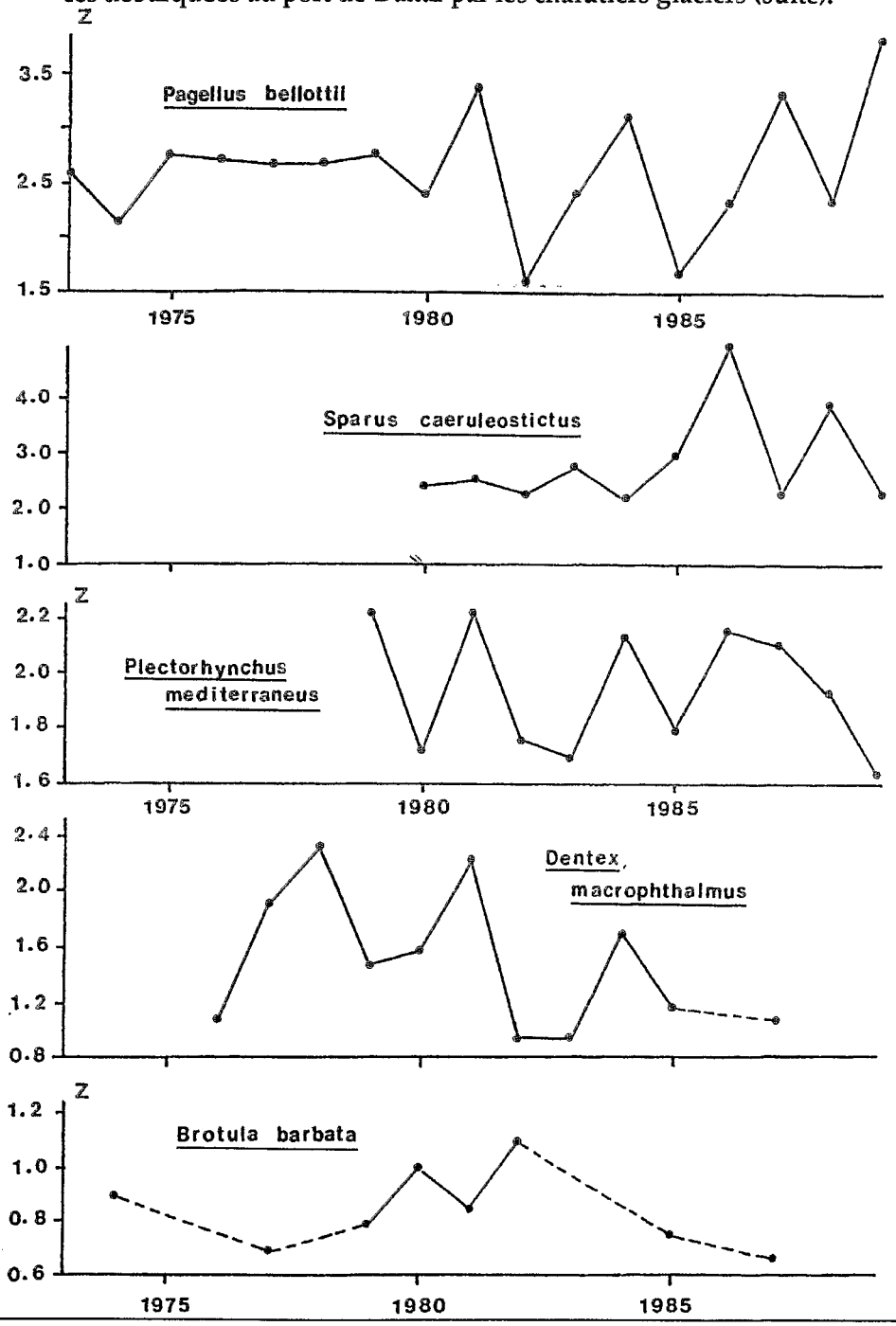


Figure 4 : Evolution annuelle des coefficients Z de mortalité totale, à partir de la partie totalement recrutée des courbes de capture, pour les principales espèces débarquées au port de Dakar par les chalutiers glaciers (suite).



moyennes des captures débarquées et celles réalisées lors des campagnes de chalutage du Louis Sauger (30,4 cm contre 27,5 cm pour la période 1986-1989). Selon Caverivière et Rabarison, il n'y a plus de rejets à partir de 25 cm, soit un poids de 146 g d'après les relations poids-longueurs de Franqueville et Fréon (1976). Les rejets commencent à 15-16 cm (38 g), ce qui est proche de la taille de début des distributions de fréquence relevées au port.

	Pagellus bellottii M=0.51		*Sparus caeruleostictus* M=0.35		*Plectorhynchus mediterraneus* M=0.36		*Dentex macrophthal.* M=0.24		*Brotula barbata* M=0.35	
ANNEES	Z	E	Z	E	Z	E	Z	E	Z	E
1973	2.57	0.80								
1974	2.16	0.77							0.90	0.61
1975	2.74	0.81								
1976	2.69	0.81					1.08	0.76		
1977	2.67	0.81					1.93	0.88	0.69	0.50
1978	2.67	0.81					2.33	0.90		
1979	2.76	0.82			2.22	0.84	1.49	0.84	0.79	0.56
1980	2.39	0.79	2.42	0.85	1.72	0.79	1.58	0.85	0.99	0.65
1981	3.35	0.85	2.53	0.86	2.22	0.84	2.24	0.89	0.85	0.59
1982	1.61	0.68	2.23	0.35	1.75	0.80	0.95	0.75	1.09	0.68
1983	2.41	0.79	2.73	0.87	1.69	0.79	0.94	0.75		
1984	3.18	0.84	2.20	0.84	2.14	0.83	1.70	0.86		
1985	1.68	0.70	2.98	0.88	1.79	0.80	1.17	0.80	0.75	0.53
1986	1.82	0.72	4.99	0.93	2.16	0.83				
1987	3.29	0.85	2.31	0.85	2.11	0.83	1.09	0.78	0.66	0.47
1988	2.35	0.78	3.93	0.91	1.93	0.81				
1989	3.83	0.87	2.32	0.85	1.63	0.78				

Tableau 4 : Coefficients annuels des mortalités totales (Z) et taux d'exploitation (E) pour les espèces étudiées, obtenus à partir des coefficients de mortalité naturelle (M) calculés par l'équation de Pauly. Espèces intermédiaires et profondes.

Les données des campagnes de chalutage montrent une diminution probable de la taille moyenne à partir de 1989, par rapport à la période 1986-1988.

Les valeurs annuelles des coefficients de mortalité totale Z sont assez stables, entre 0,68 et 1,05. Il n'y a apparemment pas d'évolution nette de ces mortalités dans le temps. Le taux d'exploitation moyen est de 0,51 ; il est du même ordre de grandeur que ceux donnés par les résultats des campagnes scientifiques de chalutage (0,41 à 0,65, Caverivière et Thiam, 1992a). Ce taux serait un peu plus élevé si la valeur de M (0,30) proposée dans Caverivière (1990) est utilisée à la place de la valeur 0,39 calculée par l'équation de Pauly.

- *Pseudotolithus typus*

Sur cette autre espèce de capitaine, les données disponibles sont peu nombreuses. Elles ne semblent pas indiquer d'évolution des tailles moyennes entre les périodes 1974-1979 et 1985-1989. Ces tailles varient entre 34,6 et 45,2 cm avec des écart-types importants. D'après les données de Caverivière et Rabarison Andriamirado (1988) sur la pêche crevettière, les rejets sont inexistants. Les juvéniles de l'espèce seraient plus côtiers.

Les courbes de captures sont moins régulières que celles de *P. senegalensis* (le nombre d'individus mesurés est beaucoup plus faible). Les coefficients Z sont élevés, sans évolution marquée, et le taux d'exploitation moyen est de 0,82.

- *Galeoides decadactylus*

Les tailles moyennes des tiekems sont stables bien que la production débarquée ait été multipliée par 7 depuis une quinzaine d'années. Ces tailles sont bien plus élevées que celles obtenues lors des campagnes de chalutage, ce qui dénote l'existence de rejets importants qui ont été estimés à 40 % des prises pondérales des crevettiers en 1986 (Caverivière et Rabarison Andriamirado, 1988), soit 6,5 fois plus d'individus rejetés que d'individus gardés. Les rejets commencent à partir de 6 cm de longueur à la fourche alors que les individus sont gardés à partir de 12 cm, soit un poids de 33 g ; il n'y aurait plus de rejets après 17 cm (96 g).

Les valeurs annuelles des Z calculés varient de 0,4 à 0,9 et les taux d'exploitation sont faibles, voire nuls avec l'équation de croissance utilisée et la valeur M (0,42) obtenue par l'équation de Pauly. La valeur M = 0,25 sélectionnée par Caverivière (1990) élève ces taux, et couplée avec l'équation de croissance de Samba (1974) au Congo conduit à des taux d'exploitation supérieurs à 0,5. Ce qui est remarquable est qu'il semble bien exister une évolution à la baisse des mortalités, en particulier avant 1980 et après, alors que les captures débarquées sont plus importantes pour la deuxième période. Ce phénomène est peut-être dû à une meilleure protection de la zone côtière contre la pêche des chalutiers, zone où les juvéniles sont nombreux. Cette hypothèse pourrait alors aussi jouer pour expliquer la relative stabilité des coefficients de mortalité des *Pseudotolithus*. L'idée est confortée par l'observation que les valeurs L50 des probabilités de capture diminuent dans le temps, supérieures à 18 cm de 1976 à 1979 et toujours inférieures à 16 cm à partir de 1985, alors que les tailles moyennes au débarquement sont stables; cela peut être interprété comme provenant d'une commercialisation accrue des juvéniles, qui sont cependant moins exploités en raison de la protection de la zone côtière.

Les taux de mortalité Z obtenus à partir des mensurations réalisées lors des campagnes scientifiques de chalutage 1986 - 1989 sont du même ordre (0,50 à 0,58), quoique légèrement supérieurs à ceux obtenus pour la même période à partir des mensurations des captures débarquées par les chalutiers (0,40 à 0,46).

- *Arius spp.*

Les tailles moyennes des machoirons sont assez variables entre 1979 et 1988, sans

tendance marquée. Les captures débarquées sont stables pendant la période. Pour ces espèces également, les différences entre les tailles moyennes débarquées (32 cm en moyenne) et les tailles moyennes des campagnes de chalutage indiquent l'existence de rejets dans la pêche industrielle. Les poids rejetés ont été estimés 1,2 fois supérieurs aux poids gardés par les crevettiers en 1986.

Les taux de mortalité totale des *Arius* ne montrent pas d'évolution dans le temps entre 1979 et 1988; les valeurs sont cependant à considérer avec la plus grande prudence du fait du mélange d'espèces et d'une courbe de croissance établie pour le Cameroun où les conditions hydrologiques sont très différentes de celles du Sénégal. Ces taux sont proches de ceux calculés pour les *Arius heudeloti* capturés lors des campagnes de chalutage du Louis Sauger entre 1986 et 1988 (moyenne de 0,55 contre 0,52). Les taux d'exploitation avec une valeur M de 0,20 au lieu de 0,37 (Pauly) seraient supérieurs à 0,5. La première valeur de M paraît la plus probable car des études en cours en Guinée à partir de lectures de coupes d'épines dorsales montrent une croissance très lente des *Arius* comparativement aux espèces de même taille de régions tropicales (Conand, comm. pers.).

- *Pomadasys spp.*

Les tailles moyennes au débarquement des carpes blanches sont assez stables de 1973 à 1986, alors que la production varie peu depuis 1981, elle a cependant doublé depuis 1973. Ces tailles sont plus élevées de 1987 à 1989 : une meilleure surveillance de la zone côtière, interdite au chalutage, peut en être la cause car les juvéniles sont plus près de terre que les adultes. Les tailles moyennes des campagnes de chalutage sont au niveau, ou légèrement plus élevées, que les tailles moyennes débarquées ; il n'y a donc pas de rejets, ce qui est confirmé par l'étude sur les rejets des crevettiers, qui ne comprennent pas de carpes blanches alors qu'elles entrent pour 4 % dans les prises secondaires débarquées de ces navires.

La croissance est inconnue, ce qui interdit toute étude de mortalité.

- *Cynoglossus canariensis*

Les tailles moyennes débarquées présentent une évolution à la baisse, surtout marquée depuis 1986. La pêche industrielle des soles langues, qui représente l'essentiel des captures des *C. canariensis*, a fléchi depuis quelques années pour un effort de pêche qui n'a pas diminué. Il y aurait une probable surpêche de l'espèce, principalement sur les fonds à crevette fortement chalutés et qui sont aussi des fonds à soles. La comparaison des tailles débarquées avec celles des quelques échantillons relevés lors des campagnes de chalutage indique qu'il n'y aurait pas de rejets pour cette espèce à l'époque actuelle.

Les courbes de captures sont souvent irrégulières et les taux de mortalité Z très variables mais toujours supérieurs à 1,1 ; sans évolution marquée. La seule valeur relativement fiable obtenue à partir des campagnes de chalutage du Louis Sauger est du même ordre (1,3). Les taux d'exploitation sont toujours supérieurs à 0,5 si on utilise une valeur M = 0,40 comme préconisé, au lieu de la valeur 0,73 (Pauly).

- *Cynoglossus monodi et C. senegalensis*

Il n'y a pas de tendance dans les variations des tailles moyennes débarquées par les chalutiers pour ces soles côtières capturées principalement par la pêche artisanale, dont les prises tendent à augmenter.

- *Drepane africana*

Les tailles moyennes débarquées de Drepane, espèce semi-pélagique côtière, sont sans tendance. Les captures, principalement effectuées par les chalutiers, oscillent entre 400 et 950 tonnes depuis 1986 ; une analyse par zone et type de pêche ne permet également pas de dégager de tendances.

Les taux de mortalité Z varient de 0,69 à 1,21 sans évolution notable dans le temps. Le taux d'exploitation moyen est de 0,54.

- *Pagellus bellottii*

Les tailles moyennes débarquées de pageot ne varient guère sur l'ensemble de la période d'étude, une légère évolution à la baisse semble cependant pouvoir être discernée. Les captures débarquées, après un maximum en 1983-86, sont en nette diminution, ce qui pourrait dénoter une situation de surpêche puisque l'effort n'a pas diminué. Les tailles moyennes relevées lors des campagnes de chalutage de 1986-1991 ont diminué en fin de période ; dans l'ensemble elles sont plus faibles (14-16 cm) que celles qui sont débarquées par les chalutiers (17-19 cm), ce qui laisse supposer l'existence de rejets par la pêche industrielle. Franqueville (1983) a constaté l'existence de ces rejets, et les estime à 41 % des captures pondérales en 1978, à 50 % avant 1975 ; tous les individus inférieurs à 10 cm LF (21 g) sont rejetés et tous ceux supérieurs à 17 cm (104 g) sont gardés.

La mortalité Z est toujours supérieure à 1,5 et varie fortement d'une année à l'autre à partir de 1981. La valeur la plus élevée est obtenue pour la dernière année (1989). Une diminution des tailles moyennes a été observée à partir de cette même année lors des campagnes de chalutage du Louis Sauger pour lesquelles les valeurs Z sont aussi élevées. La moyenne des Z est de 2,6 pour les mensurations au port et pour les campagnes du Louis Sauger. Les taux d'exploitation sont très élevés.

- *Sparus caeruleostictus*

Malgré des variations d'une année sur l'autre, oscillant entre 23 et 21 cm LF, les tailles moyennes de cette dorade rose semblent bien avoir diminué entre 1980 et 1989. Une diminution a été observée à partir de 1989 lors des campagnes de chalutage de 1986-1991. Les tailles moyennes des campagnes sont bien inférieures aux tailles débarquées, il y a d'importants rejets par les chalutiers des petits individus qui se trouvent sur les fonds de pêche.

Les taux de mortalité Z sont très élevés, toujours supérieurs à 2,0. Il n'y a pas d'évolution nette dans le temps, quoique les 2 valeurs les plus élevées se trouvent en fin de période. Les taux d'exploitation sont hauts avec une moyenne de 0,82 ; ils sont

du même ordre pour les campagnes de chalutage.

- *Plectorhynchus mediterraneus*

Il n'y a pas de tendance nette dans l'évolution des tailles moyennes des dorades grises depuis 1979. Ces tailles sont d'environ 26 cm et comparables à celles obtenues lors des chalutages scientifiques. Elles sont bien supérieures aux tailles moyennes de l'espèce précédente qui a pourtant une forme similaire. Les tailles au débarquement ne commencent que vers 15-16 cm (17-18 cm pour les campagnes scientifiques). Les juvéniles ne sont donc pas accessibles à la pêche au chalut.

Les courbes de capture sont souvent irrégulières et les taux de mortalité totale varient entre 1,6 et 2,2 sans tendance marquée, pour des prises comprises dans une fourchette de 1 100 à 2 600 tonnes entre 1979 et 1989. Les quelques données des campagnes de chalutage donnent également des valeurs Z de cet ordre. Le taux d'exploitation serait de 0,8.

- *Dentex macrophthalmus*

Les tailles moyennes varient principalement entre 16 et 18 cm de 1976 à 1987, sans tendance à la baisse. Les tailles moyennes des Dentex pêchés lors des campagnes de chalutage sont à peine un peu plus faibles (15-16 cm). Les rejets seraient donc assez faibles.

Les taux de mortalité Z varient de 0,84 à 2,33 entre 1976 et 1987, à partir de courbes de capture souvent irrégulières. Une évolution dans le temps est difficile à montrer; si elle existe, elle serait à la baisse, ce qui pourrait s'expliquer par la disparition de certains types de chalutiers qui recherchaient plus régulièrement cette espèce de la pente continentale. Les taux d'exploitation seraient d'environ 0,8 et sont à rapprocher de ceux obtenus pour une espèce très voisine, *D. angolensis*, lors des campagnes de chalutage.

