
Diagnostic de l'état d'exploitation de cinq espèces démersales côtières sénégalaises

— Article —

State of Exploitation of Five Demersal Fish Species off the Senegalese Coast

— Article —

Mariama Dalanda BARRY¹, **Martial LAURANS**²,
Djiga THIAO³ & **Didier GASCUEL**⁴

|

1. — Halieute, chercheur en écologie marine, Institut sénégalais de recherche agricole–Centre de recherches océanographiques de Dakar Thiaroye (C.R.O.D.T.-Isra), [*Oceanographic Research Centre Dakar-Thiaroye. Senegalese Institute for Agricultural Research*] B.P. 2241, km 10, route de Rufisque, Dakar (Sénégal).

2. — Écologue halieute, doctorant, École nationale supérieure agronomique de Rennes (Ensar), Département halieutique, unité propre de recherche, méthode d'étude des systèmes halieutiques (U.P.R. Mesh), [*Agronomic Faculty of Rennes (Ensar), Department of fisheries science, Research unit Mesh*], 65, route de Saint-Brieuc, CS 84215, 35042 Rennes (France).

3. — Ingénieur statisticien, Centre de recherche océanographique de Dakar-Thiaroye–Institut sénégalais de recherches agricoles (C.R.O.D.T.-Isra), [*Oceanographic Research Centre Dakar-Thiaroye. Senegalese Institute for Agricultural Research*], B.P. 2241, km 10, route de Rufisque, Dakar (Sénégal).

4. — Écologue halieute, professeur, École nationale supérieure agronomique de Rennes (Ensar), Département halieutique, unité propre de recherche, méthode d'étude des systèmes halieutiques (U.P.R. Mesh), [*Agronomic Faculty of Rennes (Ensar), Department of fisheries science, Research unit Mesh*], 65, route de Saint-Brieuc, CS 84215, 35042 Rennes (France).

RÉSUMÉ

AU SÉNÉGAL, les ressources démersales côtières sont exploitées par des flottilles artisanales et industrielles. Entre 1981 et 1999, cinq espèces représentent en moyenne entre vingt et trente pour cent des débarquements : *Pagellus bellottii bellottii*, *Epinephelus aeneus*, *Galeoides decadactylus*, *Pagrus caeruleostictus* et *Pseudupeneus prayensis*. Compte tenu de leur importance économique, le suivi et l'évaluation de l'état de leur stock est un impératif.

Le diagnostic a été effectué à l'aide des modèles global et structural.

En quinze ans, la biomasse des cinq espèces a été globalement divisée par trois. *Pseudupeneus prayensis* est pleinement exploité, alors que les autres espèces sont surexploitées ; cette surexploitation est particulièrement marquée pour *Pagellus bellottii bellottii* et *Epinephelus aeneus* avec un effort de pêche actuel qui est de plus de deux fois supérieur à l'effort de maximisation des captures. Pour ces stocks, la biomasse est très fortement réduite avec surexploitation du recrutement et donc un réel risque d'effondrement du recrutement.

Les mesures d'aménagement qui s'imposent sont le maintien du niveau d'effort actuel exercé sur *Pseudupeneus prayensis* et une réduction d'au moins quarante pour cent de celui sur les quatre autres espèces.

Mots clés

Sénégal — Espèces démersales — Modèle global — Modèle structural

ABSTRACT

ALONG the Senegal coast, the marine demersal resources are exploited both by artisanal and industrial fishing fleets. From 1981 to 1999, five fish species represent on average between 20 to 50% of landings: *Pagellus bellottii bellottii*, *Epinephelus aeneus*, *Galeoides decadactylus*, *Pagrus caeruleostictus* and *Pseudupeneus prayensis*. Their economic importance demands a regular assessment of the state of these fish stocks. This assessment has been done using surplus-production and yield-per-recruit models. The analysis showed that over a period of 15 years, the biomass of these five species was reduced to one third of its original size. *Pseudupeneus prayensis* is fully exploited whereas the other species are overexploited. This overexploitation is especially evident in the case of *Pagellus bellottii bellottii* and *Epinephelus aeneus* where the analysis indicates actual fishing effort to be at a level over than twice that would be required for maximizing the catch. For these stocks, the biomass is strongly reduced and recruitment overfishing occurs, thus representing a real risk of severe reduction in future recruitment. Management measures will have to ensure that the present level of fishing effort for *Pseudupeneus prayensis* is at least maintained and that fishing effort for the four other species is reduced by at least 40 per cent.

Key words

Senegal — Demersal Fish — Global Model — Age-Structured Model

INTRODUCTION

DEPUIS la dévaluation du franc C.F.A. en 1994, les produits halieutiques représentent trente pour cent du volume des exportations sénégalaises et constituent la première source de devises du pays. Les ressources démersales côtières qui comprennent des poissons, des céphalopodes et des crustacés, représentent soixante-cinq pour cent du volume des exportations de produits halieutiques, ce qui correspond à quatre-vingt-dix pour cent en valeur. Elles sont exploitées par des flottilles artisanales et industrielles, nationales et étrangères.

Parmi ces ressources démersales, cinq espèces représentent, selon les années, entre vingt et trente pour cent des débarquements ; il s'agit du pageot, *Pagellus bellottii bellottii* (Steindachner, 1882) ; du thiof, *Epinephelus aeneus* (Geoffroy St Hilaire, 1817) ; du tiekem, *Galeoides decadactylus* (Bloch, 1795) ; du pagre, *Pagrus caeruleosticus* (Valenciennes, 1830) ; du rouget, *Pseudupeneus prayensis* (Cuvier, 1829) ; compte tenu de leur impor-

tance économique, le suivi et l'évaluation de l'état de leur stock est donc une priorité.

