
Évolution des abondances des principales espèces exploitées au Sénégal

— Article —

Trends in the Abundance of Major Species Exploited in Senegal

— Article —

Martial LAURANS¹, Didier GASCUEL²
& Mariama Dalanda BARRY³

|

1. — 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).

2. — 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).

3. — Écologie marine, halieute, chercheur Isra (Institut sénégalais de recherche agricole), C.R.O.D.T.
(Centre de recherches océanographiques de Dakar Thiaroye), B.P. 2241, Dakar (Sénégal).

RÉSUMÉ

À PARTIR des différentes séries de données disponibles, on estime ici un indice d'abondance synthétique pour cinq espèces exploitées au Sénégal, sur la période 1971-1999. On montre ainsi une forte diminution de l'abondance de ces espèces, avec une situation particulièrement dégradée pour le pageot (*Pageolus bellottii*) et le thiof (*Epinephelus aeneus*). Globalement, les plus fortes diminutions de biomasse sont observées pour les espèces de niveaux trophiques les plus élevés.

Mots clés

Sénégal — Évolution d'abondance — Indice synthétique
Pression de pêche — État du stock — Niveau trophique

ABSTRACT

USING several available data series, we derive a synthetic index of abundance for five species exploited by the Senegalese fisheries during the 1971-99 period. It appears that the abundance of these five has strongly decreased, with a particularly bad situation for "pageot" and thiof. The strongest decreases in biomass are observed for species at higher trophic levels.

Key words

Senegal — Abundance Trend — Synthetic Index — Fishing Intensity
State of Stock — Trophic Level

INTRODUCTION

LE PLATEAU continental sénégalais est une zone de forte productivité halieutique où la pêche s'est développée de manière importante au cours des dernières décennies. En particulier, les ressources démersales sont exploitées par une pêche industrielle chalutière et par une pêche artisanale très diversifiée ; ainsi, la production démersale est passée de trente mille tonnes au début des années soixante-dix à près de cent mille tonnes en l'an 2000. Dans ce contexte d'intensification de l'exploitation, nous nous intéressons ici aux évolu-

tions d'abondance de cinq espèces démersales qui sont parmi les plus importantes : le pagre (*Sparus caeruleostictus*), le pageot (*Pagellus bellottii*), le thiof (*Epinephelus aeneus*), le rouget (*Pseudupeneus prayensis*) et le petit capitaine ou thiekem (*Galeoides decadactylus*). Plusieurs séries de données sont utilisées pour estimer un indice d'abondance synthétique sur la période 1971-1999. On analyse ainsi la réponse de différents stocks à la pression de pêche, sur une période relativement longue.

MATÉRIEL & MÉTHODES

POUR chaque espèce, trois séries d'indices d'abondance ont été estimées lors de travaux menés précédemment dans le cadre du projet Siap. La première série est issue de l'ajustement d'un modèle global aux données de captures et d'effort de pêche sur la période 1983-1999 (LAURANS *et al.*, 2003) ; la deuxième série provient de l'ajustement d'un modèle linéaire général (G.L.M.) sélectionné à l'issue de l'analyse des données de chalutage scientifique récoltées lors des campagnes du *Louis-Sauger*, entre 1986 et 1994 (GASCUEL & LAURANS, 2003) ; la troisième série est l'estimation de la biomasse totale du stock, issue d'une analyse des cohortes sur les données de captures commerciales aux âges disponibles pour la période 1988-1999 (LAURANS *et al.*, 2003-a, 2003-b ; BARRY *et al.*, 2003).

Une quatrième série est estimée ici par ajustement d'un modèle linéaire général (G.L.M.), à partir des données de prise par unité d'effort (P.U.E.) des navires étrangers de la pêche industrielle, données disponibles sur la période 1983-1998. Différents effets sont testés (année, puissance des navires, zone et saison de pêche, bathymétrie), ainsi que leurs interactions ; un modèle unique cohérent est retenu pour chaque espèce. Enfin, on utilise les séries d'abondance estimées par GASCUEL & THIAM (1994) et fondées sur une modélisation linéaire générale (G.L.M.) des statistiques de la pêche indus-

trielle 1971-1991. Ces cinq séries d'abondance sont prises en compte afin de calculer un indice synthétique pour l'ensemble de la période 1971-1999. Chaque série est standardisée en prenant comme référence la série issue de l'analyse des cohortes, sauf pour le rouget où la série utilisée est celle issue du modèle global. Le coefficient de standardisation est donc le ratio entre la moyenne de la série de référence et la moyenne de la série considérée, pour la période qui leur est commune. L'indice synthétique s'exprime ensuite comme une moyenne des séries standardisées ; on présente ici un indice lissé (moyenne mobile sur 3 ans), avec l'optique d'analyser les évolutions tendanciennes de l'état du stock. La pertinence d'un tel indice est appréciée en calculant le coefficient de corrélation de Pearson entre chaque série et la série de référence.