- *Brotula barbata*

Nous ne disposons que de peu de données sur cette espèce. Il est possible qu'il existe une certaine diminution de la taille moyenne; elle serait alors assez faible d'après le graphique.

Les valeurs de Z varient de 0,7 à 1,1 sans tendance marquée et les taux d'exploitation de 0,5 à 0,7.

DISCUSSION-CONCLUSION

L'étude de l'évolution des tailles moyennes et des taux de mortalité, estimés à partir des structures de taille des principales espèces de poissons débarquées par les chalutiers glaciers entre 1973 et 1989, donne à l'analyse des résultats cohérents.

Comme lors des campagnes de chalutage scientifique de 1986-91 (Caverivière et Thiam, 1992), bien que cette période soit plus courte, les espèces qui ne montrent pas

de diminution des tailles moyennes avec le temps, alors que l'effort de pêche global est en augmentation, sont les espèces dont une partie de la population est très côtière (*Pseudotolithus typus, Galeoides decadactylus, Arius spp., Pomadasys spp., Cynoglossus monodi, Cynoglossus senegalensis, Drepane africana*) ou déborde le plateau continental (*Dentex macrophthalmus, Brotula barbata*). Ces zones côtières et profondes pourraient jouer un rôle de réservoir pour la population du plateau continental. Certaines des espèces dont une partie de la population est très côtière (juvéniles surtout) voient même leur taux de mortalité diminuer avec le temps (*Galeoides decadactylus*) et/ou les tailles moyennes augmenter ces dernières années (*Pseudotolithus typus, Pomadasys spp.* et peut-être *Galeoides decadactylus*). Une meilleure surveillance de la zone côtière, interdite au chalutage, semble être le principal facteur explicatif. Ce facteur pourrait avoir stabilisé les tailles moyennes et les taux de mortalité d'espèces un peu moins côtières.

Les espèces qui semblent montrer une diminution des tailles moyennes appartiennent ou sont proches du peuplement intermédiaire (*Pseudotolithus senegalensis, Cynoglossus canariensis, Sparus caeruleostictus* et *Pagellus bellottii* dans une certaine mesure). Les populations de ces espèces, jeunes et adultes, sont totalement accessibles au chalutage. *Plectorhynchus mediterraneus* semble faire exception, mais les jeunes de cette espèce ne sont pas capturés, ce qui est un élément favorable à la stabilité de l'ensemble de la population. Leurs taux de mortalité ne semblent cependant pas évoluer, du fait peut-être d'une importante variabilité inter-annuelle.

L'existence de rejets, dont l'évolution n'est actuellement pas quantifiable, ne permet pas de dire si l'augmentation des mailles de certains chalutiers a eu un effet sur la protection des juvéniles, malgré l'apparente diminution des tailles moyennes des espèces du peuplement intermédiaire, ou si la réglementation est contournée.

En règle générale (à l'exception de *Pseudotolithus typus*), les taux d'exploitation sont plus faibles pour les espèces côtières que pour les espèces intermédiaires ou profondes. Ceci avec les équations de croissance sélectionnées et les valeurs de la mortalité naturelle M qui en découlent à partir de l'équation de Pauly. Des valeurs considérées comme plus probables pour M portent cependant l'estimation des taux d'exploitation de ces espèces au -dessus de la valeur 0,5 qu'il est possible de considérer comme seuil de la surexploitation biologique.

Tous ces résultats sont en accord avec ceux obtenus à partir des distributions de fréquence issues des campagnes expérimentales de chalutage (10-100 m) du N/O Louis Sauger entre 1986 et 1991 et il faut souligner que les taux de mortalité et d'exploitation calculés à partir des campagnes scientifiques de chalutage sont toujours du même ordre de grandeur, et souvent très proches de ceux obtenus à partir des mensurations effectuées au port. On notera que ces campagnes paraissent montrer une augmentation de l'état d'exploitation des stocks à partir de fin 1989, année où se termine l'analyse des données des mensurations au port de la présente étude.

RÉFÉRENCES

❒ **BOUKATINE (P.), A. BA et O. SALL, 1986.**- Quelques données sur l'âge et la croissance des Sparidés de la ZEE de la Mauritanie (*Dentex macrophthalmus, D. canariensis* et *D. angolensis*). *Bull du Centre Nat. Rech. Océanogr. et Pêches, Nouadhibou (Mauritanie), vol. 14, fasc.1 : 73-83.*

❒ **BRETHES (J.C.) et R.N. O'BOYLE (ed.), 1990.**- Méthode d'évaluation des stocks halieutiques. *Projet CIEO-860060, Centre international d'exploitation des océans, Halifax (Nouvelle-Ecosse, Canada), 963 p.*

❒ **CAVERIVIERE (A.), 1982.**- Les espèces démersales du plateau continental ivoirien. Biologie et exploitation. *Thèse Doct. Etat Sci., Univers. Aix-Marseille II, Faculté des Sciences de Luminy, 2 vol. : 415 et 160 p.*

❒ **CAVERIVIERE (A.), 1986.**- Chaîne de programmes informatiques utilisée pour le traitement des mensurations effectuées au port sur les espèces démersales débarquées par les chalutiers. *Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, Arch. sci., n° 147, 38 p.*

❒ **CAVERIVIERE (A.), 1990.**- Nouvelle application du modèle analytique de Ricker aux principales espèces capturées par les chalutiers ivoiriens. *FAO, COPACE/PACE/SERIES /89/48 : 269-301.*

❒ **CAVERIVIERE (.A) et G.A. RABARISON ANDRIAMIRADO, 1988.**- Captures secondaires et rejets de la pêche crevettière à *Penaeus notialis* du Sénégal. *Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, Doc. Sci. n° 111 : 113 p.*

❒ **CAVERIVIERE (A.) et M. THIAM, 1992a.**- Indices d'abondance et niveaux d'exploitation des espèces démersales du plateau continental sénégalais. Estimations à partir des résultats des campagnes de chalutage stratifié (1986-1991). *Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, Doc sci. , n° 132, 147 p.*

❒ **CAVERIVIERE (A.) et M. THIAM, 1992b.**- Essai d'application d'un modèle global à l'ensemble des espèces démersales côtières du Sénégal. in: *Evaluation des ressources exploitables par la pêche artisanale sénégalaise. M. Barry et A. Fonteneau (ed.). ORSTOM éditions, Paris (en cours), 9 p.*

❒ **CAVERIVIERE (A.), THIAM (M.) et M. FAYE, 1993.**- Etude des tailles moyennes et des mortalités des principales espèces de poissons débarqués par les chalutiers glaciers entre 1973 et 1989. *Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, Doc. Sci. (sous presse).*

❒ **DOMAIN (F.), 1980.**- Contribution à la connaissance de l'écologie des poissons démersaux du plateau continental sénégalo-mauritanien. Les ressources démersales dans le contexte général du Golfe de Guinée. *Thèse Doc. Etat Scient. Nat., Univ. Pierre et Marie Curie, Paris VI et Museum Nat. Hist. Nat., 2 vol, 342 et 68 p.*

❒ **FRANQUEVILLE (C.), 1983.**- Biologie et dynamique de population des daurades (*Pagellus bellottii*, Steindachner 1882) le long des côtes sénégambiennes. *Thèse Doct. Etat Scien. Nat., Univer. Aix-Marseille II, Fac. Scien. Luminy, 276p.*

❒ **GAYANILO (F.C. Jr), M.L. SORIANO and D. PAULY, 1988.**- A draft guide to the Compleat ELEFAN. *ICLARM Software 2, 70 p.*

❒ **GIRET, 1974.**- Biologie et pêche de *Pagrus ehrenbergi* sur les côtes du Sénégal. *Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, Doc. Sci., n° 57 : 29 p.*

❒ **LEVENEZ (J.J.) et M. POTIER, 1983.**- Premiers éléments sur la biométrie et la pêche de la Brotule *Brotula barbata* (Bloch et Sneider 1801) au Sénégal.

❒ **LOPEZ (J.), 1979.**- Biologie de la reproduction de *Galeoides decadactylus* au Sénégal. *Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, Doc. Sci., n° 68 : 191-204.*

❒ **MAXIM (C.) et C. MAXIM, 1983.**- Dynamique de la population de *Plectorhynchus mediterraneus* (Guichenot, 1850) du large des côtes nord de la R.I. Mauritanie. *Cercetari marine, I.R.C.M., n° 16 : 153-168.*

❒ **N'JOCK (J.C.), 1990.**- Les ressources démersales côtières du Cameroun : biologie et exploitation des principales espèces ichthiologiques. *Thèse doctorat, Univers. Aix-Marseille II, 2 vol. : 156 p. et 89 p.*

❒ **PAULY (D.), 1978.**- A preliminary compilation of fish length-growth parameters. *Ber. Inst. Meereskd. Christian-Albrechts Univ. Kiel 55 : 200 p.*

❒ **PAULY (D.), 1980.**- On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. Intern. Explor. Mer., 39(2) : 175-192.*

❒ **SAMBA (G.), 1974.**- Contribution à l'étude de la biologie et de la dynamique d'un Polynemidae ouest-africain, *Galeoides decadactylus* (Bloch 1793). *Thèse 3e cycle Univers. Bordeaux I, n° 1141 : 122 p.*

❒ **SUN (C.), 1975.**- Etude de la biologie et de la dynamique de *Pseudotolithus senegalensis* V. (1833) - Poisson Sciaenidae - sur la côte sénégalaise. I

❒ **THIAM (D.), 1986.**- Estimation of growth parameters and mortality rates for *Drepane africana* in Senegalese waters. in Contributions to tropical fisheries biology. *F.A.O. Fish. Rep. (339) : 214-228.*

❒ **THIAM (M.), 1978.**- Ecologie et dynamique des Cynoglosses du plateau continental sénégambien. Biologie de *Cynoglossus canariensis* (Steind. 1882). *Thèse Doc. 3e cycle, Univers. Bretagne Occidentale, 180 p.*

❒ **TIXERANT (G.), 1968.**- Chalutage expérimental (1963-1965) dans les parages du Cap Blanc. *C.I.E.M. Symposium sur les ressources vivantes du plateau continental atlantique africain du détroit de Gibraltar au Cap-Vert. Ténérife 1963. Comm. n° 43.*

Modélisation de la dynamique des stocks exploités par la pêche artisanale sénégalaise :

intérêt, limites et contraintes de l'approche structurale

D. Gascuel.

RÉSUMÉ :

Aucune approche structurale de la dynamique des stocks exploités par la pêche artisanale sénégalaise n'a été mise en oeuvre jusqu'à ce jour. On rappelle ici le principe et les hypothèses sous-jacentes de chacune des trois étapes de ce type d'approche : (i) l'estimation des paramètres démographiques du stock et la modélisation du "passé", par l'analyse des cohortes ; (ii) le diagnostic sur la situation présente et la prévision à long terme, par le calcul des rendements par recrue ; (iii) les prédictions de captures et d'effectifs, par les méthodes de simulation. On montre quels seraient l'intérêt et les limites de chacune de ces étapes. Les difficultés et contraintes que présenterait leur application, dans le cas des pêches artisanales sénégalaises, sont analysées. On insiste notamment sur la nécessité de recherches méthodologiques, concernant l'estimation des paramètres et les procédures de calibration de l'analyse des cohortes. Compte tenu des données disponibles et des caractéristiques d'instabilité des ressources et d'adaptabilité des pêcheries, l'approche structurale apparaît en définitive d'un intérêt potentiel majeur, tant pour l'établissement de diagnostics d'aide à la gestion des stocks, que comme moyen d'étude de la dynamique du système pêche.

ABSTRACT :

Age structured analysis has not yet been carried out in the case of stocks exploited by artisanal senegalensis fishery. The principle and underlying hypotheses are recalled, for each of the three steps of this kind of approach : (i) the demographic parameter estimation and the modelling of the past events, by using virtual population analysis ; (ii) the diagnostic on the current state and the long-term forecasting, by calculating yields per recruit ; (iii) the short-term predictions of catches and stock size, by simulation methods. We show what interest and limits of each of those steps could be. Difficulties and constraints of their application are analysed when applied to artisanal senegalensis fisheries. The need of methodological researches, dealing with parameter estimation and tuning procedures of VPA, is highlighted. Depending on the available data, the instability of some resources, and the fishery adaptability, the age structured analysis seems to be of a major potential interest to draw up useful diagnostics in stock management, and to study the fishery system dynamics as well.

INTRODUCTION

A l'exception de quelques travaux préliminaires très partiels, les recherches concernant l'évaluation des stocks exploités par la pêche artisanale sénégalaise, se sont jusqu'à présent appuyées exclusivement sur l'approche dite globale de la dynamique des populations. Il serait trop long (...et hors sujet) d'analyser les potentialités et limites de cette approche, ainsi que les développements méthodologiques dont elle a fait l'objet au sein du CRODT (Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye). On retiendra simplement qu'elle se heurte ici à un certain nombre de difficultés, soulignées par les différents auteurs (cf. notamment Cury et Roy 1991, Fréon 1986, Laloë et Samba 1989 et 1991), et qui sont fondamentalement liées à deux caractéristiques majeures de ces pêcheries : d'une part, la forte instabilité des ressources exploitées (ou au moins d'une fraction importante de ces ressources) et, d'autre part, la forte adaptabilité des pêcheurs concernés (ceci rend en particulier problématique toute quantification de l'effort de pêche).

Dans le même temps, le CRODT a organisé la récolte des données de mensuration

des captures, au travers d'un réseau d'échantillonnage stratifié par mois ou quinzaine, par port de débarquement ou par région, et par engin de pêche (Ferraris 1993, Samb et al 1993). On dispose ainsi d'une base de données couvrant approximativement les 15 dernières années et regroupant les estimations de captures par classe de taille pour les principales espèces. Ce sont là les données nécessaires (mais non suffisantes) pour la modélisation de la dynamique de ces stocks par l'approche structurale (ou approche structurée par âge).

On analysera ici les potentialités de cette approche dans le cas des pêches artisanales sénégalaises, en cherchant à préciser deux aspects :

- l'intérêt et les limites des méthodes usuelles ; autrement dit, à quel type de questions permettent elles ou ne permettent-elles pas de répondre ?
- les difficultés et contraintes de ces méthodes ; autrement dit, qu'est-ce qui pose et qu'est-ce qui ne pose pas problème pour leur mise en oeuvre ?

On s'attachera successivement aux trois étapes fondamentales de l'approche structurale : l'analyse des cohortes (dite aussi analyse séquentielle des populations), le calcul des rendements par recrue, et les simulations de captures à court et long terme (Figure 1). Pour la clarté de l'exposé : on raisonnera dans le cadre d'une analyse conduite sur une base de temps annuelle (le passage à une base de temps plus courte, par exemple le trimestre, ne pose pas de difficultés méthodologiques particulières) ; les problèmes concernant l'approche pluri-spécifique ne seront envisagés (brièvement) qu'à la fin du document.

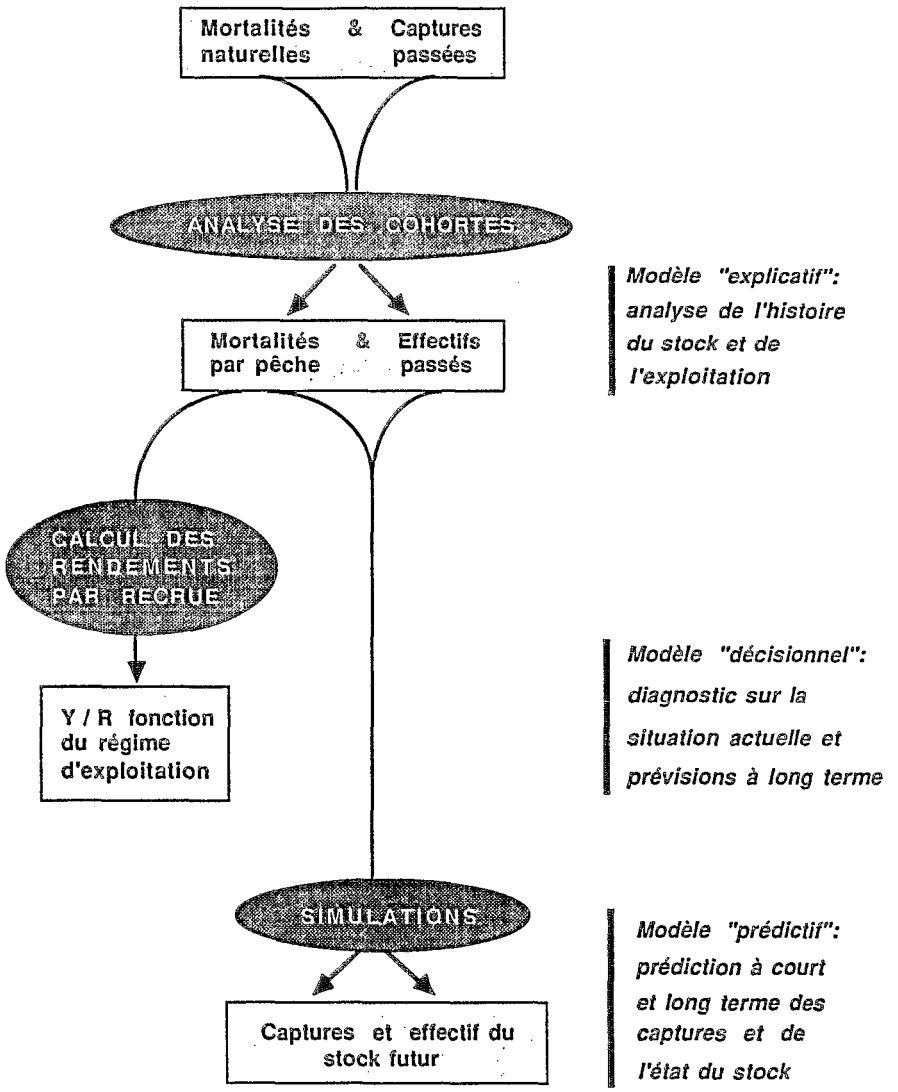
ESTIMATION DES PARAMÈTRES DÉMOGRAPHIQUES ET MODÈLE EXPLICATIF : L'ANALYSE DES COHORTES

Rappel des principes et méthodes de base

L'analyse des cohortes (Gulland, 1965) est d'abord une technique d'estimation des taux instantanés de mortalité par pêche F, intervenus au cours des années passées. Ces mortalités mesurent la pression réelle exercée sur le stock et sont en ce sens, et sur un plan théorique, la seule mesure parfaitement exacte de l'effort de pêche effectif (Laurec et Le Guen, 1981). Les estimations de mortalités F des années les plus récentes constituent en particulier un résultat essentiel de l'analyse : elles sont utilisées comme variables d'entrée dans les étapes ultérieures de diagnostic et de prévisions (Figure 1). L'analyse des cohortes conduit également à estimer les effectifs du stock au cours des années passées. Ici aussi, les résultats de cette étape seront utilisés comme variables d'entrée dans les étapes ultérieures.