Depuis les années soixante-dix, le Centre de recherches océanographiques de Dakar-Thiaroye (C.R.O.D.T.) collecte des informations sur les prises, les efforts déployés par les unités artisanales et industrielles et les fréquences de taille de ces espèces ; cependant, très peu d'évaluation des ressources ont été conduites ; lorsqu'elles existent, elles sont relativement anciennes et ne vont pas au-delà de 1991 (CAVERIVIÈRE & THIAM, 1994 ; GASCUEL & MENARD, 1997).

Dans le cadre du projet Système d'information et d'analyse des pêches (Siap), une première analyse de l'état d'exploitation de ces espèces par le modèle global a été menée (LAURANS *et al.*, 2001). Le diagnostic de surexploitation obtenu avec le modèle global est confirmé par l'analyse structurale menée sur le pageot et le thiof par la présente étude.

LA PÊCHERIE

LE PAGEOT, le thiof, le tiekem, le pagre et le rouget sont principalement capturés par les unités artisanales pêchant à la ligne ; deux catégories sont distinguées : celles qui effectuent des sorties quotidiennes, communément appelées *pirogues moteur ligne* (Pml) et les pirogues équipées de cales à glace et qui font des marées de plusieurs jours ou *pirogues glacières* (Pg).

Ces cinq espèces démersales sont également capturées par les chalutiers sénégalais et étrangers pêchant dans le cadre d'accords de pêche ; chacune de ces flottilles comprend des congélateurs et des glacières.

Entre 1971 à 1985, la tendance générale des débarquements des cinq espèces est à la hausse, avec un pic de vingt-six mille sept cents tonnes en 1985 (fig. 1) ; cette augmentation est surestimée du fait

que les débarquements de la pêche artisanale ne sont pas suivis de manière exhaustive avant 1981 et que les données de la pêche industrielle étrangère sont incomplètes avant 1982 ; cette phase est suivie d'une baisse des mises à terre qui ne sont plus que de quatorze mille tonnes en 1998. Avec quatorze pour cent en moyenne des débarquements, le pageot est l'espèce la plus représentative.

Les efforts de pêches artisanale et industrielle n'ont cessé d'augmenter depuis 1971 ; le nombre de sorties des pirogues est passé de 150 446 à 209 510 entre 1981 et 1999. Pour la pêche industrielle, le nombre de jours de mer augmente de 7 992 à 17 546 entre 1997 et 1999 ; les niveaux les plus élevés ont été atteints à partir de 1992, pour la pêche artisanale, et de 1997, pour la pêche industrielle.

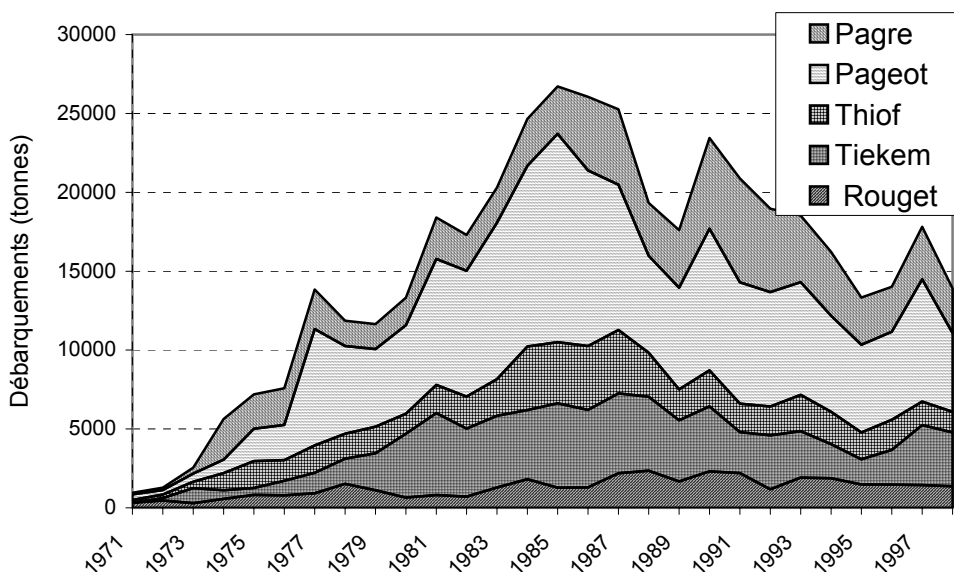


FIG. 1. — Évolution des captures de cinq espèces démersales côtières sénégalaises entre 1971 et 1999. Source : Base de données du C.R.O.D.T.

Catch trends for five Senegalese demersal coastal species for the period 1971 to 1999.

MATÉRIEL & MÉTHODE

LES données de captures, d'effort de pêche et de fréquences de taille qui seront utilisées dans ce travail sont celles collectées par le C.R.O.D.T. qui est une structure de l'Institut sénégalais de recherches agricoles (Isra).

Modèle global

Le modèle global permet de déterminer le niveau d'effort optimal correspondant à une production maximale équilibrée. Dans cette étude, six séries de capture par unité d'effort (C.P.U.E.) ont été successivement calculées à partir des données d'effort des pirogues glacières, des pirogues moteur ligne, des chalutiers glacières et congélateurs sénégalais et étrangers.