Différents indicateurs de l'état actuel des stocks sont finalement calculés ; ils sont notamment mis en relation avec le niveau trophique de chaque espèce (valeur issue de www.FishBase.org). L'utilisation du coefficient de rang de Spearman permet de mesurer la corrélation entre le ratio B/B_v (B : biomasse totale d'un stock à un temps t ; B_v : biomasse totale de ce stock avant exploitation ou à l'état vierge) issue du modèle global et le niveau trophique des espèces.

RÉSULTATS

L'ÉVALUATION de stock par l'approche globale et par l'approche structurale a été conduite pour quatre espèces (fig. 1).

Pour chacune d'elle, et pour les deux estimations, l'évolution de la biomasse montre la même tendance, à savoir une diminution globale sur la période considérée.

Seule la biomasse totale du pagre issue du modèle structural montre une certaine stabilité sur la période 1989-1999.

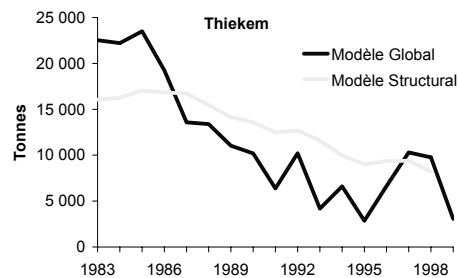
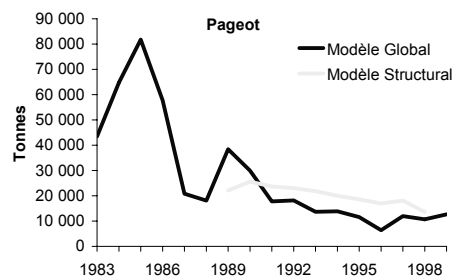
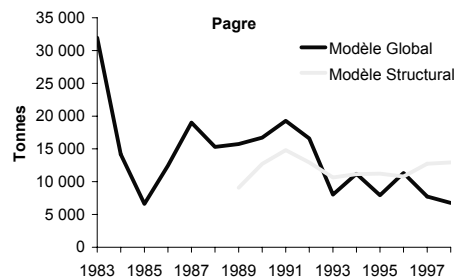
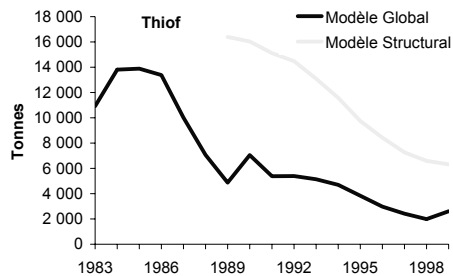


FIG. 1. — Évolution des biomasses totales estimées par le modèle global (LAURANS *et al.* 2001) et structural (LAURANS *et al.* 2003-a, 2003-b ; BARRY *et al.* 2003).

Trends in total biomasses estimated from surplus production and age structured models.

Les modèles G.L.M. appliqués aux P.U.E. commerciales conduisent à estimer un nouvel indice d'abondance (fig. 2 & ann. I). Globalement, ces résultats confirment les précédents, au moins au cours de la dernière décennie durant laquelle on observe ici aussi une baisse d'abondance pour les quatre espèces considérées.

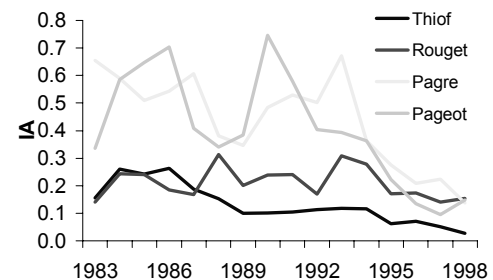


FIG. 2. — Indices d'abondance estimés par modélisation G.L.M. des données de la pêche industrielle.

Abundance index estimated using GLM method on industrial fishery data.