L'analyse des cohortes est ainsi une méthode d'estimation des paramètres démographiques du stock, préalable incontournable à tout diagnostic et à toute modélisation prédictive et décisionnelle par l'approche structurale (Mesnil, 1980). Elle constitue, en outre, et ce point sera développé plus loin, un modèle explicatif extrêmement puissant pour étudier l'histoire passée du stock et de son exploitation.

Figure 1 : Les différentes étapes de l'approche structurale : paramètres d'entrée, résultats obtenus et intérêt potentiel.

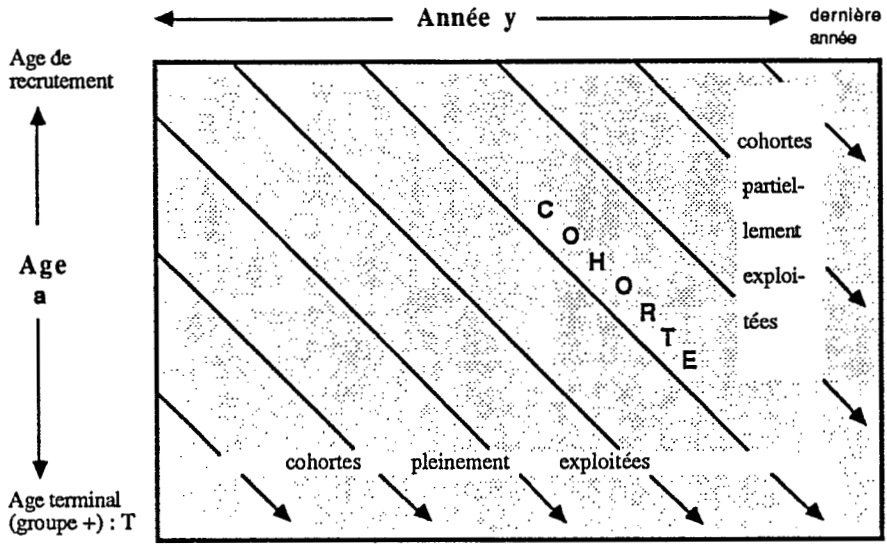


Rappelons brièvement comment cette analyse fonctionne. Les données comme les résultats peuvent être présentés sous forme de matrices dont les colonnes correspondent aux années et les lignes aux groupes d'âge (Figure 2). Chaque cohorte, suivie d'année en année et d'âge en âge, se positionne sur la matrice le long d'une diagonale.

La seule hypothèse initialement requise par la méthode est la suivante : les taux instantanés de mortalité (naturelle, par pêche, et donc totale) d'une cohorte donnée sont constants au cours d'un intervalle de temps donné (*i.e.* ici l'année). On déduit de

cette hypothèse deux équations fondamentales, dites équation de survie et équation des captures [1] .

Figure 2 : Schéma de présentation des données et des résultats de l'analyse des cohortes sous forme matricielle.



Pour chaque cohorte considérée isolement des autres, on montre dès lors (Figure 3) que les effectifs du stock par groupe d'âge N_a et les mortalités par pêche F_a se déduisent de la connaissance des captures C_a et des mortalités naturelles M_a. Le "dénombrement des cadavres par pêche", corrigé d'une mortalité naturelle, permet ainsi de reconstituer l'histoire de la cohorte, c'est à dire d'évolution de ses effectifs en fonction de l'âge.

Le système d'équation correspondant présente cependant une indétermination. Un paramètre supplémentaire doit donc être précisé. Ce peut être au choix : soit l'effectif au recrutement (on parle alors d'analyse descendante ou de calcul en mode

(1) L'équation de survie exprime l'effectif "instantané" (i.e. en début de l'intervalle de temps) du groupe d'âge d'une cohorte donnée, en fonction de l'effectif du groupe d'âge précédent. Soit :

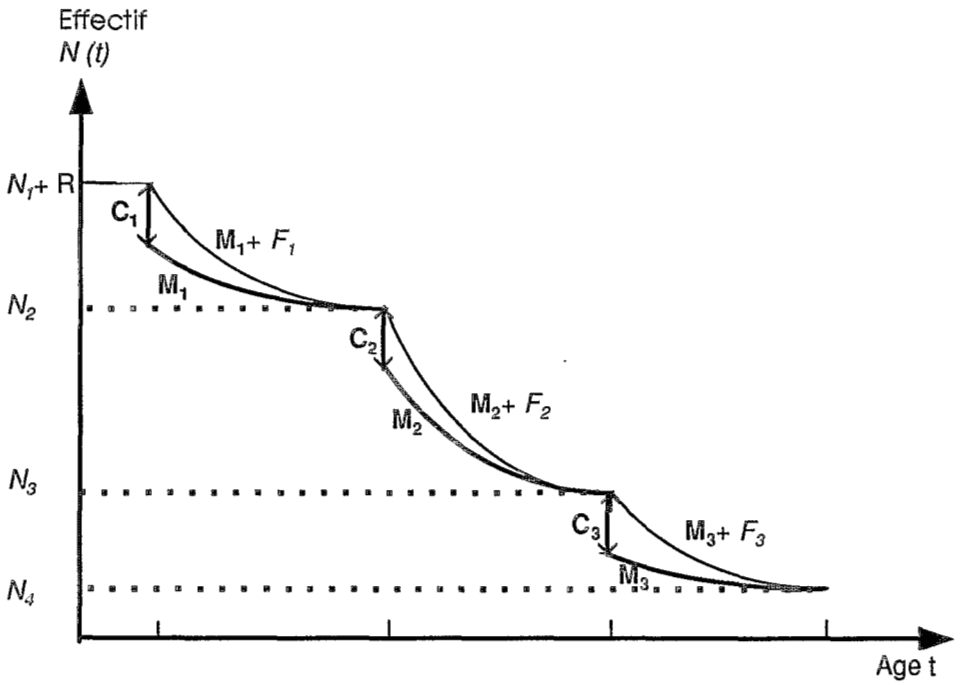
$$N_{a+1,y+1} = N_{a,y} \cdot e^{-(F_{a,y} + M_{a,y})}$$

L'équation des captures exprime les captures effectuées sur un groupe d'âge, en fonction de l'effectif de ce groupe en début d'intervalle. Soit :

$$C_{a,y} = N_{a,y} \cdot \frac{F_{a,y}}{F_{a,y} + M_{a,y}} \cdot [\, 1 - e^{-(F_{a,y} + M_{a,y})} \,]$$

direct) ; soit la mortalité F_T du groupe d'âge terminal (on parle alors d'analyse ascendante ou de calcul en mode inverse).

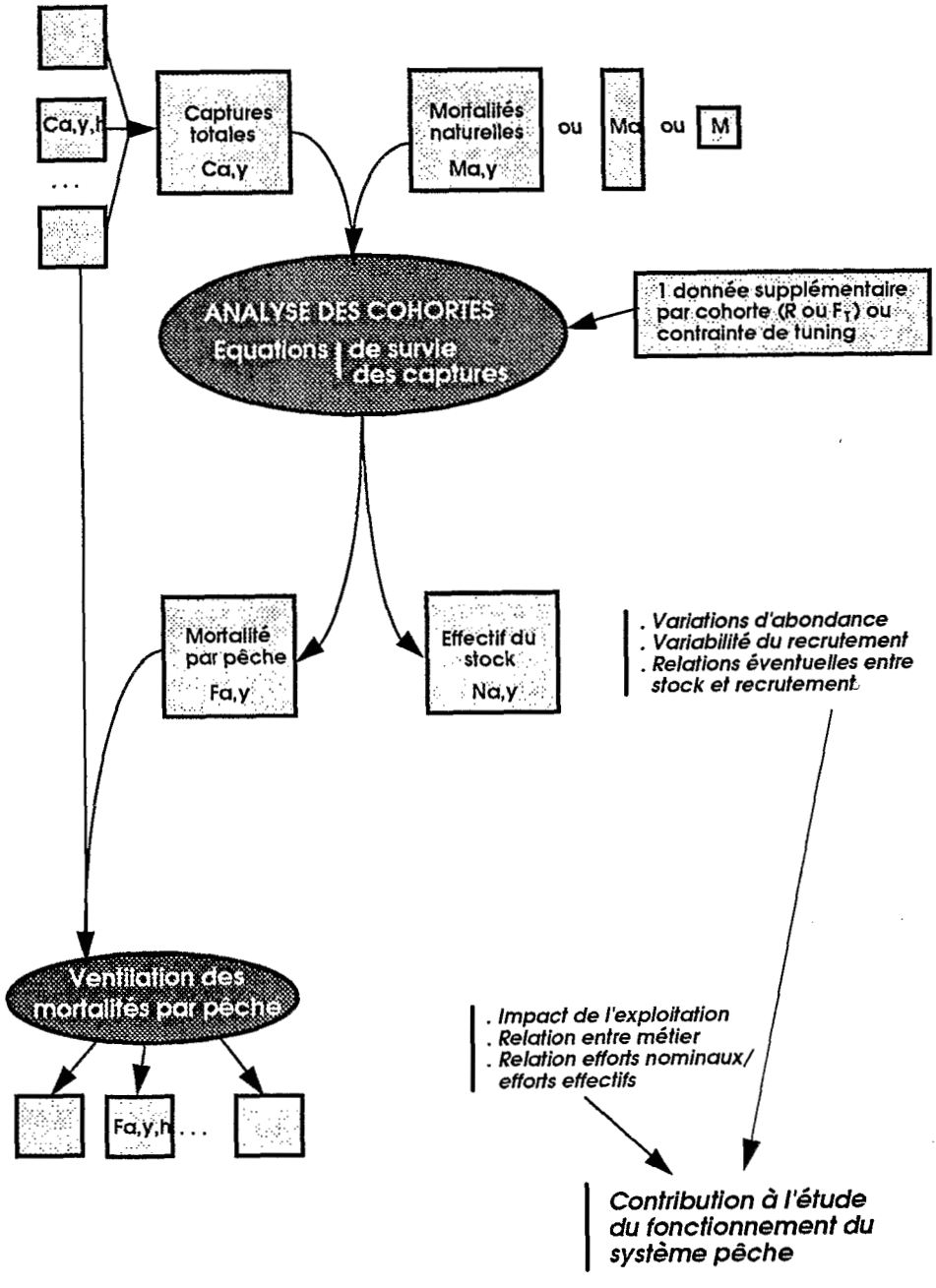
Figure 3 : Principe de l'analyse des cohortes : paramètres d'entrée (en gras et lignes pleines) et résultats obtenus (en italiques et lignes pointillées). Ce schéma montre que les mortalités par pêche F_a et les effectifs du stock N_a se déduisent de la connaissance :
- des captures C_a (ici représentées en début d'année par convention),
- des mortalités naturelles M_a,
- et soit de l'effectif au recrutement R, soit de la mortalité terminale F_T.



Lorsqu'on raisonne sur un tableau complet, en prenant en compte l'ensemble des cohortes qui constituent chaque année le stock, les matrices de capture $C_{a,y}$ et de mortalité naturelle $M_{a,y}$ permettent d'estimer de la même manière les matrices d'effectifs du stock $N_{a,y}$ et de mortalités $F_{a,y}$. Comme précédemment, le calcul doit être initialisé, soit par une série de recrutements R_y, soit par une série de mortalités terminales $F_{T,y}$ (Figure 4).

Le calcul en mode direct est très rarement recommandé, compte tenu de la très forte sensibilité des estimations obtenues, à la valeur introduite pour le recrutement de chaque cohorte. A l'inverse, on montre que les estimations obtenues en calcul inverse convergent vers les valeurs vraies d'un groupe d'âge au groupe d'âge précédant (Pope, 1972). Autrement dit, l'introduction de valeurs $F_{T,y}$ erronées peut conduire, dans certaines limites, à des estimations valides des $F_{a,y}$ et $N_{a,y}$.

Figure 4 : L'analyse des cohortes : différentes étapes et résultats attendus



Dans le cas des cohortes partiellement exploitées, c'est-à-dire pour les estimations des années récentes, on rencontre cependant une difficulté supplémentaire. En effet, le calcul doit ici être initialisé par les mortalités par pêche non plus de l'âge terminal mais de la dernière année. Ceci revient à dire que l'un des résultats essentiels recherchés doit au préalable être introduit comme paramètre d'entrée de l'analyse ! C'est pour résoudre cette contradiction que l'on fait appel aux procédures de calibration ou "tuning" de l'analyse des cohortes.

Ces procédures constituent souvent le point clé de l'analyse. Schématiquement, elles consistent à utiliser une variable auxiliaire pour rechercher le vecteur F_a de dernière année le plus "satisfaisant". Usuellement, trois types de calibration sont utilisés, en cherchant à minimiser, par des méthodes statistiques adéquates, l'écart entre :

- la matrice des $F_{a,y}$ estimés et un vecteur ligne d'effort de pêche f_y ;
- la matrice des $N_{a,y}$ et la matrice des prises par unité d'effort $U_{a,y}$;
- la matrice des $N_{a,y}$ et une matrice d'indices d'abondances $I_{a,y}$ (établis, par exemple, à partir de campagnes de pêche expérimentales).

Enfin, notons que les mortalités $F_{a,y}$ peuvent être "ventilées" par engin de pêche ou par métier, au prorata des captures effectuées par chacun (Figure 4). C'est d'ailleurs à partir des ces mortalités $F_{a,y,h}$ que l'analyse des cohortes est généralement calibrée. Cette analyse débouche en outre sur l'étude des interactions entre métiers.

Application de l'analyse des cohortes à la pêche artisanale sénégalaise

Avant toute analyse, se pose le problème du choix des échelles spatio-temporelles. Par principe, l'estimation doit être conduite à l'échelle de l'ensemble du stock considéré [2]. Elle doit donc prendre en compte simultanément les captures de la pêche artisanale et celles de la pêche industrielle. Des procédures d'extrapolation doivent, en outre, être utilisées pour estimer les captures des flottilles dont les statistiques seraient indisponibles (c'est essentiellement le cas des flottilles des pays riverains). Ces procédures existent ; en revanche, leur mise en oeuvre constitue indiscutablement une première source d'incertitude dans l'établissement des diagnostics.

Le choix d'un intervalle de temps unitaire doit également être précisé pour chaque espèce. Généralement, ce choix n'est cependant guère problématique. Dans le cas présent, un intervalle trimestriel serait très vraisemblablement satisfaisant pour la plupart des stocks, au moins pour une première approche.

(2) Le choix des limites du stock est toujours un problème délicat qui dépasse le sujet de cette communication. On rappelera simplement ici la recommandation générale de Laurec et Le Guen (1981). "Le caractère pragmatique de la définition du stock comme unité de gestion doit rester présent à l'esprit pour aborder le classique dilemme : doit-on commencer par considérer comme stock-unité un vaste ensemble, au besoin subdivisé ultérieurement, ou lancer avant toute évaluation une étude pour identifier toutes les sous-populations possibles ? Pour quiconque a quelque pratique de la gestion des stocks, la réponse s'impose : la seule voie concevable est la première."

La matrice des captures $C_{a,y}$ constitue ensuite la donnée de base de toute l'analyse. Généralement, elle se déduit des estimations des captures par classe de taille au moyen de clés taille/âge établies par lecture directe de l'âge. Dans le cas de la pêche artisanale sénégalaise, seules des données âge relativement anciennes et ne concernant que quelques espèces sont disponibles. On devra donc utiliser soit des méthodes de décomposition polymodales, soit un simple "slicing", en s'appuyant sur les données de croissance qui existent. La méthode d'ajustement des clés taille/âge en fonction des variations d'abondance des cohortes (Gascuel, à par.) pourra sans doute se révéler utile. Parallèlement, il conviendra d'estimer les rejets, sans doute non négligeables notamment dans le cas de la pêche industrielle.

La matrice des mortalités naturelles $M_{a,y}$ est très généralement réduite à un vecteur de mortalités par âge M_a considéré constant d'année en année, voire souvent à une valeur unique M supposée égale pour tous les âges. Dans tous les cas, l'estimation de cette mortalité reste difficile. Le recours à des formules empiriques (type relation de Pauly) doit impérativement être complété par des études de sensibilité des estimations.