Pour la pêche artisanale, l'unité d'effort utilisée est le nombre de sorties et, pour la pêche industrielle, c'est soit le nombre de jours de mer (cas des navires sénégalais), soit le nombre d'heures de pêche

(cas des navires étrangers). Les résultats de l'analyse des différentes C.P.U.E., indiquent que c'est la C.P.U.E. des pirogues glacières qui représente le meilleur indice d'abondance pour le *thiof* et le *pageot*. Pour le *rouget*, le *pague* et le *tiekem*, les meilleures captures par unité d'effort (C.P.U.E.) sont obtenues, respectivement, avec les congélateurs de la pêche industrielle étrangère, les glacières de la pêche industrielle étrangère et les glacières de la pêche industrielle sénégalaise. Ces C.P.U.E. ont donc été utilisées pour calculer des efforts théoriques¹ qui ont été appliqués à l'ensemble du stock en considérant un seul type de pêche de référence. Il s'agit d'efforts nominaux.

1. — L'effort théorique est l'effort qui devrait être développé si l'ensemble des captures est réalisé par une seule des flottilles. Dans le cas présent, un effort théorique est calculé à partir de chaque segment de la pêche artisanale et industrielle retenu. Ainsi, on ajuste plusieurs modèles globaux afin de borner les résultats et donc prendre en compte une marge d'erreur.

Afin de tenir compte de l'amélioration technologique des engins et des navires, de la motorisation des pirogues et de l'expérience grandissante des pêcheurs, une hypothèse d'augmentation de la puissance de pêche comprise entre zéro et cinq pour cent par an est faite (GASCUEL & MÉNARD, 1997). Une série d'efforts effectifs est alors calculée comme étant le produit entre l'effort théorique et la puissance de pêche. La série d'efforts effectifs est transformée en considérant que l'effort de l'année 1999 est égal à 1, on obtient ainsi une série de multiplicateurs d'efforts ; à partir de cette série, une C.P.U.E. globale dite *observée* est calculée comme le rapport entre les captures totales et le multiplicateur d'effort. Le modèle global est ajusté par les méthodes de pseudo-équilibre qui supposent que l'abondance du stock d'une année donnée est en équilibre avec l'effort des années antérieures ; cela conduit à estimer un effort moyen par la méthode de FOX (1970). Une série de biomasses est enfin calculée pour chaque espèce ; pour cela, la biomasse à l'état vierge est estimée, soit à partir du modèle de GULLAND (1971), soit à partir de celui de SCHAEFER (1954).

Modèle structural

L'analyse structurale ne porte que sur *Pagellus bellottii bellottii* et *Epinephelus aeneus* ; elle s'appuie sur une estimation des captures en âge, fondée sur une décomposition polymodale des captures en taille ; cette décomposition est effectuée sous contrainte de tailles moyennes à chaque âge conformes à la loi de croissance de l'espèce, à l'aide du logiciel Normsep (TOMLINSON, 1970). Les lois de croissance et de mortalité utilisées sont celles déterminées par LAURANS *et al.* (2003) pour le *thiof* et par FRANQUEVILLE (1983) pour le pageot. Les fréquences de taille qui ont été utilisées dans la présente étude sont uniquement celles de la

pêche artisanale car il n'existe pas de données de mensuration pour la pêche industrielle. L'impact de cette démarche sur les diagnostics ne peut être que faible car les captures de la pêche industrielle sont très peu élevées. Une analyse des cohortes non calibrée est menée pour chaque espèce. Pour le pageot, une estimation des rejets de la pêche industrielle est faite et a été intégrée à l'analyse. Une hypothèse de rejets égale à trente pour cent de la capture totale, valable pour toute la période d'étude, est effectuée (FRANQUEVILLE, 1983) et la proportion des individus d'âge 1 et 2 dans ces rejets est fixée, respectivement, à vingt et à quatre-vingts pour cent. La part des poissons de un an est plus faible car ils sont peu pêchés par le chalut : ils passent au travers des mailles. Les captures totales sont donc constituées par la somme des débarquements et des rejets ; c'est sur cette matrice des captures totales par âge et par année qu'est appliquée l'analyse des cohortes.

La difficulté essentielle de l'analyse des cohortes réside dans le choix d'un vecteur de mortalité par pêche pour la dernière année ; ce vecteur est ici estimé par des techniques de stabilisation, sous l'hypothèse qu'il est égal à la moyenne des deux années antérieures, multipliée par un coefficient d'évolution de l'effort de pêche « a » ; ce vecteur est ensuite utilisé pour les estimations de recrutement qui constituent un résultat remarquable de l'analyse des cohortes. Un diagnostic de biomasse totale et de biomasse féconde, par rapport à la situation dite « actuelle », est mené à partir d'un vecteur F de mortalité par pêche qui correspond à la moyenne des trois dernières années connues, soit F96-98 ; ces biomasses sont exprimées en pourcentage par rapport à leur niveau à l'état vierge. Le rendement par recrue est calculé en cumulant, sur toute la durée de vie d'une cohorte, les captures par âge qui sont exprimées en fonction des biomasses moyennes.

RÉSULTATS

Résultats du modèle global

Pour chaque espèce, la série de C.P.U.E. retenue et le modèle qui donne le meilleur ajustement sont résumés dans le tableau I. Une synthèse des prin-

cipaux indicateurs obtenus par espèce est donnée dans le tableau II ; ils permettent d'avoir une vision rapide et synthétique des niveaux actuels d'exploitation et de l'impact de la pêche sur les biomasses.