Les valeurs du coefficient de corrélation (ann. II) montrent (excepté pour le pagre) la forte cohérence entre les différentes séries utilisées pour le calcul de l'indice synthétique. La standardisation et le calcul d'un indice synthétique permettent de mettre en évidence l'évolution tendancielle de l'abondance de chaque stock, sur une trentaine d'années (fig. 3 et 4). Le pageot et le *thiekem* sont des espèces qui n'ont été réellement ciblées par la pêche qu'à partir du début des années 1980 ; antérieure-

ment leurs indices d'abondance apparaissent croissants ; ces accroissements peuvent être en partie expliqués par une diminution des rejets de la part des chalutiers. En revanche, dès que l'exploitation de ces espèces s'est intensifiée, leur abondance a

fortement diminué (fig. 4-a). Le *thiof*, le pagre et le rouget font quant à eux l'objet d'une pêche ciblée depuis le début de la période d'étude ; corrélativement, leur abondance diminue sur l'ensemble de cette période (fig. 4-b).

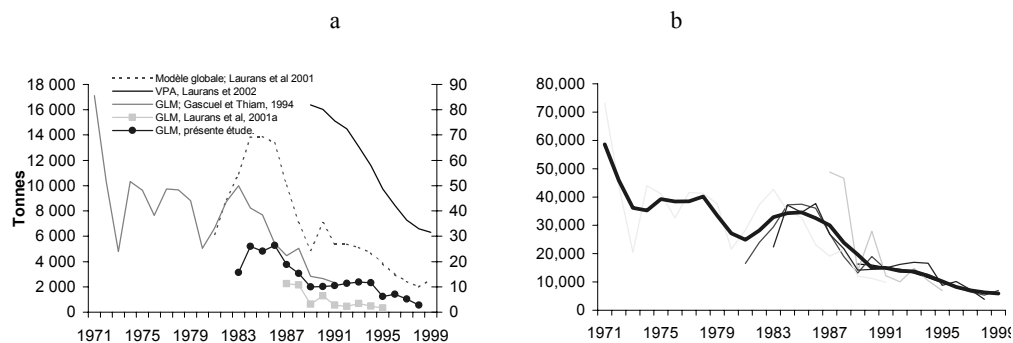


FIG. 3. — Estimation de l'indice d'abondance combiné : l'exemple du thiof.
 a : séries brutes ; b : séries standardisées et indice combiné.

Estimation of the combined index: *thiof* example.
 a: original series; b: standardised series and combined index.

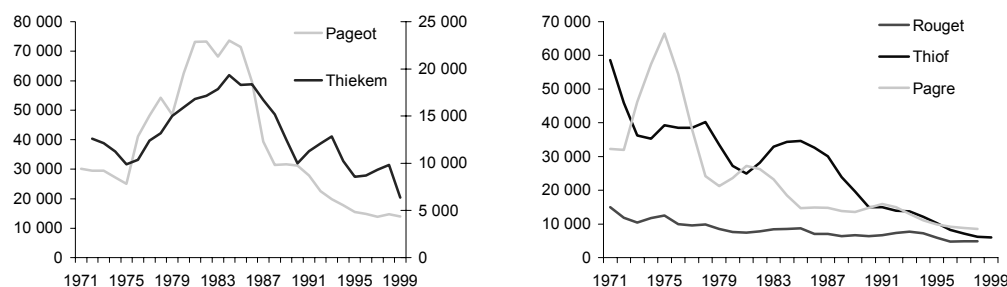


FIG. 4. — Évolution de l'indice d'abondance combiné.
 Combined abundance index.

TABLEAU I

Indicateurs de l'état actuel de la biomasse de chaque stock, et niveau trophique de l'espèce
 Indicators of present biomass status for each stock and species trophic level

	RATIO(FIN/DEB) *	RATIO(FIN/1983) *	B/BV **	B/R ***	NIVEAU TROPHIQUE
<i>en pourcentage</i>					
<i>Thiof</i>	13	18	8	20	4,00
<i>Pageot</i>	—	20	12	16	3,59
<i>Pagre</i>	23	36	23	15	3,60
<i>Rouget</i>	38	57	36	—	3,53
<i>Thiekem</i>	—	35	17	28	3,79