Concernant la calibration de l'analyse, les difficultés de toute quantification d'un effort de pêche effectif, à partir des données d'effort nominal de la pêche artisanale sénégalaise, rendent *a priori* périlleuse une quelconque tentative de "tuning" sur un vecteur d'effort de pêche ou sur une matrice de PUE déduite de l'effort. Il semble donc nécessaire de recourir à des données externes à la pêche artisanale. La pêche industrielle fournit de ce point de vue des statistiques précieuses, dans la mesure où la quantification de l'effort y est sinon aisée, en tous cas moins hasardeuse.

Cette démarche passe par : la standardisation des puissances de pêche développées par la pêche industrielle ; l'estimation d'indices d'abondances $I_{a,y}$, en utilisant notamment les méthodes usuelles de modélisation linéaire généralisée ; les études de sensibilité des résultats de l'analyse des cohortes à l'estimation de ces indices d'abondance.

On retiendra de ce qui précède que deux aspects doivent faire l'objet d'une recherche méthodologique particulière : d'une part, la conversion des structures de tailles des captures en structures d'âges et, d'autre part, la calibration de l'analyse des cohortes. Outre ces aspects, on notera également comme principales sources potentielles d'incertitudes dans les diagnostics : les procédures d'extrapolations des captures, l'évaluation des rejets et l'estimation des mortalités naturelles.

Fondamentalement, l'analyse doit s'appuyer, dans un premier temps, sur un ensemble d'hypothèses contraignantes et d'estimations plus ou moins grossières. Il en découlera nécessairement des incertitudes, dont l'importance relative peut et doit être analysée par des études de sensibilité. Deux remarques essentielles s'imposent à ce niveau.

1) Comme le soulignent notamment Laurec et Le Guen (1981), la démarche consistant à partir d'hypothèses simples est généralement la plus fructueuse sur un plan scientifique. Elle aboutit à des diagnostics simples qui sont ensuite affinés au fur et à mesure que les paramètres utilisés peuvent être estimés de manière plus fiable. "En prenant la voie inverse (i.e. rechercher

d'abord à affiner l'estimation des paramètres) on risque d'attendre si longtemps pour parvenir à une conclusion, que les stocks auront beaucoup souffert."

2) Pour cause de convergence de l'analyse, et sous réserve que l'exploitation soit relativement intense, les diagnostics concernant les cohortes pleinement exploitées sont généralement robustes. Pour une large part, l'incertitude concerne les années récentes (le diagnostic en temps réel). Ceci n'exclut alors pas que des résultats essentiels, voire des recommandations de gestion, puissent être établis, à partir des estimations concernant les années antérieures [3].

Que peut-on en définitive attendre de cette première étape de l'analyse structurale ? D'abord, bien évidemment, une estimation des paramètres utilisés dans les étapes ultérieures. Ensuite, un ensemble de données (effectifs du stock $N_{a,y}$ et mortalités par pêche $F_{a,y,h}$) particulièrement utiles pour l'analyse descriptive de l'histoire de la pêcherie (Figure 4). Enfin, une base de connaissances utiles pour la compréhension de la dynamique du stock étudié.

Ce dernier point est sans doute essentiel et justifie que l'analyse des cohortes puisse être qualifiée de modèle explicatif. La variabilité du recrutement peut, par exemple, être analysée. Sans doute plus important : la connaissance des mortalités par pêche F peut être à la base de recherches concernant les relations entre efforts de pêche nominal et effectif. Dans le cas de la pêche artisanale sénégalaise, les travaux antérieurs (Laloë et Samba 1989 et 1991) ont conduit à souligner l'importance des changements de stratégies et de tactiques de pêche des flottilles. Ces changement ont évidemment des répercussions sur les puissances de pêche spécifiques. En revanche, les relations entre : effort nominal, occurrence des stratégies et des tactiques de pêche, et effort effectif n'ont jusqu'à présent pas pu être clairement analysées, et encore moins quantifiées ou modélisées. Une des raisons essentielles en est, bien sûr, l'absence de toute estimation un tant soit peu fiable de l'effort effectif. C'est cette absence que l'analyse des cohortes peut contribuer à combler. Potentiellement, son intérêt dépasse ainsi le seul diagnostic (l'expertise).

DIAGNOSTIC ET PRÉVISIONS À LONG TERME : LE CALCUL DES RENDEMENTS PAR RECRUE

Un principe de base : l'absence de relation stock/recrutement

Le diagnostic s'appuie, dans le cas de l'approche structurale, sur l'idée fondamentale suivante : le recrutement d'un stock ne dépend très généralement pas de l'abondance des géniteurs dont il est issu ; il est par conséquent indépendant de l'intensité

(3) Citons Laurec (1990). Avec l'analyse des cohortes, "on dispose d'un outil excellent pour dire : il y a 5 ans le stock était surexploité. Diagnostiquer ce qui se passe en temps réel est beaucoup plus difficile. (...) En revanche, lorsque l'on sait qu'entre temps le nombre de bateaux s'est accru, et que les techniques se sont améliorées, alors l'incertitude qui existe ne remet pas en cause le fait que le stock est lourdement exploité et qu'il faut intervenir."

et des caractéristiques de la pêcherie, c'est-à-dire de ce qu'on appelle le régime d'exploitation [4]. Trois remarques sur cette idée de base.

1) Elle peut *a priori* paraître paradoxale. Elle est cependant largement validée par l'expérience et s'explique, en réalité, assez bien, compte tenu de l'énorme variabilité qui affecte les phases pré-recrutées. Les sources de variabilité, en liaison notamment avec l'environnement biotique et abiotique, sont ici infiniment plus déterminantes que l'abondance même des géniteurs. Elles peuvent se traduire, selon les espèces, par des recrutements soit relativement constants (ressources stables), soit au contraire très variables (ressources instables), mais qui, dans tous les cas, restent largement indépendants du régime d'exploitation.

2) En dehors de quelques cas particuliers (essentiellement les espèces à fécondité très réduite, type mammifères marins, et des espèces à comportement territorial très marqué), l'absence de relations entre stock de géniteurs et recrutement ne souffre guère qu'une seule exception d'envergure. C'est celle des stocks exploités de manière exceptionnellement intense. En poursuivant le raisonnement jusqu'à sa limite, il est en effet clair qu'un stock nul produit un recrutement nul. Pour autant, ce phénomène qualifié de "recruitment over-fishing" est très généralement sinon secondaire du moins second, en matière de gestion raisonnée des ressources ; lorsqu'une pêcherie se développe, d'autres problèmes se posent avant que n'intervienne le "recruitment over-fishing". Les espèces menacées sont finalement très rares ; les pêcheries menacées le sont beaucoup moins.

Notons d'ailleurs qu'en tout état de cause, l'approche structurale n'est pas impuissante pour aborder aussi cette seconde question. En particulier, le calcul de biomasses fécondes par recrue, que nous ne détaillerons pas ici, permet de cerner les situations dans lesquelles il y a danger de "recruitment over-fishing".

3) L'absence de relations entre la pêcherie et le recrutement a des répercussions de première importance, quant à la manière d'envisager la gestion raisonnée des stocks. Si l'on excepte les cas (rares) de "recruitment over-fishing", la seule question essentielle qui se pose est en effet la suivante : comment utiliser au mieux le recrutement disponible ? Comme le souligne à nouveau Laurec (1990), "la question fondamentale est de savoir si l'on pêche plus ou moins intensément ; si l'on commence à pêcher les animaux tôt dans leur existence ou si l'on attend. (...) Plus on pêche intensément, et moins on laisse à la mortalité naturelle le temps de faire son effet. Pour un recrutement donné, on assiste ainsi à une augmentation du nombre de poissons capturés.

---

[4] Citons encore Laurec (1990). "Il est significatif de constater que les non-scientifiques envisagent généralement la gestion des ressources d'abord en terme de protection du stock de géniteurs, avec le souci d'assurer la pérennité du recrutement. A l'inverse, les biologistes sont en général trés peu inquiets sur la survie de la ressource, parce que les stocks marins ont des capacités assez extraordinaires de réagir à la raréfaction des adultes. (...) Il faut retenir qu'il n'y a pas de relations simples entre le nombre d'adultes et le nombre de jeunes qui en sont issus. Par ailleurs, il existe un impact certain de l'environnement sur les fluctuations du recrutement. Il en découle qu'on ne sait pas prédire le niveau du recrutement. Que pouvons-nous faire à partir de là ? Et bien regarder, une fois que les recrues sont là, ce qui leur arrive, et comment on peut en tirer plus ou moins partie."

> Par ailleurs, plus on pêche intensément, plus on rajeunit la pyramide des âges ; on capture des animaux de plus en plus petits, ce qui fait que le poids moyen des débarquements diminue. (...) La production totale est finalement une combinaison complexe entre le nombre de poissons capturés, qui va toujours en augmentant quand la pression de pêche s'accroît, et le poids moyen des individus capturés, qui va toujours en diminuant quant la pression de pêche s'accroît."

Le rendement par recrue : principe de calcul et intérêt

De ce qui précède, on retiendra que le diagnostic dépend *in fine* d'un bilan entre croissance pondérale et mortalité. C'est ce bilan que permet de quantifier le calcul des rendements par recrue.

Admettons que soient connus : un vecteur de mortalité par pêche F_a représentatif de la situation actuelle de la pêcherie (i.e. vecteur F_a de dernière année, ou moyenne des dernières années) ; un vecteur équivalent de mortalité naturelle M_a ; un vecteur de poids moyens par âge. Soit une cohorte hypothétique entrant dans la pêcherie avec un recrutement quelconque (disons, par exemple, 10^6 recrues). On peut dès lors calculer quelle serait l'évolution des effectifs de cette cohorte, soumise durant toute la durée de sa phase exploitée au régime d'exploitation actuel. On en déduit quelles seraient les captures numériques et pondérales qu'on en tirerait. Les équations utilisées sont les mêmes que celles de l'analyse des cohortes, à la seule différence près que les grandeurs F et M sont ici les variables connues et les grandeurs C et N les résultats recherchés (*cf* Figure 1).

La somme des captures pondérales rapportée à l'effectif du recrutement constitue le rendement par recrue, généralement exprimé en gramme/recrue ou en tonne/10^6 recrues. C'est une valeur théorique qui n'a, à elle seule, guère d'utilité.

En revanche, de la même manière, on peut calculer quel serait le rendement par recrue d'une exploitation globalement plus (ou moins) intense, sous l'hypothèse d'un diagramme d'exploitation constant (i.e. pas de modifications de la répartition des mortalités par pêche entre les âges). Le rendement par recrue est ainsi exprimé en fonction d'un multiplicateur mf du vecteur de mortalité par pêche. Cette approche permet de répondre à des questions du type : comparativement à la situation actuelle, quelle modification globale de la pression de pêche faudrait-il envisager pour mieux utiliser le recrutement ? Sachant qu'une diminution de l'effort de pêche effectif se traduirait nécessairement par la capture de poissons moins nombreux mais plus gros, le bilan final serait-il globalement positif ou négatif ?

On peut aller sensiblement plus loin, en particulier dans le cas de pêcheries multimétiers. A partir des vecteurs de mortalité $F_{a,h}$ de chaque métier, l'effet d'une modification de l'effort effectif de l'un ou l'autre des métiers peut être envisagé au moyen de multiplicateurs mf_h par métier. Le type de questions abordées ici est : quel est actuellement l'impact de tel métier sur tel autre ? Une diminution de la pression de pêche exercée par le premier se traduirait par un accroissement des taux de survie, donc des effectifs disponibles pour le second, donc de ses captures ; pour l'ensemble des métiers, peut-on en espérer un gain du rendement par recrue ?

On notera que ce calcul des rendements par recrue ne pose aucune difficulté méthodologique particulière, en ce sens qu'il découle directement des résultats de l'analyse des cohortes. Aucune hypothèse contraignante supplémentaire n'est notamment requise. En particulier, jusqu'à ce stade de l'analyse, il n'est fait jamais fait appel à une quelconque hypothèse concernant le caractère stable ou instable du recrutement, ou concernant l'existence (ou la non-existence) d'une situation "d'équilibre" entre l'abondance du stock et son milieu (incluant l'exploitation). De même, sous réserve que l'analyse des cohortes puisse être calibrée sur des données externes à la pêche artisanale, aucune quantification de l'effort de pêche n'est utilisée dans toute cette démarche.

Fondamentalement, le premier intérêt de cette étape de l'analyse structurale est l'établissement d'un diagnostic concernant la situation actuelle. Correspond-elle ou non à une utilisation satisfaisante du recrutement disponible ? Autrement dit, un autre régime d'exploitation permettrait-il ou non - et dans quelles proportions ? - de tirer un meilleur parti de chaque poisson entrant dans la pêcherie ? A partir de ce diagnostic, le rendement par recrue peut ensuite être utilisé pour des prévisions à long terme.

Du rendement par recrue à la prévision à long terme

La notion de rendement par recrue est souvent mal comprise et est parfois qualifiée, de manière abusive, de prédiction à l'équilibre. Quelques précisions s'imposent donc.

Considérons d'abord le cas simple, celui d'une ressource stable pour laquelle le recrutement peut raisonnablement être considéré comme constant (et de valeur connue). Au facteur recrutement près, le rendement par recrue est alors directement représentatif de la production obtenue une année donnée. Ceci est vrai à condition que toutes les cohortes constitutives du stock aient subi, depuis leur recrutement, le régime d'exploitation pour lequel le rendement par recrue est calculé. Autrement dit, si on envisage une modification du régime d'exploitation actuel, le diagnostic de rendement par recrue indique quelle sera la production attendue à long terme, lorsque toutes les cohortes exploitées auront subi ce nouveau régime d'exploitation.

Dans le cas des ressources instables, l'interprétation du rendement par recrue en tant que prévision à long terme est plus délicate. Un nouveau régime d'exploitation se traduira, lorsque toutes les cohortes l'auront subi depuis leur recrutement, par une production qui est une combinaison complexe du rendement par recrue, commun à toute les cohortes, et du recrutement de chaque cohorte. Prévoir si telle ou telle modification de l'intensité de pêche se traduira à long terme par un accroissement ou une diminution de la production, comparativement à la situation actuelle, est périlleux. Tout dépendra alors du recrutement futur, dans ce cas imprévisible. En revanche, le rendement par recrue de ce nouveau régime d'exploitation peut être comparé à celui du régime actuel. Le diagnostic est alors du type : telle modification du régime d'exploitation entraînera à long terme telle modification moyenne de la production, non pas comparativement à la production actuelle, mais comparativement au maintien du *statu quo*.

La seule hypothèse sous-jacente ici est que la courbe de rendement par recrue, en fonction de l'effort de pêche effectif, reste valide à long terme. Ceci revient à considérer que les caractéristiques moyennes de croissance et de mortalité naturelle du stock présentent une relative constance. Sauf exceptions, une telle hypothèse est infiniment moins contraignante que celle concernant la stabilité du recrutement.

Le type de diagnostic ainsi établi satisfait généralement l'halieute dynamicien des populations. Il reste vrai, d'une part, qu'il est souvent peu compréhensible (donc difficilement acceptable) pour le pêcheur ou pour l'administrateur des pêches et, d'autre part, qu'il ne satisfait guère l'halieute économiste, à la recherche d'une courbe de production, si possible en fonction des coûts ...

Ce sont ces difficultés qui conduisent parfois à exprimer les résultats, non pas en terme de rendement par recrue, mais en terme de production totale. On s'appuie alors sur une hypothèse de recrutement constant ($Y = Y/R \, . \, R_{cte}$) et on aboutit à une prévision à long terme qualifiée de prédiction à l'équilibre. Insistons cependant sur le fait que cette démarche, qui n'est pas valide dans le cas des ressources instables, n'est en rien inhérente à l'approche structurale. Celle-ci peut parfaitement aboutir à des diagnostics à long terme et à des recommandations de gestion, y compris dans le cas des ressources totalement instables, à condition de s'en tenir alors à la notion de rendement par recrue.

De la prédiction à la recommandation de gestion

Dans la formulation des recommandations de gestion, on rencontre une autre difficulté majeure. Les rendements par recrue sont en effet exprimés en fonction de multiplicateurs de la mortalité par pêche (un multiplicateur global, ou des multiplicateurs par métier). Autrement dit, les prévisions à long terme se rapportent à un effort de pêche effectif, alors que c'est l'effort de pêche nominal qui est susceptible de faire l'objet de mesures de gestion. On retrouve ici l'intérêt qu'il y a à analyser les relations entre effort nominal et effort effectif.

Pour autant, ici encore l'incertitude (dans ces relations entre ces différents efforts) ne doit pas conduire à masquer la composante certaine du diagnostic. Si une diminution par un facteur 2 de l'effort effectif paraît souhaitable, alors il est clair qu'une diminution importante de l'effort nominal doit être recommandée. A l'inverse, si un accroissement modéré de la pression de pêche parait envisageable, il n'est pas certain, compte tenu de la tendance naturelle des pêcheurs à accroître leur efficacité, qu'on puisse aller au delà d'un simple maintien de l'effort de pêche nominal.

On retiendra, en définitive, que cette seconde étape de l'approche structurale ne pose pas de problèmes conceptuellement nouveaux par rapport à la première. Elle a essentiellement une fonction d'expertise, en ce sens qu'elle constitue l'étape clé du diagnostic sur l'évaluation des stocks. Elle s'applique tant aux ressources stables qu'aux ressources instables. Au delà des incertitudes, qui sont toujours présentes, elle conduit très généralement à des recommandations pertinentes, en matière de gestion des stocks.