TABLEAU I
Séries de capture par unité d'effort et modèles associés donnant le meilleur ajustement
(Source : LAURANS *et al.*, 2001)
Series of catch per unit of effort and associated best fitting models
(Source: LAURANS *et al.*, 2001)

ESPÈCES	C.P.U.E. UTILISÉE	MODÈLE	a	b	α (%)	R ²	MSY	mf _{MSY}
<i>Epinephelus aeneus</i>	Pg	Schaefer	12 828	-10 626,00	5	0,77	3 870	0,60
<i>Pagellus bellottii bellottii</i>	Pg	Fox	61 091	-2,09	5	0,42	10 513	0,38
<i>Pseudupeneus prayensis</i>	Pie cong.	Fox	5 248	-1,01	2	0,50	1 906	0,99
<i>Pagrus caeruleostictus</i>	Pie glac.	Schaefer	22 415	-22 236,00	2	0,67	5 646	0,49
<i>Galeoides decadactylus</i>	Pis glac.	Fox	28 331	-2,33	2	0,95	4 477	0,42

C.P.U.E. = capture par unité d'effort ; Pg = pirogue glacière ; Pie cong. = chalutier congélateurs étranger ; Pie glac. = chalutier glacier étranger ; Pis glac. = chalutier glacier sénégalais ; a et b = paramètres du modèle ; α = puissance de pêche, en pourcentage ; R² = coefficient de détermination ; M.S.Y. = production maximale équilibrée (en tonnes) ; mf_{MSY} = multiplicateur d'effort permettant la maximisation des captures.

TABLEAU II
Principaux indicateurs de l'état d'exploitation des cinq espèces démersales côtières sénégalaises à partir d'une évaluation par le modèle global
Main indicators of the state of exploitation of five Senegalese demersal coastal species

ESPÈCES	mf _{MSY}	MSY	B _{act,eq} /B _v	Y _{act,eq} /MSY	B _{act} /B _{act,eq}
<i>Epinephelus aeneus</i>	0,47/0,60	3 300/3 900	0,08/0,16	0,56/0,70	0,44/1,28
<i>Pagellus bellottii bellottii</i>	0,20/0,40	10 500/12 000	0,10/0,20	0,70/1,00	1,00/1,20
<i>Pseudupeneus prayensis</i>	1,00/1,70	1 700/1 920	0,38/0,55	0,89/1,00	0,62/0,72
<i>Pagrus caeruleostictus</i>	0,50/0,90	4 800/5 650	0,20/0,25	0,68/0,94	0,80/0,88
<i>Galeoides decadactylus</i>	0,40	4 300/4 500	0,17	0,61	0,37

mf_{MSY} = multiplicateur d'effort permettant la maximisation des captures ; MSY = production maximale équilibrée (en tonnes) ; B_{act} = biomasse actuelle ; B_{act,eq} = biomasse actuelle à l'équilibre ; B_v = biomasse vierge ; Y_{act,eq} = capture actuelle à l'équilibre prédite par le modèle en fonction de l'effort de pêche actuel.

Les valeurs de mf_{MSY} inférieure à 1 indiquent une situation de surexploitation ; B_{act,eq}/B_v quantifie l'impact actuel de l'exploitation sur la biomasse du stock et Y_{act,eq}/M.S.Y. le niveau éventuel de surexploitation ; B_{act}/B_{act,eq} précise la situation actuelle par rapport à l'équilibre. Les diagnostics par espèce sont représentés sur la figure 2 qui donne l'ajustement du modèle sur les données de captures à l'équilibre en fonction d'un multiplicateur d'effort.

Le *thiof* est essentiellement capturé par les pêcheurs artisans ; entre 1984 et 1987, les débarquements sont très élevés (fig. 1) et supérieurs au M.S.Y. qui est évalué à trois mille six cent trente tonnes ; depuis, les captures n'ont cessé de décroître pour atteindre leur niveau le plus bas en 1998 avec mille trois cent deux tonnes. Il est indéniable que le stock de *thiof* se trouve dans une situation

de très forte surexploitation ; en effet, l'effort de maximisation (mf_{MSY}) représente soixante pour cent de l'effort actuel (fig. 3) ; la réduction de ce dernier est indispensable pour retrouver sur le long terme une production plus élevée.

Le pageot, comme le *thiof*, est une espèce ciblée principalement par la pêche artisanale ; les années de fortes productions se situent aussi entre 1984 et 1987 (fig. 1) ; les captures diminuent ensuite jusqu'en 1998. En 1999, sous l'effet d'une forte augmentation de l'effort de pêche, la production a doublé pour atteindre dix mille neuf cents tonnes.

L'effort actuel, c'est-à-dire celui de 1999, qui correspond à un multiplicateur d'effort de 1, est nettement supérieur à l'effort de maximisation des captures (fig. 2), ce qui traduit une situation de surexploitation ; si cet effort est maintenu, la produc-

tion s'équilibrera à sept mille cinq cents tonnes, alors que le M.S.Y. est estimé entre dix mille sept cent vingt et douze mille tonnes et l'effort de maximisation f_{MSY} entre trente et cinquante pour

cent de l'effort actuel ; le stock de pageot est donc fortement surexploité. Un retour de l'effort proche du mf_{MSY} entraînerait sur le long terme une stabilisation de la production autour du M.S.Y.