* ratio entre indices d'abondance synthétique

** ratio entre biomasse actuelle et biomasse vierge, issus du modèle global

*** biomasse relative par recrue, d'après l'approche structurale

Les indicateurs de l'état actuel des stocks mettent en évidence une situation extrêmement dégradée pour le *thiof* et le pageot (tabl. I). La biomasse du *thiof* n'atteindrait par exemple plus que treize pour cent de celle de 1971, et vingt pour cent de celle de 1983. Pour ces deux stocks, l'abondance actuelle serait proche de dix pour cent de la biomasse à l'état vierge, ce qui est le seuil de précaution généralement admis de manière empirique, pour éviter les phénomènes d'effondrement du recrutement. Pour le *thiekem* et le page, la diminution est moindre mais reste néanmoins très importante ; le

niveau actuel des biomasses correspondrait globalement à des situations de surexploitation. Enfin, la situation apparaît moins dégradée pour le rouget. Comparativement à la situation vierge, le niveau actuel de la biomasse est d'autant plus dégradé que l'espèce considérée a un niveau trophique élevé (fig. 5). La corrélation est significative ($r^2 = -0,9$ et $p < 0,05$). En outre, si l'on s'intéresse à la durée de vie des espèces, on s'aperçoit que le rouget a la durée de vie la plus faible et la diminution d'abondance la moins forte. L'inverse est vrai pour le *thiof*.

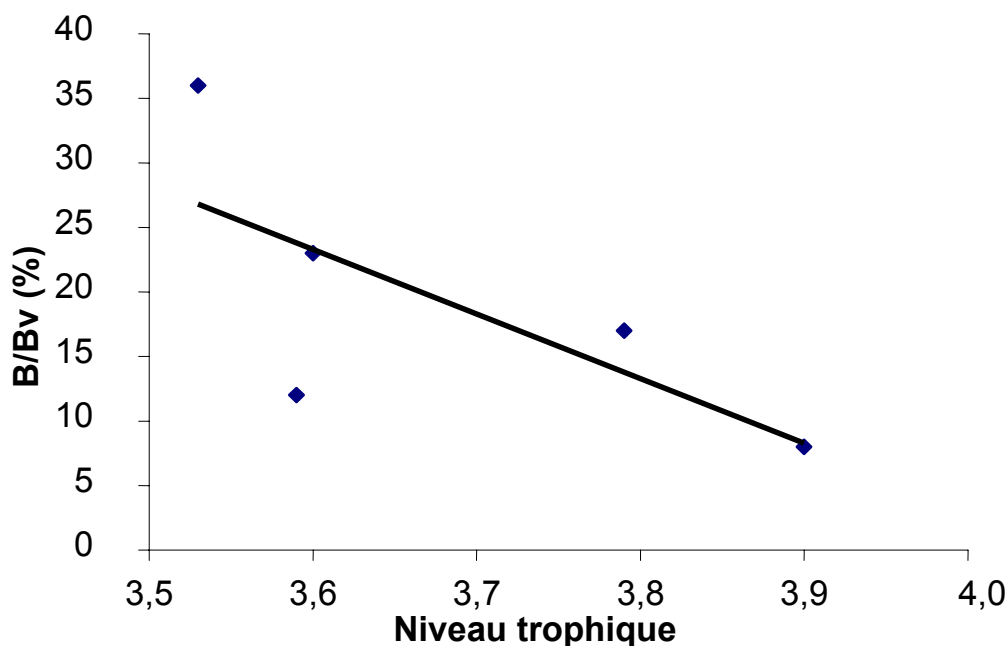


FIG. 5. — Relation entre état de la biomasse (ratio B/Bv) et niveau trophique des espèces considérées.
Relationship between biomass index (ratio B/Bv) and the trophic level of each species.

DISCUSSION & CONCLUSION

LE CALCUL d'un indice d'abondance synthétique, par simple moyenne de différents indices standardisés, relève d'une approche pragmatique. En effet, rien ne permet de préjuger d'une quelconque hiérarchie dans la fiabilité des différentes séries utilisées ; chacune provient de données et

traitements différents, mais toutes ont leur logique et leur justification. Surtout, elles mettent en évidence des évolutions tendancielle qui sont ici globalement cohérentes entre elles. Dès lors, on peut considérer que les écarts entre séries sont essentiellement liés à la variabilité de l'échantillonnage, ou

à des fluctuations de la répartition spatio-temporelle de la ressource. Le calcul de l'indice synthétique masque en quelque sorte ces effets, en mettant en évidence la tendance commune aux différentes séries. Il conduit aussi, et c'est son objectif essentiel, à une série chronologique relativement longue.