LES PRÉDICTIONS Á COURT TERME : SIMULATION DES CAPTURES ET DES EFFECTIFS

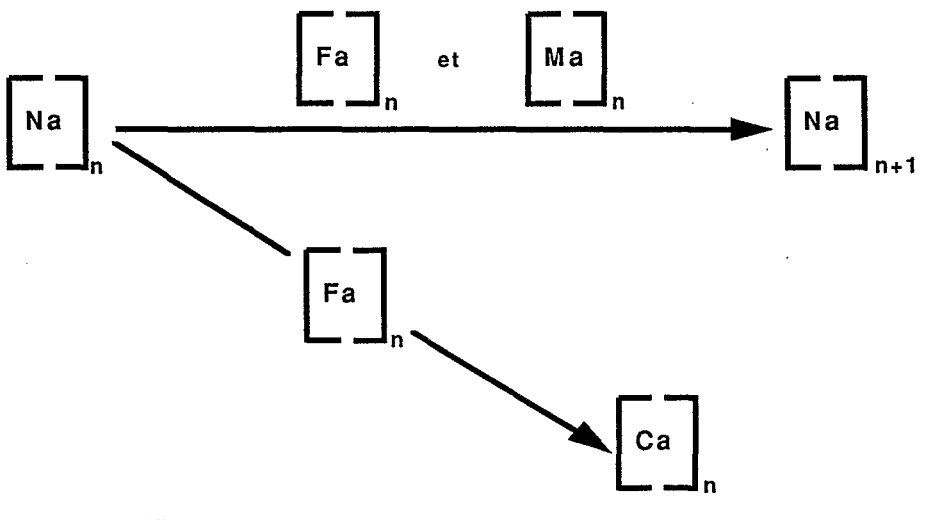
Justifications et principes

Deux types de préoccupations justifient le recours aux techniques de simulation :

- d'une part, le désir de savoir ce qui va se passer, non pas en terme de rendement par recrue dans 10 ans, mais en terme de captures l'année prochaine ou la suivante ; l'intérêt de cette préoccupation est évident.
- d'autre part, l'antagonisme qui existe souvent entre le long terme et le court terme. Une diminution de la pression de pêche peut en effet paraître souhaitable, compte tenu des prévisions à long terme issues du calcul des rendements par recrue. A court terme, elle se traduira nécessairement par une baisse des captures numériques et donc des rendements pondéraux. Ce n'est que lorsque les poissons épargnés par la diminution de l'effort auront suffisamment grandi, qu'on pourra espérer un gain. Le problème est donc de disposer de tous les éléments pour établir un bilan entre un long terme jugé souhaitable et un court terme jugé acceptable.

Les techniques de simulation consistent à calculer le vecteur des captures C_a et le vecteur des effectifs du stock N_a, pour une année donnée, connaissant les effectifs de l'année précédente et les mortalités naturelles et par pêche de l'année simulée (Figure 5).

Figure 5 : Principe de la simulation à court terme : pour l'année n, la connaissance des effectifs du stock en début d'année et des mortalités naturelles et par pêche permet de calculer les captures de l'année et les effectifs du stock au début de l'année suivante.



Les difficultés de la simulation

Le premier problème rencontré est celui du choix d'un vecteur F_a de simulation. Lorsqu'on cherche à établir un bilan court terme / long terme, c'est naturellement le même vecteur F_a qui doit être utilisé dans la simulation et dans le calcul du rendement par recrue. Le problème essentiel n'est pas ici de prédire l'année (ou les années) suivante(s). Il s'agit plutôt d'évaluer les conséquences théoriques à court terme d'une recommandation jugée souhaitable à long terme. Cette démarche est souvent utile, même si il reste admis que l'évolution réelle pourra être sensiblement différente des résultats théoriques estimés à court terme.

Lorsqu'on cherche à prédire un avenir considéré probable, indépendamment ou non de toute mesure de gestion, c'est un vecteur F_a également jugé probable qu'il convient d'utiliser. Celui-ci est généralement construit à partir des estimations les plus récentes des mortalités $F_{a,y}$. Le plus simple est, bien sûr, de travailler sous l'hypothèse d'un régime d'exploitation constant. Des correctifs peuvent également être introduits, en fonction par exemple des évolutions prévisibles des efforts de pêche globaux ou par métier.

Naturellement, lorsque le "pattern" d'exploitation fluctue de manière plus ou moins erratique (ou en tout cas non prévisible), le choix d'un vecteur F_a de simulation est périlleux. Toute simulation à court terme paraît alors hasardeuse. Cette situation est sans doute celle d'une fraction importante des ressources exploitées par la pêche artisanale sénégalaise. Elle constitue la principale limite à l'utilisation des techniques de simulation.

La seconde difficulté a trait à la prédiction des effectifs (Figure 6). Si les données statistiques sont disponibles jusqu'à l'année n-1, l'analyse des cohortes conduit à estimer les effectifs en fin d'année n-1, c'est-à-dire en début d'année n. Ceci est vrai pour chacun des groupes d'âge, à l'exception du plus jeune. Pour simuler l'année n, il est donc indispensable de disposer d'une estimation du recrutement de cette année, soit R_n. De même, la simulation de l'année n+1, présuppose que soit connu le recrutement R_{n+1}.

Deux types de situations peuvent rendre cette difficulté relativement mineure.

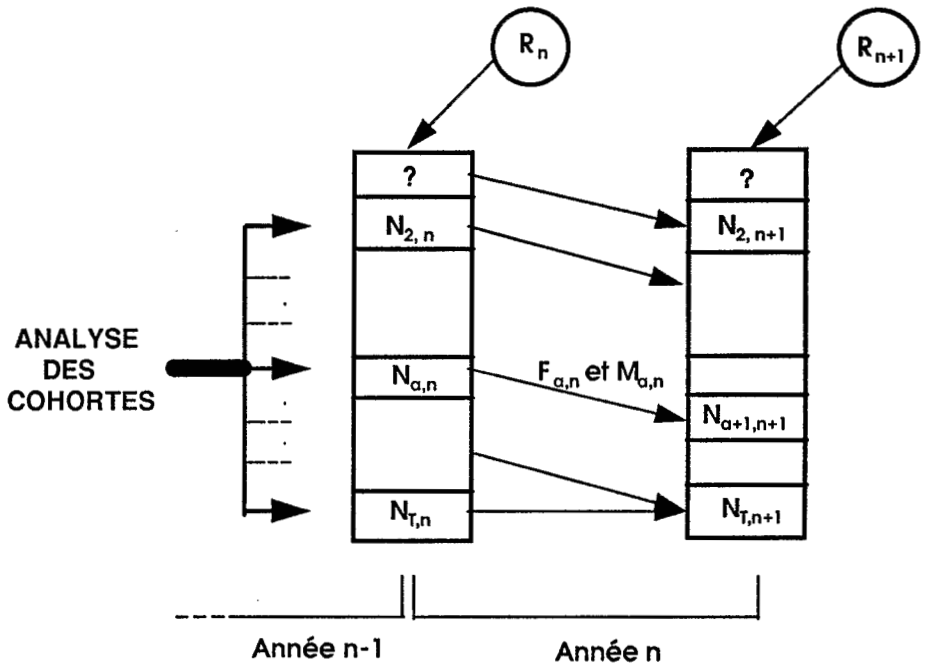
- Dans le cas des ressources à recrutement peu variable, un recrutement moyen, au besoin complété par une hypothèse basse et une hypothèse haute, peut raisonnablement être utilisé. En poursuivant la simulation sur un nombre suffisant d'années, on aboutit alors à des prédictions de captures dites "à l'équilibre", et qui sont en tout point identiques à celles évoquées plus haut.

- Dans le cas des espèces à forte longévité, et lorsque les groupes d'âge jeune ne représentent qu'une part réduite des captures, la simulation peut être envisagée pour un nombre d'années limité. L'incertitude concernant les jeunes n'a alors que peu d'effets sur les prédictions concernant les effectifs ou les captures totales, tous groupes d'âge confondus.

En ce qui concerne la pêche artisanale sénégalaise, il est clair que seules certaines espèces correspondent à l'une ou l'autre de ces situations. Pour les autres, la prédic-

tion à court terme apparaît, au moins en l'état actuel des connaissances, largement illusoire.

Figure 6 : Simulation des effectifs du stock, pour l'année n. La simulation requière que soient connus les données nécessaires à l'analyse des cohortes jusqu'à l'années n-1 et l'effectif du recrutement de l'année n (cf. texte).



BILAN - CONCLUSION

Quelles difficultés la mise en oeuvre de l'approche structurale pose-t-elle finalement ? Elles sont de trois ordres.

Les premières conditionnent tout établissement d'un diagnostic ; elles se rapportent à l'estimation des variables d'entrée de l'analyse des cohortes et aux procédures de calibration de cette analyse. Citons essentiellement : les procédures d'extrapolation des captures, l'évaluation des rejets, les méthodes de conversion des structures de taille en structures d'âge, l'estimation des mortalités naturelles, et l'estimation d'indices d'abondances utilisables pour le "tuning" de l'analyse. Dans la plupart des cas, on dispose cependant d'une base de connaissances importante, sur laquelle appuyer des estimations et des hypothèses raisonnables. En prenant en compte l'information essentielle que constituent les données de captures en tailles, l'approche structurale doit ainsi conduire à des évaluations, certes entachées

d'incertitude, mais répondant déjà de manière fiable à nombre de questions posées.

Le second type de difficultés concerne les prédictions à court terme, qui paraissent aujourd'hui illusoires pour de nombreuses espèces. Ces prédictions ne sont cependant qu'un élément relativement mineur dans les diagnostics et dans les recommandations de gestion, susceptibles d'être formulées à l'heure actuelle.

Enfin, l'une des difficultés majeures, non encore abordée jusqu'ici, est la forte pluri-spécificité des captures de la pêche artisanale sénégalaise. Cette pluri-spécificité revêt deux aspects distincts. Le premier a trait à la prise en compte des interactions biologiques entre espèces. De nombreuses recherches sont menées actuellement dans le monde sur ce thème. Il est rare cependant qu'elles conduisent à des modèles d'intérêt prédictif ou décisionnel. En outre, le problème est ici, *in fine*, un problème d'analyse de variance. Plus un stock est exploité de manière intense, plus l'importance relative des interactions biologiques diminue, tandis que l'exploitation tend à devenir le déterminant essentiel de la dynamique du stock. Le diagnostic de "surexploitation" biologique peut alors être certain, indépendamment des incertitudes liées aux relations inter-spécifiques. A l'inverse, la diminution d'abondance d'un stock peut avoir des répercussions sur les autres, par l'intermédiaire des relations de compétition ou de prédation, notamment aux stades pré-recrutés. L'étude de ces interactions apparaît ainsi comme un thème de recherche complémentaire, mais non directement concurrent de l'évaluation mono-spécifique des ressources.

Le deuxième aspect de la pluri-spécificité concerne la prise en compte des interactions technologiques entre espèces, c'est-à-dire le fait que plusieurs espèces sont capturées simultanément par un engin de pêche. Dans ce cas, le diagnostic reste toujours mono-spécifique, tandis que la prévision est pluri-spécifique (cf aussi Fonteneau et Gascuel, 1993). L'estimation d'une courbe de rendement par recrue pour l'ensemble des espèces considérées, et par suite la prévision à long terme, ne sont cependant possibles que sous certaines hypothèses. En particulier, il faut alors admettre que l'importance relative du recrutement de chaque espèce reste constante. En revanche, lorsque l'on s'intéresse à des espèces à recrutements hautement variables et que les diagnostics divergent selon l'espèce considérée, il n'est guère possible d'aller au-delà du diagnostic relatif à la situation présente.

En définitif, la mise en oeuvre de l'approche structurale apparaît d'un intérêt potentiel majeur pour la pêche artisanale sénégalaise. D'abord, parce qu'elle permet de tirer pleinement partie de l'information considérable accumulée ces dernières années au CRODT, en matière de fréquences de taille des captures. Ensuite, parce qu'elle s'applique tant aux ressources stables qu'aux ressources instables. A aucun moment dans l'analyse, au moins jusqu'au diagnostic sur la situation actuelle et jusqu'à la prévision à long terme, il n'est fait appel à une quelconque hypothèse concernant la variabilité du recrutement. Enfin, cette approche est particulièrement bien adaptée au caractère adaptable des pêcheries ; sous certaines conditions, elle n'impose pas comme préalable une quantification de l'effort de pêche effectif.

Les diagnostics concernant l'état des stocks doivent en particulier conduire à formuler des recommandations de gestion pertinentes. Naturellement, ceci ne signifie pas qu'on puisse en déduire de manière simple les moyens techniques à mettre en

oeuvre pour réguler efficacement l'activité de pêche et en assurer le développement durable. De ce point de vue, d'autres problèmes se posent, liés au caractère intrinsèquement complexe de la dynamique des systèmes halieutiques. Ils appellent, sans aucun doute, à un développement des recherches pluridisciplinaires. Ces questions dépassent cependant très largement le cadre de la présente réflexion et on ne les abordera pas ici plus avant.

On insistera pour conclure, sur l'intérêt particulier de la première étape présentée, l'analyse des cohortes. Au delà d'une fonction d'expertise, elle peut en effet contribuer, en tant que modèle explicatif de l'histoire de l'exploitation, à mieux comprendre les déterminants de cette dynamique du système pêche.

RÉFÉRENCES

❒ **Cury P. et C. Roy, 1991** - Pêcheries ouest-Africaines : *variabilité, instabilité et changements. ORSTOM Paris éd., 525 p.*

❒ **Ferraris J., 1993** - La pêche artisanale au Sénégal : description de la variabilité spatio-temporelle. Symposium sur l'évaluation des ressources exploitées par la pêche artisanale au Sénégal, *Présent rapport.*

❒ **Fonteneau A. et D. Gascuel, 1993** - La problématique de l'évaluation des ressources halieutiques de la pêche artisanale sénégalaise : nécessité d'une approche intégrée. Symposium sur l'évaluation des ressources exploitées par la pêche artisanale au Sénégal, *Présent rapport.*

❒ **Fréon P., 1986** - Réponses et adaptations des stocks de clupéidés d'Afrique de l'ouest à la variabilité du milieu et de l'exploitation. Analyse et réflexion à partir de l'exemple du Sénégal. *Thèse doct. d'état. Univ. Aix Marseille II.*

❒ **Gascuel D.**, sous presse - Une méthode simple d'ajustement des clés taille/âge : application aux captures d'albacores (*Thunnus albacares*) de l'Atlantique Est. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*

❒ **Gulland J.A., 1965** - Estimation of mortality rates. Annex to the Report of the Arctic Fisheries *Working Group. Hambourg, janvier 1965. Cons. Int. Explor. Mer., CM 1965/3 : 9 p.*

❒ **Laloë F. et A. Samba, 1989** - La pêche artisanale au Sénégal : ressource et stratégies de pêche. *ORSTOM Paris éd., 395 p.*

❒ **Laloë F. et A. Samba, 1991** - A simulation model of artisanal fisheries of Senegal, *ICES mar. Sci. Symp., 193 : 281-286.*

❒ **Laurec A., 1990** - Les outils de gestion des stocks : performances, limites, évolution. *In : "Les Rencontres Halieutiques de Rennes - La gestion des pêches maritimes françaises : aujourd'hui, demain", Colloque des 23-24 Mars 1990, Gascuel D. (éd.), ENSA de Rennes, pp 10-18.*

❒ **Laurec A. et J.C. Le Guen, 1981** - Dynamique des populations marines exploitées, Tome I - Concepts et modèles. *Rapport Scientifiques et Techniques, CNEXO éd., 118 p.*

❒ **Mesnil B. - 1980** - Théorie et pratique de l'analyse des cohortes. *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit., 44(2) ; 119 -155.*

❒ **Pope J.G., 1972** - An investigation of the accuracy of Virtual Population Analysis using Cohort Analysis. *I.C.N.A.F., Res. Bull., 9 : 65-74.*

❒ **Samb B., M. Barry-Gérard, et A. Caverivière, 1993** - Fréquences de taille : stratégie de collecte et travaux effectués. *Présent rapport.*

Dynamique du système Pêche Artisanale et intelligence artificielle: Le Projet M O P A.

J. Le Fur.

RÉSUMÉ :

La pêche artisanale au Sénégal est reconnue comme un système dynamique complexe dans lequel les facteurs écologiques, biologiques, économiques, sociologiques interagissent pour produire une dynamique d'ensemble. Pour faire face à la complexité du domaine étudié, une méthodologie est présentée pour modéliser la dynamique globale du système pêche artisanale.

Le modèle conceptuel repose sur l'utilisation de l'approche dite systémique. Elle permet de définir, dans ce travail, une perception structurelle et fonctionnelle de l'objet d'étude sous la forme d'un ensemble de réseaux interconnectés au sein desquels circulent différents types de flux (poissons, monnaie, acteurs humains, information). La traduction formelle de ce modèle exploite les potentialités de l'intelligence artificielle et plus particulièrement de l'approche objet.

Une application du modèle est présentée dans laquelle est simulée, sur une période de dix années, la dynamique de la pêcherie artisanale sénégalaise dite "aux filets dormants". L'évolution comparée des séries observées et simulées indique une bonne cohérence entre la réalité appréhendée et le modèle.

Cette approche méthodologique apparaît porteuse d'informations intéressantes lorsque l'on aborde le problème de la représentation des interactions entre une ressource et son usage. Les résultats obtenus peuvent être utilisés dans plusieurs domaines dont, notamment, celui de la caractérisation de l'effort de pêche dans une communauté de pêcheurs structurellement et fonctionnellement composite; information souvent pertinente dans le cadre de l'évaluation des ressources en pêche artisanale.

ABSTRACT :

The Senegalese artisanal fishery is recognised as a complex dynamic system. Actually, the global dynamic is partly due to interaction between ecological, biological, economical and sociological factors. To face such a complexity, a methodology is presented to model the whole dynamics of the artisanal fishery system.

The conceptual model uses the systemic approach : the structural and functional perception of the studied object is viewed as a set of interconnected networks inside which circulate different kind of matter fluxes (fishes, currencies, human actors, information). The formal translation of this model takes advantage of the artificial intelligence technics, and especially the object oriented approach.