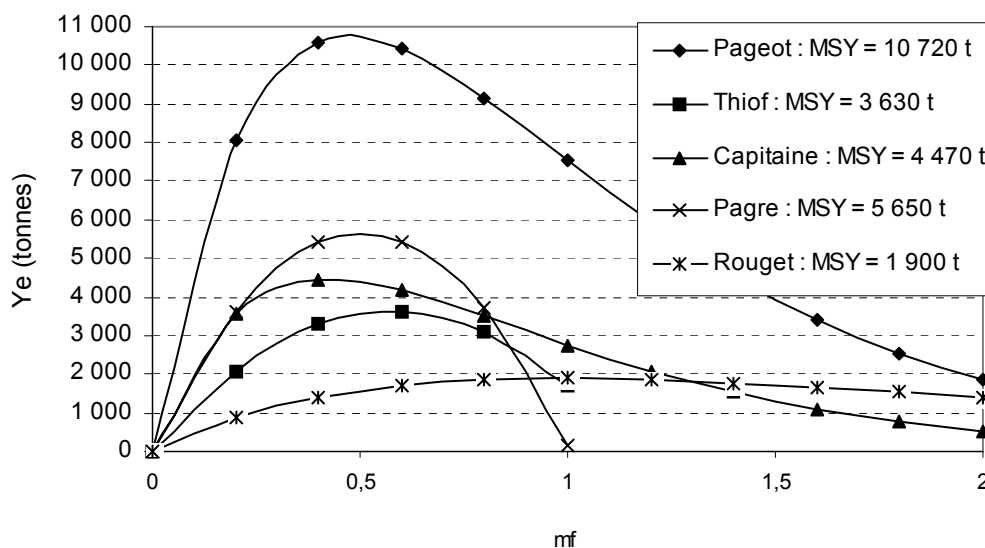


FIG. 2. — Évolution des captures à l'équilibre de cinq espèces démersales côtières sénégalaises en fonction d'un multiplicateur d'effort ($mf=1$).

Sustainable yield (MSY) for five Senegalese demersal coastal species, expressed relative to current level of effort ($mf=1$).

Le *tiekem* est une espèce appartenant à la communauté des Sciaenidés qui est surtout exploitée par la pêche industrielle ; cette espèce est aujourd'hui en état de surexploitation. Les captures de 1999 sont de mille sept cent quatre-vingt-dix tonnes alors que le M.S.Y. est de quatre mille quatre cent soixante-dix tonnes (fig. 2) ; aussi, une réduction de l'effort de la pêche industrielle afin de se rapprocher de l'effort de maximisation des captures conduirait à une augmentation de la production.

Le rouget est l'espèce dont la situation est la moins alarmante, même si les deux dernières années correspondent à un état de surexploitation. L'effort de 1999 est égal à celui de maximisation (fig. 2) ; alors que la capture est inférieure à la capture équilibrée ; aussi, si l'effort varie peu, une augmentation de la production est envisageable. Cette espèce est majoritairement capturée par la pêche industrielle et elle fait toujours l'objet d'une pêche ciblée.

Le pague est surtout capturé par la pêche artisanale. Les débarquements des cinq dernières années n'atteignent pas le M.S.Y. qui est ici évalué à cinq mille six cent cinquante tonnes (fig. 2) ; de plus, l'effort de pêche de 1999 est le double de celui qui maximise les captures. Ce stock est donc surexploité ; une diminution de l'effort de pêche vers des valeurs proches du mf_{MSY} permettra d'obtenir des captures proches du M.S.Y.

En ce qui concerne l'évolution des biomasses des cinq espèces entre 1983 et 1998, la tendance générale est la même, à savoir une forte diminution ; globalement, la biomasse est divisée par trois en quinze ans.

Résultats du modèle structural

Les résultats obtenus avec le modèle structural, pour le pageot et le *thiof*, sont donnés dans le tableau III.

TABLEAU III
Indicateurs de l'état actuel des stocks de pageot et de *thiof* et de leur exploitation
Indicators of the current state of stocks of pageot and thiof and their exploitation

INDICATEURS	PAGEOT		THIOF		ROUGET	PAGRE	THIEKEM
	M S	M G	M S	M G	M G	M G	M G
Biomasse relative (%)	16	10-20	24	8-16	38 - 55	20-25	17
Biomasse féconde relative par recrue (%)	4,1		19				
mf de MSY	0,4	0,5	0,6	0,6	1,0	0,4	0,4
Recrutement moyen 94-98 (10 ⁶ individus)	93,6		0,78				
Captures équilibrées maximales (MSY en t)	6 700	10 720	920	3 630	1 900	5 650	4 470
Excédent d'effort (%)	60	50	40	40	0	60	60
Perte de capture (%)	13	0-30	53	30-44	0	6-32	39

MS = Modèle structural ; MG= Modèle global

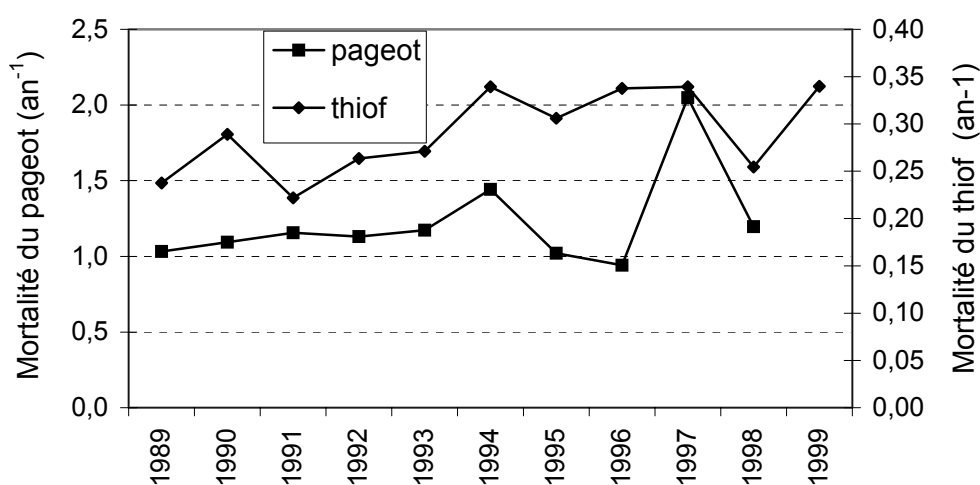


FIG. 3. — Évolution de la mortalité par pêche moyenne (âge 3 à 7) du pageot et du *thiof* entre 1989 et 1999.