Pour deux des espèces considérées, le pageot et le *thiekem*, l'indice d'abondance est croissant dans la décennie soixante-dix. Pour partie, cette évolution peut découler d'un biais d'échantillonnage lié à un accroissement des puissances de pêche spécifiques, et d'une diminution des rejets à mesure que ces espèces deviennent ciblées ; mais elle peut également être interprétée comme étant le résultat d'une régulation de type écosystémique, la biomasse de ces espèces s'accroissant au moment ou celles des espèces plus directement ciblées diminue.

La relation observée entre diminution de biomasse et niveau trophique relève d'un double aspect. D'une part, les espèces de haut niveau trophique peuvent être plus recherchées par les pêcheurs et donc faire l'objet d'un effort de pêche spécifique plus important. D'autre part, il est logique de penser que ces espèces, généralement de forte longévi-

té et souvent de fécondité limitée, sont *a priori* les plus fragiles ; elles seraient ainsi les premières à subir les conséquences de l'accroissement de la pression de pêche.

Enfin, on doit souligner l'ampleur des diminutions de biomasse mises ici en évidence. Selon les stocks considérés, de soixante-quatre à quatre-vingt-douze pour cent de la biomasse aurait « disparu » comparativement à la situation vierge, et de quarante-trois à quatre-vingt-huit pour cent au cours des deux dernières décennies. Même si des effets environnementaux sont également possibles, il ne fait aucun doute que ces diminutions sont essentiellement liées à l'accroissement de la pression de pêche.

De ce point de vue, la convergence entre les indices issus d'estimations directes (approches G.L.M. sur les données scientifiques ou commerciales) et ceux fondés sur les méthodes d'évaluation de stock (modélisation de l'impact de la pression de pêche) est éloquent. Les résultats obtenus sont ainsi un des éléments du diagnostic pessimiste porté à l'issue du projet Siap sur l'état actuel des ressources démersales de l'Afrique de l'Ouest, et particulièrement du Sénégal.

BIBLIOGRAPHIE DES SOURCES CITÉES

- BARRY (M. D.), D. THIAO & D. GASCUEL, 2003. — « Analyse de l'état du stock de pageot (*Pagellus bellottii*) au Sénégal par l'approche structurale », in GASCUEL *et al.* (éd., 2003) : pp. 43-54.
- 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).
- DOMAIN (F.), M. KEITA & E. MORIZE, 2000. — « Typologie générale des ressources démersales du plateau continental », in DOMAIN *et al.* (éd., 2000) : pp. 53-85.
- DOMAIN (F.), P. CHAVANCE & A. DIALLO, 2000. — *La pêche côtière en Guinée : ressources et exploitation*, Paris, I.R.D.-C.N.S.H.B., 393 p.
- GASCUEL (D.) & M. THIAM, 1994. — « Évolution de l'abondance des ressources démersales sénégalaises », in BARRY-GÉRARD *et al.* (éd., 1994) : pp. 191-213.
- GASCUEL (D.) & M. LAURANS, 2003. — « Évaluation des stocks par l'approche globale et évolutions d'abondance », in GASCUEL *et al.* (éd., 2003) : pp. 35-40.
- 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, Rome, 113 p.
- LAURANS (M.), C. PERALES & M. D. BARRY, 2003-c. — « L'évaluation du stock de pagre (*Sparus caeruleostictus*) du Sénégal par l'approche structurée en âge », in GASCUEL *et al.* (éd., 2003) : pp. 71-78.
- LAURANS (M.), M. BARRY & D. GASCUEL, 2003-a. — « Diagnostics de cinq stocks sénégalais par l'approche globale (*Galeoides decadactylus*, *Pagellus bellottii*, *Pseudupeneus prayensis*, *Pagrus caeruleostictus*, *Epinephelus aeneus*) », in GASCUEL *et al.* (éd., 2003) : pp. 19-28.
- LAURANS (M.), M. BARRY & D. GASCUEL, 2003-b. — « 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.

|

ANNEXE I

Modélisation G.L.M. des P.U.E. de la pêche industrielle étrangère ;
 Structure des modèles et résultats statistiques

*P.U.E. GLM modelling of foreign industrial fisheries:
 Structure of conserved models and statistical results*

Pageot

Modèle : P.U.E.-pageot ~ année + bathymétrie + puissance motrice + zone

	Df	Deviance	Resid.Df	Resid. Dev	F	Pr(>F)	
NULL			9 614	9 282,3			
annee	15	379,2	9 599	8 903,1	29,94	< 2,2 ^e -16	***
bahty	3	578,3	9 596	8 324,7	228,296	< 2,2 ^e -16	***
puis	5	140,4	9 591	8 184,3	33,257	< 2,2 ^e -16	***
zone	10	93,8	9 581	8 090,5	11,109	< 2,2 ^e -16	***