An application of the model is presented where ten years of gillnets fishery activity is simulated. Coherence is found between observed and estimated time series.

Such a methodological approach carries valuable information, particularly when faced to the problem of representing the interactions between a resource and its use. The results that it can provide may be used in several domains. This is the case of the fishing effort characterisation in a structurally and functionally composite fishing community. This last information is often valuable in the frame of artisanal fisheries' resource evaluation.

INTRODUCTION

En termes d'objet de recherche, la pêche artisanale est reconnue comme un système complexe. En effet, lorsqu'une perturbation intervient, la biologie, l'économie, la sociologie interfèrent le plus souvent pour finalement aboutir à une réponse multicomposantes. Une voie de recherche intéressante apparaît alors dans laquelle l'étude de l'interaction entre les différents domaines (biologiques, sociologiques, économiques, etc.) permettrait de mieux appréhender les conséquences de ces perturbations. Dans le domaine de la représentation des connaissances, cette problé-

matique soulève de nombreux problèmes méthodologiques et nécessite de nouvelles approches, de nouveaux outils.

Des réajustements ont été constatés à ce sujet dans les modèles halieutiques. Ils consistent soit à intégrer une composante économique dans un modèle de dynamique de population (Laloë et Samba, 1991), soit l'inverse (Meuriot, 1987), soit encore à préciser les estimations de production grâce à certains paramètres écologiques (Cury et Roy, 1987, Fréon *et al.*, 1988), etc. Ces nouvelles approches apparaissent prometteuses mais peut-être insuffisantes. En effet, elles semblent être de nature plus juxtadisciplinaire que pluridisciplinaire, utilisant le plus souvent un modèle comme producteur des données d'entrée d'un autre. Il semble que peu d'approches aient réellement tenté d'appréhender la dynamique de l'interaction proprement dite entre les différents sous-systèmes. Ainsi, en termes de modélisation, une vision synthétique semble encore manquer à l'expertise scientifique de la pêche.

L'approche dite systémique (Von Bertalanffy, 1968, De Rosnay, 1975, Walliser, 1977, Lemoigne, 1987), dont le champ potentiel d'application dépasse largement celui de l'halieutique, cherche à combler cette lacune. Fondée sur une approche globalisée des systèmes, elle cherche à intégrer dans une seule compréhension l'ensemble des domaines et leurs interactions. Elle introduit l'interdépendance comme l'un des éléments moteurs de la dynamique et impose la prise en compte de concepts peu étudiés mais pregnants tels que, par exemple, la rétroaction, la mémorisation, la transmission de l'information, la décision ou le transfert d'échelle. Enfin, elle prend en compte explicitement la complexité comme une caractéristique intrinsèque et fondamentale de la structure et du fonctionnement des systèmes (Morin, 1977, Lemoigne, 1987). Il apparaît que cette approche traduit bien la perception que l'on a actuellement de la structure et du fonctionnement des systèmes d'exploitation halieutique artisanaux (Quensière, 1991, 1993) et mérite donc d'être considérée.

Pour représenter l'objet d'étude sous cet angle et répondre aux contraintes conceptuelles qu'elle sous-tend, il est nécessaire d'utiliser des outils adaptés, capables entre autres de favoriser la représentation modulaire des différentes composantes, l'interaction multiple, la flexibilité des interrelations, etc. Parce qu'elles fournissent des réponses à ces questions, les techniques de base de l'intelligence artificielle et notamment la représentation objet (Bailly et al., 1987, Massini *et al.*, 1989) se présentent comme des approches instrumentales intéressantes dans ce cadre. Dans le contexte des exploitations halieutiques particulièrement, de telles approches ont vu le jour et ont conduit à la production d'informations nouvelles et pertinentes (Bousquet et Cambier, 1991, Bousquet *et al.*, 1992).

Le projet MOPA (MOdélisation de la Pêche Artisanale au Sénégal) vise à explorer quelques uns de ces outils pour tenter d'appréhender la complexité de la pêche artisanale au Sénégal. Cette note a pour objet de présenter, à travers les résultats du projet MOPA, un exemple d'application de l'approche systémique et de l'utilisation de la représentation objet au problème de la compréhension et de la modélisation d'un système complexe tel que se révèle le Système Pêche Artisanale (SPA) au Sénégal.

PRÉSENTATION DU MODÈLE

Dans le modèle proposé, le SPA est structurellement assimilé à un ensemble complexe de réseaux interconnectés reliant tous ses éléments constitutifs. Le schéma sur lequel est fondé la description du SPA va reposer alors sur la description des différents flux d'éléments qui circulent au sein de ces réseaux ainsi que des composants entre lesquels ces éléments circulent.

Dans le SPA, on peut en effet considérer plusieurs types de matière circulant entre les différents composants. Dans l'approche retenue ont ainsi été représentés des flux de poisson, de monnaie, d'acteurs humains et d'information (mais il peut aussi s'agir de bateaux, de travail, de sels nutritifs ou de température). Chaque type de 'fluide' est impliqué dans un réseau d'échange qui lui est propre et peut s'interconnecter avec un autre, la 'matière' étant alors convertie ou échangée. Dans le modèle, quatre réseaux, supposés a priori déterminants, ont été retenus.

Le premier de ces réseaux, présenté sur la figure 1 représente les flux de poissons qui se réalisent au sein du système. On distingue tout d'abord des éléments/phases qui sont susceptibles de contenir une certaine quantité de poissons. Certains de ces composants ont un comportement particulier, il s'agit *(i)* des stocks de poissons (stocks naturels dans ce cas); desquels l'élément circulant ne peut que sortir, *(ii)* des puits (consommation, pertes) qui au contraire sont des éléments terminaux du système d'où les poissons ne peuvent plus être remis en circulation; enfin *(iii)* des réservoirs qui jouent en quelque sorte un rôle de tampon et peuvent, dans une mesure à déterminer, réguler les déséquilibres qui interviennent entre les différents flux (dans le cas particulier de la filière protéique, la transformation du poisson frais en poisson séché plus facilement conservé peut dans certains cas absorber les surplus invendus). Entre ces différents composants circulent les poissons.

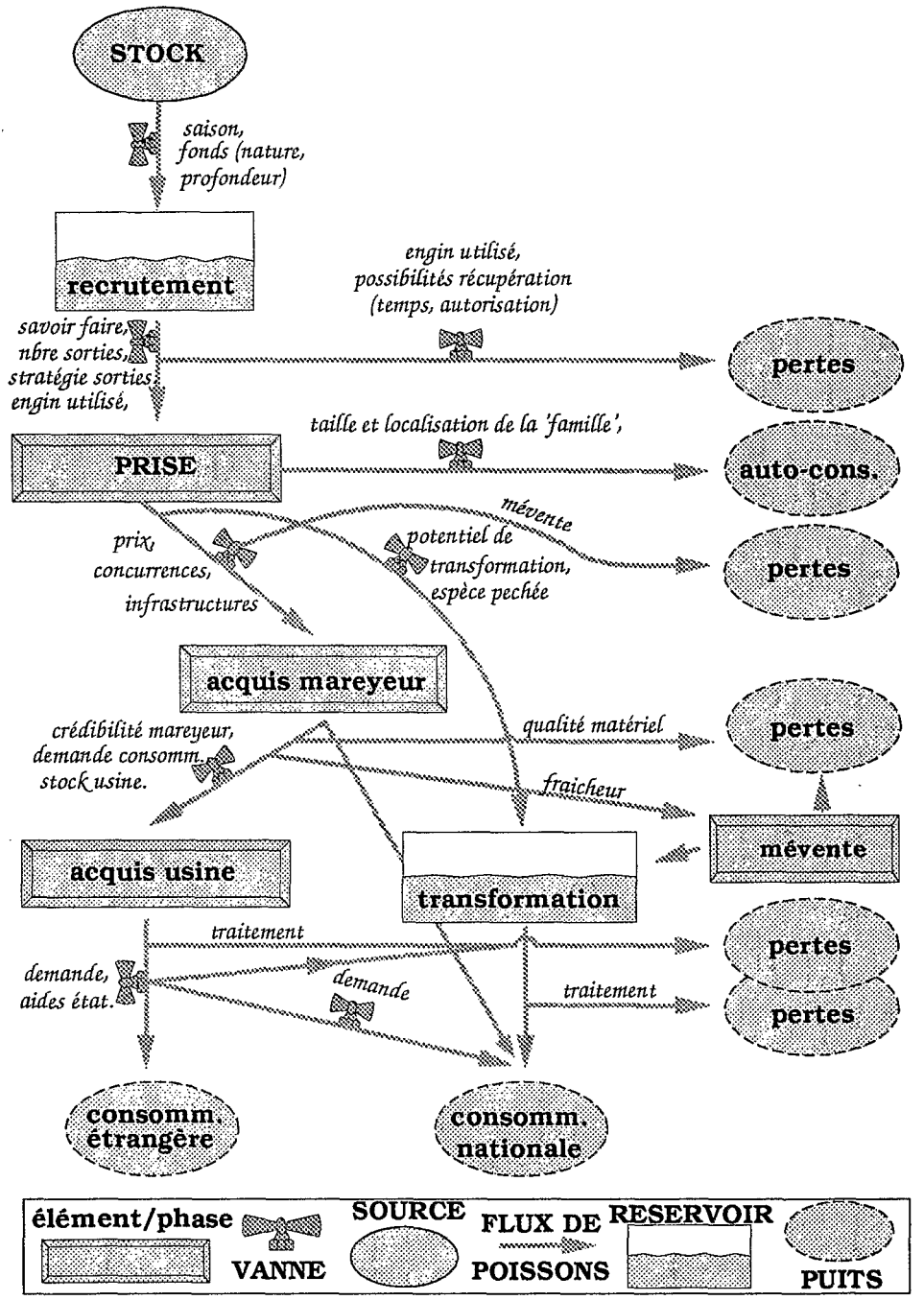
La condition triviale nécessaire à cette circulation est l'approvisionnement du compartiment initial. Une fois cette condition réalisée, la circulation d'un compartiment à un autre sera conditionnée par des 'vannes' contrôlant les débits des différents flux.

Pour représenter la circulation dans le réseau il sera nécessaire de:

- définir les composants avec leur capacités et les facteurs qui conditionnent cette capacité,
- définir les paramètres qui conditionnent le niveau d'ouverture des vannes,
- pouvoir renseigner ces paramètres à chaque étape de la simulation.

Le deuxième réseau déterminant concerne les flux de monnaie. Ce réseau, utilisant une représentation analogue au précédent y est étroitement relié. Il s'agit là de l'autre aspect essentiel de la représentation, dans lequel est pris en compte la possibilité de conversion d'un élément dans un autre (e.g., conversion de poisson en monnaie). Une grande partie de la définition des paramètres, donc de l'ouverture des 'vannes' incombe aux modalités de réalisation de ces conversions. Toujours sur le même modèle, deux autres réseaux sont encore nécessaires pour décrire le fonction-

Figure 1 : Filière générale protéique (flux de poissons à travers le système)



nement correct du système. Il s'agit *(i)* des flux d'information qui circulent entre les différents acteurs du système, leur permettant d'évaluer une situation donnée, puis de prendre des décisions dans le sens d'augmenter ou de diminuer les flux d'argent et de poissons par exemple; *(ii)* des flux spatiaux d'acteurs entre les divers centres d'intérêt dont les caractéristiques (argent, poisson, information) en font de plus ou moins grands attracteurs pour les acteurs.

Enfin, un cinquième schéma complète le tout, définissant les interactions qui existent entre les différentes communautés mises en jeu. Il ne s'agit plus là exactement de flux de tel ou tel élément mais plutôt de relations privilégiées entre certains éléments du système: les caractéristiques et les acquis d'un élément/acteur à un temps donné conditionnant suivant ces directions privilégiées les décisions que pourront prendre les éléments/acteurs auxquels il est connecté (Exemple: On décrit ainsi qu'un pêcheur filtrera les contraintes des différents mareyeurs en présence pour prendre en compte, lors de sa phase de prise de décision, uniquement les contraintes des mareyeurs avec lesquels il traite habituellement).

L'objectif à remplir pour modéliser le SPA consiste donc à représenter ces cinq schémas dans leurs aspects structurels et fonctionnels et de définir une stratégie de mise en oeuvre de leur fonctionnement.

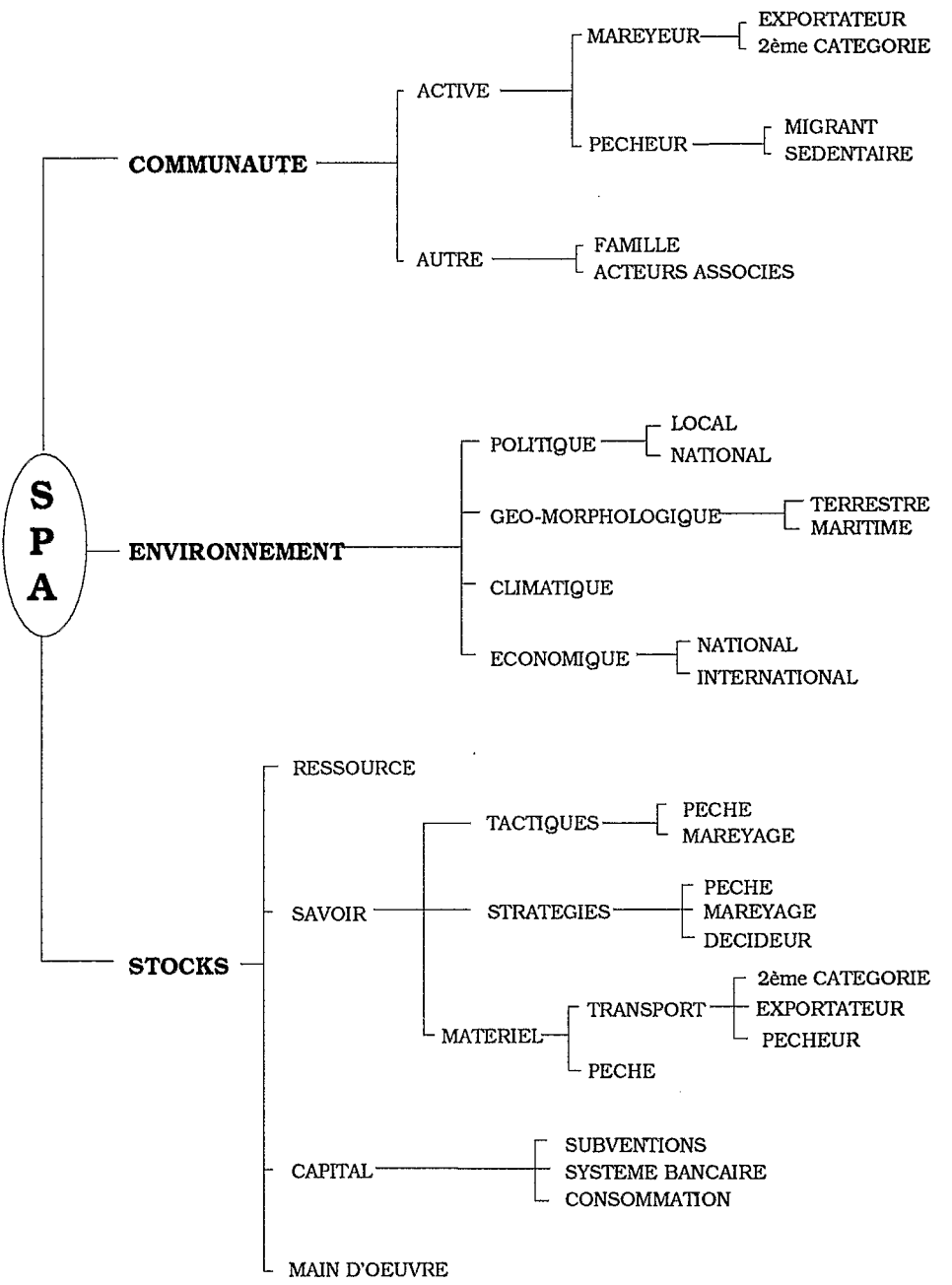
Intervient alors la notion d'outils de représentation. La conceptualisation du système sous forme d'un ensemble de réseaux laisse clairement apparaître l'importance donnée par l'approche systémique à l'organisation structurelle des différentes composantes entre elles. La recherche d'outils adaptés à ce besoin de représentation particulier va mettre en avant de nouvelles techniques de programmation dont particulièrement celle dite "orientée objet" qui a été retenue dans le projet MOPA.

REPRÉSENTATION INFORMATIQUE DU SYSTÈME

Du point de vue informatique, le principe du modèle fondé sur l'approche objet consiste tout d'abord à définir chacun des constituants repérés dans le système, i.e. dans les réseaux (ports, pêcheurs, exportateurs, espèces, tactiques, etc.), comme autant d'objets différenciés, chaque objet ayant des caractéristiques et un comportement propres. Ainsi, pour tous les schémas qui ont été définis, chaque composant est représenté, au niveau du système expert, par un 'objet', caractérisé par des 'attributs' valuables. Ces attributs (ou champs) permettent de renseigner un composant donné sur les flux par lesquels il est concerné et les 'vannes' sur lesquels il est susceptible d'agir. Par exemple, pour une communauté de pêcheurs, définie en tant qu'objet, les champs pourront se présenter sous la forme de variables quantifiables (quantité de poissons, sommes d'argent), de champs d'autres objets (stratégie, tactiques, espèces et sites exploités) ou encore de micro-programmes définissant des moyens d'accès à une information donnée (par exemple les relations privilégiées entre certains types d'acteurs).