Trends in average annual fishing mortality (age 3 to 7) for pageot and *thiof* for the period 1989 to 1999.

MORTALITÉS PAR PÊCHE

La mortalité par pêche (moyenne des âges 3 à 7) du pageot est élevée sur toute la période, avec cependant un pic en 1997 (fig. 3) ; jusqu'à cette date, les résultats sont peu sensibles aux hypothèses de calibration de l'analyse de population virtuelle (VPA). La diminution des captures en 1998 traduirait une réelle baisse de la pression de pêche avec un retour à des valeurs de mortalité proches de celles des années antérieures à 1997.

Pour le *thiof*, entre 1989 et 1992, la mortalité par pêche fluctue, mais tend à se stabiliser (fig. 3). Elle

augmente ensuite fortement jusqu'en 1997, pour diminuer brutalement en 1998, avant d'augmenter à nouveau en 1999 ; globalement, entre 1992 et 1999, la tendance est à la hausse.

RECRUTEMENTS

Le nombre de recrues de pageot est pratiquement divisé par deux, entre 1989 et 1994 (fig. 4) ; le recrutement reste depuis très faible et serait même en décroissance les années récentes (mais ce dernier résultat est sensible aux hypothèses de calibration) ; cette situation serait en relation avec un potentiel reproducteur dégradé.

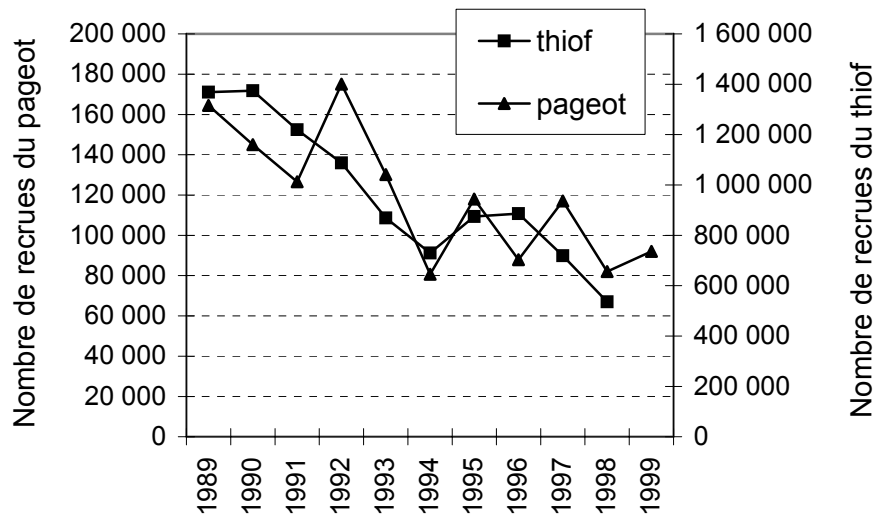


FIG. 4. — Évolution du recrutement du pageot et du thiof entre 1989 et 1999.

Trends in recruitment for pageot and thiof for the period 1989 to 1999.

Chez le thiof, contrairement à la mortalité par pêche, le recrutement est sensible aux valeurs du paramètre « a » qui mesure la sensibilité du modèle par rapport à l'évolution de la pression de pêche ; avec une valeur de 1,1, une tendance à la baisse sur l'ensemble de la période est observée, sauf pour la dernière année ; avec $a = 0,9$, le recrutement est relativement stable, même si des différences existent d'une année à l'autre ; là aussi la dernière année est caractérisée par une forte augmentation.

BIOMASSE ET BIOMASSE FÉCONDE
PAR RECRUE

En ce qui concerne la biomasse totale et la biomasse féconde, pour le pageot et le thiof, les tendances sont similaires par rapport au multiplicateur d'effort et une division par deux est notée (fig. 5) ; par ailleurs, chez les deux espèces, les biomasses sont sensibles aux variations de l'effort de pêche.

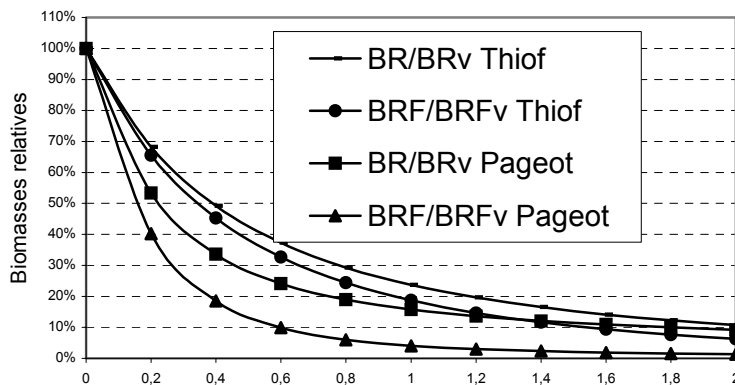


FIG. 5. — Évolution de la biomasse et de la biomasse féconde par recrue du pageot et du thiof en fonction d'un multiplicateur d'effort ($mf = 1$).

Trends in relative biomass (spawning biomass per recruit) of pageot and thiof, expressed as a function of level of effort current lend - $mf = 1$.

Avec le niveau d'effort de 1998 ($mf = 1$), la biomasse totale par recrue de pageot est égale à seize pour cent de ce qu'elle était à l'état vierge et de vingt-quatre pour cent pour le *thiof* (fig. 5).

La biomasse féconde par recrue du pageot est réduite à 4,1 p. cent, par rapport à la situation sans exploitation ; il y a donc un risque de surexploitation du recrutement et par conséquent d'effondrement par sur-pêche ; en effet, ce pourcentage est inférieur au seuil empirique de dix pour cent souvent considéré comme étant le seuil d'exploitation du recrutement. Pour le *thiof*, la situation est moins

dramatique que celle du pageot car ce pourcentage est de dix-neuf pour cent.