Hiérarchie et héritage: afin de mieux organiser la représentation, les objets dont les caractéristiques sont identiques peuvent être rassemblés dans des catégories. Un

Figure 2 : Hiérarchie des catégories constitutives du Système Pêche Artisanale (SPA).



dernier niveau de structuration permet enfin de factoriser certaines caractéristiques des objets par la définition de hiérarchies au sein des catégories:

Dans le cas particulier du système que nous tentons de représenter, un tel ensemble de hiérarchies a été établi, présenté sur le schéma de la figure 2. Sur ce schéma, trois grandes catégories ont donc été définies; les communautés, les environnements et les stocks. Le principe général de fonctionnement de ce système est centré sur les acteurs (i.e. les communautés humaines): en fonction de l'environnement dans lequel ils se trouvent, des ressources dont ils disposent, du résultat des choix qu'ils ont effectués précédemment et enfin de l'information à laquelle ils ont accès, ces acteurs vont pouvoir accéder à une partie des connaissances potentiellement disponibles (stock "savoir") et se pourvoir en tactiques et stratégies dans un premier temps. Puis, pourvus des moyens d'action qu'ils auront retenus, ils pourront puiser dans les stocks de matière existant (poissons, argent, matériel) afin d'agir dans le pas de temps suivant et modifier leur environnement (qui joue donc à la fois le rôle de déterminant et d'objet de l'action).

La mise en oeuvre de ce modèle implique enfin une spécification fonctionnelle de chacun des transferts possibles entre les différents objets. Un exemple de simulation portant sur les transferts d'acteurs entre communautés de pêcheurs servira de support à ce propos.

SIMULATION DE LA DYNAMIQUE DU SYSTÈME:

L'exemple de la pêcherie aux filets dormants à Kayar.

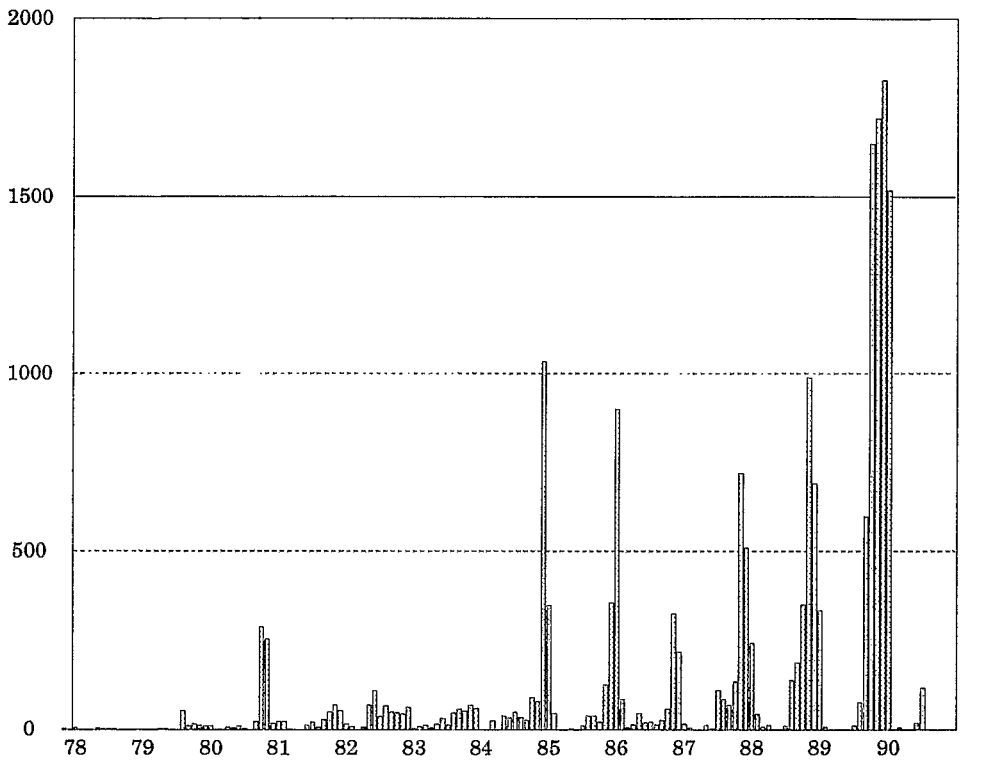
La pêcherie dont l'évolution a été retenue pour cette étude est celle des filets dormants (FD) sur le site de Kayar situé au nord de Dakar sur la Grande Côte du Sénégal. On distingue au Sénégal, sur la côte nord ou Grande Côte, deux saisons bien distinctes dans l'année; une saison froide (de novembre à mai/juin) et une saison chaude; la première étant le siège, sur le plan général, d'une activité de pêche bien supérieure. La pêche au filet dormant à Kayar, est pratiquée par des pêcheurs migrants, issus de la ville de Saint-Louis plus au nord. La saison de pêche est courte, de l'ordre de 2 à 3 mois centrée autour du mois de mai. Les espèces les plus communément ramenées par les pirogues qui utilisent ce type d'engin à Kayar sont en général des espèces à forte valeur commerciale.

La figure 3 présente l'évolution à Kayar du nombre de sorties des pirogues portant des filets dormants, variable de référence que l'on se propose d'expliquer, pour la période allant de l'année 1980 à 1990.

L'évolution de la pêcherie présente une composante saisonnière très marquée. D'une année sur l'autre l'intensité de l'effort présente cependant des fluctuations importantes. On observe tout d'abord un pic en 1981 qui correspond, d'après les enquêtes effectuées auprès des pêcheurs, à une aide ponctuelle fournie à quelques pêcheurs par les mareyeurs. Il semble en effet que les usines exportatrices de la capitale aient conçu un intérêt pour le développement d'une pêcherie de FD dans le port de Kayar cette année là et aient tenté par le biais d'aides financières de stimuler quelques pêcheurs pour qu'ils pratiquent cette tactique de pêche (Pour des raisons de

communication, les mareyeurs sont, d'après les personnes enquêtées, plus enclins à introduire des modifications en passant par les pêcheurs).

Figure 3 : Evolution mensuelle à Kayar (Nord Sénégal) de l'effort FD (nombre de sorties/mois de pirogues portant des filets dormants).



Ce pic d'activité n'est pas reconduit les années suivantes, pour lesquelles on constate une activité quasiment inexistante jusqu'en 1985. Cette année là, une très forte augmentation de l'effort peut être constatée. Le même phénomène se produit en 1986, puis l'effort chute fortement en 1987. De 1987 à 1990, l'effort progresse ensuite très régulièrement d'année en année, témoignant peut-être l'émergence progressive d'une nouvelle composante FD dans la pêcherie de Kayar. On peut aussi noter que lors des années 1985 et 1988 deux violents conflits entre pêcheurs pratiquant les FD et pêcheurs autochtones pratiquant d'autres types de pêche ont eu lieu à Kayar à propos de cette nouvelle pêche auparavant insignifiante sur ce site.

De prime abord, la dynamique de la pêcherie apparaît assez perturbée et différentes réponses peuvent être observées selon la nature et le contexte dans lequel se produisent les perturbations: il semble ainsi que l'on puisse observer dans cette

dynamique à la fois des perturbations non entretenues; en 1981; la stimulation "artificielle" du système n'a pas fourni de résultats suffisamment intéressants pour les exploitants qui n'ont pas cherché à maintenir cette activité. La pêcherie est ainsi revenue lors de la saison suivante dans son état habituel. Ce phénomène est une expression de la capacité de résilience du système qui traduit une des possibles modalités de réponse du système pêche aux perturbations auxquelles il est soumis.

Le deuxième type de réponse possible du système apparaît à la fin de la série par une perturbation qui, débutant en 1985, conduit les années suivantes à un investissement des pêcheurs dans l'activité filet dormant. Cette activité semble fluctuante au cours des trois premières années (1985 à 1987) puis, l'augmentation progressive constatée dans les quatre dernières années de la période semble indiquer l'installation d'un nouveau régime de fonctionnement de la pêcherie, adoptant définitivement cette activité (bifurcation).

Pour revenir au problème de la modélisation; il réside principalement, pour ce cas d'étude, dans la compréhension et la représentation des processus de décision des communautés de pêcheurs qui vont ou non décider d'adopter la tactique de pêche au filet dormant en fonction du contexte dans lequel ils se trouvent. En d'autres termes, il s'agit de définir des liens pertinents entre les objets afin de reproduire les transferts de tactiques observés parmi les communautés de pêcheurs.

Le schéma retenu pour représenter la réaction des composantes du système à une perturbation de ce dernier peut s'exprimer par la séquence "détection - évaluation (+information)- décision - actualisation - action". Les liens informatiques réalisés entre les différents objets pour répondre à ce schéma, vont aboutir à un processus qui peut être littéralement décrit de la façon suivante.

Dans le cas des communautés qui sont l'objet de cette partie de la modélisation, le réseau d'interactions tissé par la communauté va lui permettre d'être informée d'une quelconque modification des composantes avec lesquelles elle est reliée (*détection*). La communauté va alors évaluer l'apport de cette information par rapport à sa situation présente (*évaluation*). Elle peut éventuellement rechercher un complément d'information si nécessaire auprès d'autres objets (*information*). Une fois cette évaluation réalisée, la communauté prendra la décision de changer ou non de comportement selon que la nouvelle situation le justifie ou non (*décision*). Une fois la décision prise, la communauté devra actualiser ses caractéristiques de telle façon à ce qu'elle ait les moyens de réaliser l'action désirée (achat de matériel, déplacement, etc.) (*actualisation*). L'action projetée proprement dite pourra alors être réalisée (*action*). L'ensemble des actions réalisées par chacun des objets du système va alors conduire à un changement de contexte traduit par la modification des caractéristiques de certains objets constitutifs du système. Cette nouvelle situation va être à nouveau perçue par les différents acteurs qui reprendront une nouvelle fois le schéma détection / ... / action.

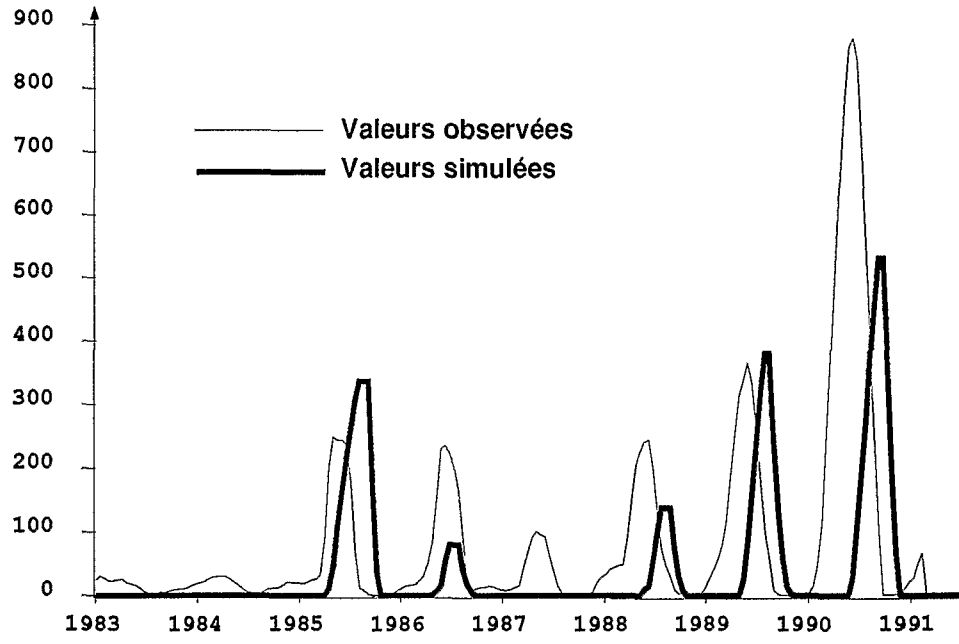
Dans le modèle élaboré, il était nécessaire de simuler une simultanéité de ces différentes phases dans la mesure où, à un pas de temps donné, un acteur reçoit un grand nombre d'informations différentes. Un mécanisme d'attente permet de répondre à cette contrainte et consiste à ne pas envisager d'action, pour un constituant

donné du système, sans qu'il ait été informé de l'ensemble des modifications du système auxquelles il peut avoir accès.

Dans le cadre de la modélisation des réponses des exploitants aux perturbations de leur environnement, le noeud du problème se situe dans la phase évaluation lors de laquelle il est nécessaire de représenter dans quelle mesure les acteurs vont profiter d'une perturbation (condition d'une bifurcation) ou ne pas la prendre en compte (résilience). Au fil des versions successives du modèle, et en fonction de la connaissance acquise, différents critères d'évaluation par les exploitants des perturbations détectées ont été représentés: Il s'agit à l'heure actuelle des processus de décision affectés par *(i)* la valeur monétaire des différentes tactiques, i.e. le prix de vente brut de la prise totale d'une pirogue pratiquant la tactique concernée *(ii)* le risque de passer d'une tactique à une autre *(iii)* l'habitude acquise par chaque communauté pour chacune des tactiques praticables et *(iv)* la connaissance passée qu'ont les différentes communautés des profils saisonniers d'intérêt de chacune des tactiques (ce dernier aspect est en cours de développement).

Pour chacun de ces déterminants, des simulations ont été réalisées pour tenter de reproduire l'évolution de l'effort FD sur la décennie 80, i.e. la variable de référence. Le dernier résultat obtenu est présenté sur la figure 4.

Figure 4 : Simulation de l'évolution de l'effort FD à Kayar de 1983 à 1991.



La série calculée correspond à une prévision pas à pas (un pas égal quinze jours) de la variable étudiée. On peut noter que:

- l'ordre de grandeur de la prévision est égal à celui des valeurs observées,
- les mécanismes représentés parviennent à traduire l'émergence progressive de la pêcherie vers la fin de la décennie avec un nombre de plus en plus grand de pêcheurs qui adoptent la tactique FD (alors que la valeur monétaire de la tactique n'augmente pas dans des proportions équivalentes).
- la chute d'effort en 1987 a pu être reproduite (elle n'est pas due à une baisse de rendement ou de prix de ventes des espèces mais à une correspondance exacte, cette année là, de la pleine saison FD et de la pleine saison de la tactique "ligne", tactique adoptée par la population "réservoir" de pêcheurs FD.

On notera cependant un décalage temporel qui n'a pu encore être réduit (qui s'explique en termes de mécanismes représentés mais pas en terme de phénomène réel). D'autre part, l'émergence observée de la pêcherie à la fin de la décennie est beaucoup plus importante que celle qui a été calculée.

CONCLUSION

Bien qu'encore très grossier et perfectible, le modèle élaboré produit des résultats intéressants. En termes de représentation de la dynamique de l'usage d'une ressource renouvelable, et plus généralement de la permanence d'un système dans un milieu changeant, il semble que l'approche conceptuelle retenue (structures, réseaux, informations, tactiques, etc.) et les choix méthodologiques qui en ont découlé (approche objet, intelligence artificielle, schéma détection/.../action, etc.) constituent une voie de recherche intéressante pour pouvoir aborder le problème de la représentation des interactions entre une ressource et son usage. D'autre part, cette approche, qui reste à notre avis très générique, peut certainement s'avérer pertinente dans un cadre plus général que le strict domaine de la pêche artisanale.

En permettant d'évaluer l'existence et les modalités de transferts de communauté d'une tactique à une autre, ces modèles peuvent apporter un complément descriptif de la distribution de l'effort pouvant s'avérer utiles à certains modèles d'évaluation de ressource.