RENDEMENTS PAR RECRUE

Pour le pageot, l'effort actuel ($mf = 1$) est trois fois supérieur à l'effort de maximisation des captures par recrue, entraînant une perte de capture de treize pour cent par rapport au M.S.Y. (fig. 6). Le potentiel de capture actuel (pour un recrutement actuel faible) est estimé entre cinq mille six cents et sept mille tonnes, soit des valeurs très inférieures aux captures historiques.

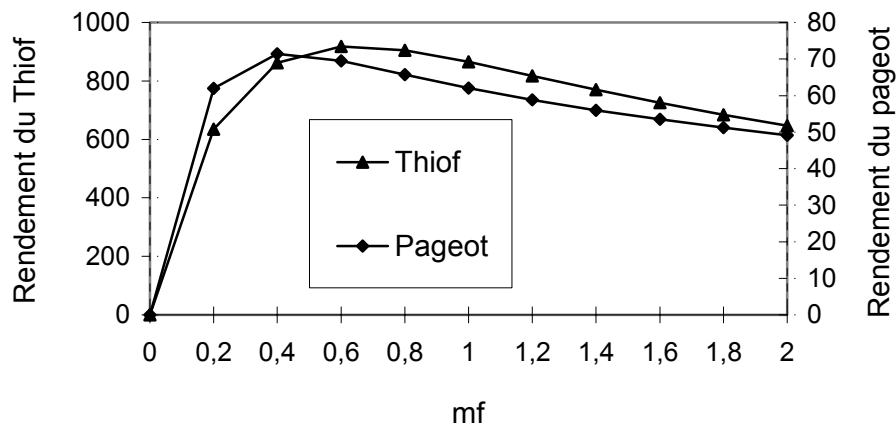


FIG. 6. — Évolution du rendement par recrue (en gramme par recrue) du pageot et du thiof en fonction d'un multiplicateur d'effort ($mf=1$).

Trends in yield per recruit for pageot and *thiof*, expressed as a function of current level of effort ($mf=1$).

Pour le *thiof*, le diagnostic de rendement par recrue indique que l'excédent d'effort est de quarante pour cent (fig. 6) ; parallèlement, le rapport bio-

masse féconde sur recrutement est supérieur au seuil empirique de dix pour cent, souvent considéré comme le seuil d'exploitation du recrutement.

DISCUSSION

L'ÉVALUATION de stock par l'approche globale ne permet pas une analyse aussi fine que celle qui peut être réalisée par une approche structurale ; néanmoins, elle nécessite moins de données précises (loi de croissance, mortalité naturelle, etc.) mais une série de données statistiques relativement longue ; de plus, la mise en place d'un modèle

global est plus rapide. Les deux approches concluent à un état de surexploitation pour toutes les espèces à l'exception du rouget qui est pleinement exploité.

Les captures de pageot sont constituées par des individus dont la taille varie entre dix et quarante et un centimètres. Cette espèce est recrutée à deux

ans et les flottilles artisanales et industrielles capturent principalement les jeunes individus âgés de deux et trois ans, ce qui indique une forte pression de pêche qui n'est pas sans conséquence sur le stock de pageot.

Globalement, la situation du stock de pageot au Sénégal apparaît particulièrement préoccupante et ceci pour plusieurs raisons ; en premier lieu, les résultats obtenus montrent que le stock est en état de surexploitation de croissance très marquée ; l'effort actuellement déployé est presque trois fois supérieur à l'effort de maximisation des débarquements par recrue ; il engendre une perte de capture d'environ vingt pour cent par rapport au M.S.Y. ; globalement, ces résultats confirment le diagnostic de surexploitation obtenu avec le modèle global (LAURANS *et al.* 2001).

En second lieu, l'abondance du stock apparaît en très nette diminution. Sur la période étudiée, il passe de vingt-cinq mille tonnes en 1990 à dix mille tonnes en 1998 ; depuis 1985, cette chute spectaculaire de l'abondance du pageot est confirmée par toutes les études ; ces résultats sont également en accord avec ceux obtenus avec le modèle global (LAURANS *et al.*, 2001).

Enfin, l'élément le plus inquiétant concernant l'état du stock est la baisse sensible du recrutement et les faibles niveaux actuels de biomasse féconde. MAURY (1994) mettait en évidence une division par deux du recrutement entre 1982 et 1988. Les résultats obtenus ici indiquent une nouvelle division par deux entre 1989 et 1994. Dans la période récente, le recrutement reste très faible, décroît

même encore (fig. 4), situation qui est à mettre en relation avec un potentiel reproducteur très dégradé ; en effet, la biomasse féconde actuelle (fig. 5) correspond à 4,1 p. cent de la biomasse féconde vierge. Le mode d'exploitation actuel tend donc à maintenir la fécondité du stock de pageot à un niveau faible car les poissons ont peu de chance d'atteindre une taille compatible avec une bonne reproduction ; en fait, comme l'a bien démontré GARCIA (1984), un stock surpêché sera constitué d'individus jeunes du fait de la baisse de l'espérance de vie et par conséquent d'une faible fécondité. La pêche modifie défavorablement les capacités de reconstitution du stock de pageot ; un effondrement biologique est alors à craindre ; dans le cas du pageot, ce risque est réel.