L'exemple qui a été présenté ne doit enfin se concevoir que comme un 'zoom' sur un des processus déterminant la dynamique globale du système. En effet, la modularité de l'approche retenue permet de renseigner progressivement les transferts sur les autres plans non présentés ici tels que le réseau monétaire ou 'protéique'. On doit ainsi aboutir à terme à un modèle global de la dynamique du système pêche artisanale pour lequel l'ensemble des composantes se trouverait en interaction.

~~~~~~~~~~~~
~~~~~~~~~~~~

RÉFÉRENCES

❒ **Bailly, C.; Challine, J.F.; Ferri, H.C.; Gloess, P.Y., Marchesin, B. (1987)** Les langages orientés objet. *Cepadues Ed., 223p.*

❒ **Bousquet, F., et C. Cambier (1991).** Transfert d'échelle et univers multi-agents: le cas de la pêche dans le Delta Central du Niger. *Pages 405-423 in: Proceedings, Seminfor 4: le transfert d'échelle, Mullon, C., scientific editor. Collection colloques et séminaires, ORSTOM publications, Paris.*

❒ **Bousquet, F., C. Cambier, C. Mullon, et J. Quensière (1992).** Simulating fishermen society. *In: Proceedings, Simulating Societies Symposium, University of Surrey, April 1992.*

❒ **Cury, P., Roy, C. (1987)** Upwelling et pêche des espèces pélagiques côtières de Côte d'Ivoire: une approche globale. *Oceanologica Acta, 1987, n°3: 347-357.*

❒ **De Rosnay, J. (1975)** Le macroscope (vers une vision globale). *Seuil (Ed.); collection points; 339p.*

❒ **Fréon, P., Mullon, C., Pichon, G. (1988)** CLIM-PROD: A fully interactive expert-system software for choosing and adjusting a global production model which accounts for changes in environmental factors. *In: Int. Symp. Long term Changes Mar. Fish Pop, Vigo. (T.Wyatt and M.G. Larrañeta Eds.), pp.481-528.*

❒ **Laloë, F.; Samba, A. (1991)** A simulation model of artisanal fisheries of Senegal. *ICES mar. Sci. Symp., 193, 1991, paper 35, 5p.*

❒ **Le Moigne, J.L. (1987)** La modélisation des systèmes complexes. *Dunod, coll. AFCET systèmes, 1987, 178p.*

❒ **Masini, G.; Napoli, A.; Colnet, D.; Léonard, D.; Tombre, K. (1989)** Les langages à objets (langages de classes, langages de frames, langages d'acteurs). *Interéditions, 584p.*

❒ **Meuriot, E. (1987)** Les modèles bio-économiques d'exploitation des pêcheries. Démarches et enseignements. *Rapport économiques et juridiques de l'IFREMER, n°4, 103p.*

❒ **Morin, E. (1977)** La méthode. *Editions du seuil, Paris, t.1, 1977.*

❒ **Quensière, J. (1991)** Systémique et pluridisciplinarité: l'exemple du programme d'étude de la pêche dans le delta intérieur du Niger. *In: C.Mullon (Ed.): Séminfor 4, Le transfert d'échelle; 4° séminaire informatique de l'Orstom, Brest, 11-13 sept. 1990, pp.475-492*

❒ **Quensière, J. (1993)** Halieutique et pêcheries artisanales. *Natures, Sciences, Sociétés, vol.1, n°3, 1993, 211-228.*

❒ **Von Bertalanffy, (L.) (1968)** Théorie générale des systèmes. *Paris, Dunod, 1973.*

❒ **Walliser, B. (1977)** Systèmes et modèles (Introduction critique à l'analyse des systèmes). *Paris, Seuil, 1977, 248p.*

Evaluation des ressources exploitables par la pêche artisanale au Sénégal:

bilan des recherches effectuées

A. Samba.

RÉSUMÉ :

Les recherches en évaluation des ressources côtières sont abordées sous deux aspects :

- *les campagnes de prospection (par chalutage et écho intégration) sont effectuées depuis le début des années 70 et les synthèses effectuées indiquent une baisse graduelle des indices de biomasse démersale et pélagique ;*
- *les évaluations de stock ont fait surtout appel à des modèles globaux pour l'étude des stocks monospécifiques. Par la suite des modèles plus élaborés ont été introduits tenant compte de variations de l'environnement, de la plurispecificité des stocks et de la diversité des engins de pêche. Les modèles analytiques ont été peu utilisés pour l'évaluation des stocks côtiers.*

ABSTRACT :

Research in fish resource assessment is considered through two aspects :

- *resource surveys (trawling and acoustic surveys) are conducted since the beginning of the 70th and the results show a gradual decrease in biomass index of demersal and pelagic resources ;*
- *stock assessments have mainly involved production models used for studying monospecific stocks. Later, types of advanced models were introduced, taking into account the environment variations, the existence of multispecies stocks and also of several fishing gears. Analytic models have been used in few cases for the assessment of coastal stocks.*

INTRODUCTION

Avec le rayon d'action reconnu limité des pirogues, on entend par ressources exploitables par la pêche artisanale, l'ensemble des populations côtières accessibles à cette pêcherie. Depuis l'avènement de la recherche océanographique au Sénégal, des chercheurs ont tenté d'estimer les biomasses et quantités exploitables dans la frange située en deçà des 200 m (plateau continental).

Le bilan qui est présenté ici n'est pas une revue systématique de l'ensemble des recherches effectuées : nous tenterons de dégager les principaux travaux qui seront subdivisés en deux groupes :

- les campagnes d'évaluation directe par une estimation instantanée de la biomasse totale de la ressource ;
- les évaluations indirectes de l'état des stocks par le biais d'outils mathématiques.

Nous limiterons notre propos aux ressources pélagiques et démersales côtières en signalant la difficulté de limiter notre étude aux ressources exploitée sur le plateau continental sénégalais, ce pays se trouvant dans une zone de fluctuations saisonnières très marquée et recelant ainsi des stocks à migrations latitudinales importantes.

ÉVALUATIONS DIRECTES.

Elles sont réalisées à partir de campagnes de prospection permettant de mesurer directement la biomasse disponible dans l'aire étudiée : une des limites à ces méthodes réside dans l'impossibilité de travailler en bateau dans la zone côtière située en deçà des 10 mètres VAN DER KNAAP (1985) a dressé un inventaire des principales campagnes effectuées dans la région ouest-africaine.

Campagnes de chalutage

Les premiers travaux scientifiques pour la connaissance des ressources démersales remontent aux activités du GERARD TRECA avec E. POSTEL (1949) et J. CADENAT (1953). La première campagne d'évaluation date des années 60 avec le "Guinean Trawling Survey" (GTS) (F. WILLIAMS, 1968) qui a surtout intéressé le sud du Sénégal. La couverture de l'ensemble du plateau continental a été effective avec les travaux de F. DOMAIN en 1971 et 1972 à bord du Laurent Amaro. La première estimation de la phase exploitable par chalutage et de production potentielle est faite en 1974 : du cap Timiris au cap Roxo, entre 20 et 200 mètres de fond, la biomasse exploitable d'une quarantaine d'espèces démersales exploitées est estimée à 266.000 tonnes dont 18 % de non commercialisables.

Une autre synthèse a été effectuée sur les huit campagnes de chalutage menées entre 1986 et 1991 (CAVERIVIERE A., THIAM M., 1992) ; on remarque une baisse importante de la biomasse exploitable en saison froide entre 1986 (173.000 tonnes) et 1991 (81.000 tonnes).

Les récentes campagnes de chalutage menées par le CRODT avec le Louis Sauger ont fait l'objet d'une synthèse sur l'état des stocks démersaux dans le cadre d'un contrat PROPECHE/CRODT (CRODT-ISRA, 1991). La même tendance à la baisse est notée dans les ressources démersales côtières.

Campagnes acoustiques

Elles ont fait l'objet de différentes synthèses et peuvent être classées en deux groupes :

- les campagnes des années 70 avec le Capricorne : les biomasses observées en saison froide sont à des niveaux très variables d'une année à l'autre: 1.600.000 tonnes en 1974 et 755.000 tonnes en 1980 (FREON, LOPEZ, 1983) ;
- les campagnes des années 80 avec le Laurent Amaro, puis le Louis Sauger, le Capricorne et le F. Nansen. L'analyse des résultats de ces campagnes (E. MARCHAL, 1991) donne une biomasse moyenne de 588.000 tonnes (avec coefficient de variation de 14 %) en saison froide entre mars 83 et février 88.

Les différentes synthèses des résultats obtenus par ces méthodes acoustiques dressent le constat des limites de celles ci : elles débouchent sur des recommandations dont les plus essentielles sont :

- il ne faudrait pas utiliser ces résultats comme seul outil ;
- des recherches sont nécessaires pour tenter d'évaluer les ressources dans les zones côtières", (non couvertes actuellement par les campagnes).

Conclusion

Avec ces deux méthodes d'évaluation de la ressource, il parait difficile d'avoir une estimation des biomasses dans les zones côtières. Ce sont les parties du plateau continental en deçà des 10 et même 20 mètres de profondeur, zones souvent refuges pour les espèces d'estuaires et les juvéniles et qui ne sont pas prospectées par les bateaux lors des campagnes d'évaluation directe : le chalut donne une estimation de la biomasse exploitable et l'écho-intégration une estimation de la biomasse présente dans les zones prospectées. Des recherches méthodologiques sont en cours pour trouver des techniques et du matériel adéquats :

- dans le domaine de l'écho-intégration, l'idée d'un traîneau muni d'un sonar et tracté sur les petits fonds avait été émise (J.J. LEVENEZ en 1983). Actuellement, des techniques d'écho-intégration dans les zones d'estuaires sont à l'étude (J.J. ALBARET comm. pers.) ;
- dans l'estuaire du Saloum, des tentatives d'évaluation des ressources sont menées par échantillonnage stratifié à l'aide d'une senne tournante (P.S. DIOUF, comm. pers.).

ÉVALUATIONS INDIRECTES.

Elles ont été faites dans la sous région soit à partir du CRODT, soit lors de réunions initiées par le projet FAO/COPACE. Elles servent de complément aux évaluations directes et reposent sur l'utilisation de modèles ou de méthodes quantitatives.

Utilisation des modèles de production

☞ Avec des données de prise, effort et pue : la quasi totalité des évaluations de stocks réalisées dans les années 70 ont été faites avec des modèles globaux sur des ressources monospécifiques. Les premiers travaux ont porté sur les pélagiques (chinchard, maquereau, sardinelles) (ELWERTOWSKY *et al.*, 1972) puis sur les démersaux (DOMAIN, 1974). Un bilan de l'état d'exploitation des principales espèces a été présenté ensuite par le CRODT (1976). A la fin des années 70 et au début des années 80, le modèle global a servi de support à l'étude de certaines espèces d'intérêt commercial telles que *Pseudotolithus senegalensis* (SUN C., 1975) *Cynoglossus canariensis* (THIAM M., 1978), *Galeoides decadactylus* (LOPEZ J., 1979), *Sepia officinalis* (BAKHAYOKHO M., 1980), *Euthynnus alletteratus* (DIOUF T., 1980), *Pagelllus bellottii* (FRANQUEVILLE, 1983), *Pomatomus saltator* (CHAMPAGNAT C., 1983) *Pseudupeneus prayensis* (CHABANNE, 1987).

☞ Avec introduction de paramètres d'environnement : dans les années 80, on se rend compte de plus en plus de l'influence des facteurs d'environnement dans le comportement de la ressource et même dans la dynamique de l'exploitation. C'est ainsi que sont mises en évidence la relation entre la production de crevettes en Casamance et la pluviométrie (LE RESTE L., 1981) puis la relation entre cette production et la pluie associée à l'intensité du courant du fleuve (LE RESTE L., ODINETZ O., 1984). Les travaux sur la sardinelle (FREON P., 1984) et sur le tiof (CURY P. et ROY C. 1988) ont introduit dans les modèles classiques des paramètres de vent comme l'intensité et l'indice d'upwelling côtier.

☞ Avec des variations structurelles : l'importante variabilité constatée dans le système pêche artisanale a conduit à explorer la possibilité d'appliquer des modèles plurispécifiques et pluriengins (LALOE F., SAMBA A., 1991) tenant compte des variations notées dans les différents éléments du système.

Utilisation des modèles analytiques

L'application des modèles analytiques a été tentée au début des années 80 dans la pêcherie d'albacore en utilisant les simulations et rendements par recrue (FONTENEAU A., 1981). A partir de cette application sur des stocks hauturiers, des tentatives ont été effectuées sur les stocks de "thiof" (CURY Ph. et WORMS J., 1982) et de tassergal (CHAMPAGNAT C., 1983) en combinant les données de pêche artisanale et de pêche industrielle. Les résultats de l'époque ont mis l'accent sur la nécessité d'une meilleure maîtrise des structures de taille et de la courbe de croissance des espèces étudiées. Des progrès sensibles ont été faits depuis ces années dans la recher-

che sur les méthodes analytiques (analyse de cohorte ou VPA surtout) mais aucune application n'a été notée sur les stocks côtiers de la sous région.

LES GROUPES DE TRAVAIL INTERNATIONAUX

Il s'agit principalement de réunions à l'initiative du projet FAO/COPACE durant les années 70 et 80 dont certaines présentent un intérêt pour la pêche au Sénégal. Ces rencontres permettaient d'utiliser toutes les données disponibles par espèces ou groupes d'espèces (biomasse évaluées par campagnes, statistiques de prises et d'effort, paramètres biologiques et dynamiques) pour une évaluation des stocks sur une base régionale. C'est ainsi que des groupes de travail ont été constitués pour une étude de l'état des stocks de chinchards, maquereaux, sardinelles, céphalopodes, stocks démersaux côtiers.

CONCLUSION

Ce rapide survol des tentatives d'évaluation des stocks côtiers sénégalais ouvre des perspectives de recherche intéressantes. Des méthodes d'évaluation directes des ressources doivent être tentées dans les zones côtières où s'exercent la plupart des activités de pêche artisanale. Des recherches doivent être menées sur l'utilisation des modèles mettant en oeuvre plusieurs engins pour deux types de flottille, exploitant une ressource plurispécifique.

~~~~~~~~~~~~

RÉFÉRENCES

❒ **BAKHAYOKHO (M.), 1980.**- Pêche et écologie des céphalopodes exploités sur les côtes du Sénégal (12°20' N - 16°03'N). *Thèse Doctorat 3^{e}cycle - UBO - 119 pp.*

❒ **CAVERIVIERE (A.), THIAM (M.), 1992.**- Indices d'abondance et niveaux d'exploitation des espèces démersales du plateau continental sénégalais. Estimations à partir des résultats des campagnes de chalutage stratifié (1986-1991). *CRODT DS n° 132 - Juillet 1992 - 147 pp.*

❒ **CHABANNE (J.), 1987.**- Le peuplement de fonds durs et sableux du plateau continental sénégambien. Etude de sa pêcherie chalutière. Biologie et dynamique d'une espèce caractéristique : le rouget (*Pseudupeneus prayensis*). *Editions de l'ORSTOM. Collection Etudes et Thèses - Paris - 355 pp.*

❒ **CHAMPAGNAT (C.) (Ed), 1983.**- Pêche, biologie et dynamique du tassergal (*Pomatomus saltator*, Linnaeus 1766) sur les côtes sénégalo-mauritaniennes. *Travaux et documents de l'ORSTOM n° 168.*

❒ **CRODT, 1976.**- Etat de la pêche et des stocks exploités intéressant le Sénégal. *Doc. Interne CRODT. Juin 1976 - 63 pp.*

❒ **CRODT/ISRA, 1991.**- Etat des stocks et exploitations des ressources côtières par la pêche artisanale sénégalaise. *DTP-ATEPAS n°4 - Avril 1991 - 64 pp.*

❒ **CURY (P.), ROY (C.), 1988.**- Migration saisonnière du thiof (*Epinephelus aeneus*) au Sénégal : influence des upwellings sénégalais et mauritaniens. *Océanol. Acta, n° 11, pp 25 - 36.*
~~~~~~~~~~~~

❒ **CURY (P.), WORMS (J.), 1982.**- Pêche, biologie et dynamique du thiof (*Epinephelus aeneus*, Geoffroy Saint Hilaire, 1917) sur la côte sénégalaise. *CRODT DS n° 82, 88 pp.*

❒ **DIOUF (T.), 1980.**- Pêche et biologie de trois Scombridae exploités au Sénégal : *Euthynnus alleteratus, Sarda sarda, Scomberomorus tritor. Thèse de Doctorat 3e cycle - UBO - 159 pp*

❒ **DOMAIN (F.), 1974.**- Première estimation de la biomasse et de la production potentielle en poissons démersaux du plateau continental sénégalo-mauritanien entre le cap Timiris et le cap Roxo. *CRODT-DSP n° 53 - Janvier 1974, 23 pp.*

❒ **ELWERTOWSKY (J.), GONZALEZ ALBERDI (P.), CHABANNE (J.), BOELY (T.), 1972.**- Première estimation des ressources pélagiques du plateau continental nord-ouest africain. *CRODT - DSP n° 42 - Novembre 1972 - 33 pp.*

❒ **FONTENEAU (A.), 1981.**- Dynamique de la population d'albacore (*Thunnus albacares*, Bonnaterre 1788) de l'Océan Atlantique. *Thèse de Doctorat d'Etat ès Sciences. Université Paris 6 - 324 pp.*

❒ **FRANQUEVILLE (C.), 1983.**- Biologie et dynamique de la population des dorades (*Pagellus bellottii*, Steindachner, 1882) le long des côtes sénégambiennes. *Thèse Doctorat d'Etat Sciences Naturelles.*

❒ **FREON (P.), 1986.**- Réponses et adaptation des stocks de clupeides d'Afrique de l'Ouest à la variabilité du milieu et de l'exploitation. Analyse et réflexion à partir de l'exemple du Sénégal. *Thèse de Doctorat d'Etat. Université d'Aix Marseille.*

❒ **FREON (P.), LOPEZ (J.), 1983.**- Les ressources pélagiques côtières au Sénégal : Etat des stocks et perspectives en 1981. *CRODT Archive n° 127, Octobre 1983 - 83 pp.*

❒ **LALOE (F.), SAMBA (A.), 1990.**- La pêche artisanale au Sénégal : ressources et stratégies de pêche. *Editions de l'ORSTOM. Collection Etudes et Thèses - 195 pp.*

❒ **LOPEZ (J.), 1979.**- Biologie, écologie et dynamique de *Galeoïdes decadactylus* (Block, 1795) du plateau continental sénégambien. *Thèse Doctorat 3e cycle - UBO - 165 pp.*

❒ **SUN (C.), 1975.**- Etude de la biologie et de la dynamique de *Pseudotolithus senegalensis* (V. 1833), poisson scianidae, sur la côte sénégalaise. *Thèse Doct. d'Université UBO, 180 pp.*

❒ **THIAM (M.), 1978.**- Ecologie et dynamique des *Cynoglossus* du plateau continental sénégambien. Biologie de *Cynoglossus canarensis* (Steind 1882). *Thèse Doctorat 3e cycle - UBO - 180 pp.*

❒ **VAN DER KNAAP (M.), 1985.**- Preliminary annotated inventory of the scientific expeditions and resource surveys carried out in the CECAF area *FAO/CECAF/TECH/85/64 - January 1985 - 145 pp.*

❒ **WILLIAMS (F.), 1968.**- Report of the Guinean Trawling Survey. *OAU/STRC Publication 99. Lagos, 1968.*

ORSTOM Éditions
Dépôt légal : décembre 1994

Achevé d'imprimer sur les presses de Paragraphic – 31240 L'Union (Toulouse)
Dépôt légal : Décembre 1994

Diffusion
72, route d'Aulnay
F-93143 Bondy Cedex
ISSN : 0767-2896
ISBN : 2-7099-1240-6 (Édition complète)
ISBN : 2-7099-1241-4 (Tome 1)
ISBN : 2-7099-1242-2 (Tome 2)



Photo de couverture :
Plage de Kayar (Sénégal)
Cliché : Jean-Luc Lamotte