En ce qui concerne le *thiof*, un biais est introduit dans l'analyse structurale car la répartition septentrionale de l'espèce va au-delà de la frontière sénégalaise ; aussi, comme une évaluation doit se faire sur l'ensemble d'un stock, en ne tenant compte que des données sénégalaises, les captures totales sont sous-estimées ; cependant, la connaissance de la pêcherie mauritanienne montre que les pratiques de pêche dans ce pays sont similaires à celles du Sénégal ; ainsi, si une erreur d'évaluation est commise, elle est d'ordre quantitative et non qualitative ; la prise en compte des données de Mauritanie modifierait l'estimation du potentiel de production (plus élevé pour les deux pays que pour un seul) ; en revanche, le diagnostic de surexploitation ne peut être remis en cause.

CONCLUSION

SACHANT que les cinq espèces étudiées représentent entre vingt et trente pour cent des captures totales des espèces démersales, le suivi et l'évaluation de l'état de leur stock sont indispensables. Les conclusions de cette étude sont pessimistes car quatre des cinq stocks sont en état de surexploitation et deux d'entre eux apparaissent même en état de surexploitation de recrutement, donc menacés d'effondrement. Compte tenu de l'importance de la pêche dans un pays comme le Sénégal, il est urgent de prendre en considération ces diagnostics. Les tendances observées de 1981 à

1999 et dont l'analyse est à la base des diagnostics établis ici tendent à s'accroître dans la période actuelle, avec une poursuite de la baisse des captures tandis que l'effort de pêche continue d'augmenter.

Les mesures d'aménagement qui s'imposent pour le pageot sont une réduction de l'effort de pêche actuel, surtout en période de reproduction, et sans doute une augmentation de la taille à la première capture ; au contraire, si l'on souhaite maintenir l'âge de première capture à deux ans, il faudrait réduire l'effort de pêche actuel de moitié pour pas-

ser au-dessus d'un seuil de biomasse féconde relative de dix pour cent et s'approcher d'un débarquement par recrue maximal. Pour le *thiof*, l'effort actuel est de quarante pour cent supérieur à l'effort

de maximisation des captures ; comme pour le pageot, une réduction de celui-ci est donc indispensable pour retrouver, à long terme, une production élevée.

BIBLIOGRAPHIE DES SOURCES CITÉES

- BARRY-GÉRARD (M.), T. DIOUF & A. FONTENEAU (éd.), 1994. — *L'Évaluation des ressources exploitables par la pêche artisanale sénégalaise*, t. II, Paris, Orstom (coll. *Colloques et Séminaires*).
- CAVERIVIÈRE (A.) & M. THIAM, 1994. — « Essai d'application d'un modèle global à l'ensemble des espèces démersales côtières du Sénégal », in BARRY-GÉRARD *et al.* (éd., 1994) : pp. 351-352.
- FOX (W. W.), 1970. — « An Exponential Surplus-Yield Model for Optimizing Exploited Fish Populations », *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 99: pp. 80-88.
- FRANQUEVILLE (C.), 1983. — *Biologie et dynamique de population des daurades (Pagellus bellottii bellottii, Steindachner, 1882) le long des côtes sénégalaises*, th. doct. État sciences, univers. Aix-Marseille-II, faculté des sciences de Luminy, 276 p.
- GARCIA (S.), 1984. — *Les problèmes posés par l'aménagement des ressources instables*, atelier Danida-F.A.O.-Copace sur l'aménagement et le développement des pêches, Santa-Cruz de Ténérife, 1^{er}-10 juin 1983, 38 p.
- GASCUEL (D.) & F. MENARD, 1994. — « Assessment of a Multispecies Fishery in Senegal, Using Production Models and Diversity Indices », *Aquat. Living Resourc.*, 10: pp. 281-288.
- GASCUEL (D.), M. D. BARRY, M. LAURANS & A. SIDIBÉ (éd.), 2003. — *Évaluations des stocks démersaux en Afrique du Nord-Ouest*, travaux du Groupe « Analyses monospécifiques » du projet Siap, Copace/Pace Séries 03/65.
- GULLAND (J. A.), 1971. — « The Fish Resources of the Ocean. West Byfleet », Surrey, Fishing News (Books) for FAO, 255 p., ed. rev. et corr., FAO, *Fish Tech. Pap.*, 97: 425 p. (1970).
- LAURANS (M.), M. D. BARRY & D. GASCUEL, 2001. — « Diagnostic de cinq stocks sénégalais par l'approche globale (*Galeoides decadactylus*, *Pagellus bellottii bellottii*, *Pseudupeneus prayensis*, *Pagrus caeruleostictus* et *Epinephelus aeneus*), Siap Analyses », in *Évaluation des stocks par l'approche globale et évolutions d'abondance*, Rapport de la réunion du groupe « Analyses mono-spécifiques » du projet Siap, Mindelo, 10-12 oct. 2001, Doc. Tech., 2 : pp. 26-35.
- LAURANS (M.), M. BARRY & D. GASCUEL, 2003. — « Revue des connaissances sur la biologie du thiof (*Epinephelus aeneus*) et diagnostic de l'état du stock au Sénégal », in GASCUEL *et al.* (éd., 2003) : pp. 55-70.
- MAURY (O.), 1994. — *Méthodologie d'étude structurale de la dynamique des stocks exploités par la pêche artisanale sénégalaise, application à l'exploitation du Pageot Pagellus bellottii bellottii*, Rapport DAA, université halieutique de l'Ensar, 87 p.
- SCHAEFER (M. B.), 1954. — « Some Aspects of the Dynamics of Populations Important to the Management of Commercial Marine Fisheries », *Bull. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm.*, 1: pp. 25-56.
- TOMLINSON (J. P.), 1970. — Program Normsep. Normal distribution separator using steep-descent method, 11(1). 2.4 to 11(1). 2.10.