Thiof

Modèle : P.U.E.-thiof ~ année + puissance motrice + saison + bathymétrie

	Df	Deviance	Resid.Df	Resid. Dev	F	Pr(>F)	
NULL			9 614	9 282,3			
annee	16	197,41	9599	503	241	< 2,2e-16	***
puis	5	5,83	9594	497	23	< 2,2e-16	***
saison	1	4,56	9593	492	89	< 2,2e-16	***
bathy	3	3,29	9590	489	21	6,872e-14	***

Rouget

Modèle : P.U.E.-rouget ~ année + puissance motrice + bathymétrie

	Df	Deviance	Resid.Df	Resid. Dev	F	Pr(>F)	
NULL			9 614	9 282,3			
annee	15	37,84	9 599	1 501,14	17,394	< 2,2 ^e -16	***
puis	5	79,14	9 594	1422	108,953	< 2,2 ^e -16	***
bathy	3	28,65	9 591	1 393,35	65,734	< 2,2 ^e -16	***

Pagre

Modèle : P.U.E.-pagre ~ année + puissance motrice + bathymétrie + zone

	Df	Deviance	Resid.Df	Resid. Dev	F	Pr(>F)	
NULL			9 614	9 282,3			
annee	15	80,9	9 599	3 197,9	19,173	< 2,2e-16	***
puis	5	52,1	9 594	3 145,8	37,005	< 2,2e-16	***
bathy	3	90,1	9 591	3 055,7	106,656	< 2,2e-16	***
zone	10	359	9 581	2 696,7	127,552	< 2,2e-16	***

ANNEXE II

Coefficient de corrélation entre la série de référence et les autres séries utilisées
 pour le calcul d'un index synthétique

*Correlation index between standard series and the other series used for the calculation
 of a synthetic index (tons)*

	VPA	Modèle global *	G.L.M. **	G.L.M. ***	G.L.M. ****
Thiof	Ref	0,86	0,89	0,7	0,81
Pageot	Ref	0,42 ^α	0,98		0,82
Pagre	Ref	0,34 ^α	0,24 ^α		0,2*
Rouget	Ref		0,62		0,63
Thiekem	Ref	0,62	0,82		

Ref : Cette série a été prise comme série de référence ; ^α La corrélation n'est pas significative entre cette série et celle de référence ; * LAURANS *et al.*, 2003-a ; ** GASCUEL & THIAM, 1994 ; *** GASCUEL & LAURANS, 2003 ; **** LAURANS *et al.*, 2003-c.

ANNEXE III
 Valeur des index synthétiques pour chaque espèce (tonnes)
Value of synthetic index for each species

	PAGEOT	THIOF	ROUGET	PAGRE	THIEKEM
1971	30,116	58,615	14,964	32,279	0
1972	29,439	45,912	11,893	31,928	12,587
1973	29,439	36,229	10,475	46,168	12,134
1974	27,177	35,260	11,809	57,342	11,250
1975	25,061	39,305	12,512	66,538	9,905
1976	41,065	38,479	9,997	54,405	10,379
1977	48,160	38,536	9,561	38,122	12,386
1978	54,200	40,188	9,855	24,201	13,186
1979	48,464	33,523	8,532	21,264	15,012
1980	62,502	27,228	7,566	23,627	15,915
1981	73,175	24,914	7,398	27,203	16,791
1982	73,305	28,215	7,824	26,288	17,152
1983	68,234	32,895	8,433	23,217	17,864
1984	73,594	34,331	8,570	18,469	19,329
1985	71,402	34,596	8,740	14,707	18,301
1986	59,462	32,585	7,037	14,927	18,368
1987	39,341	30,027	7,020	14,751	16,713
1988	31,489	23,912	6,360	13,836	15,182
1989	31,659	19,669	6,674	13,526	12,500
1990	31,234	15,022	6,376	14,817	9,981
1991	27,874	14,972	6,645	15,926	11,268
1992	22,519	13,954	7,307	14,949	12,086
1993	19,813	13,789	7,647	13,033	12,827
1994	17,781	12,170	7,177	11,121	10,227
1995	15,537	10,230	5,909	9,911	8,559
1996	14,840	8,293	4,704	9,229	8,720
1997	13,829	7,067	4,878	8,817	9,317
1998	14,705	6,165	4,810	8,507	9,839
1999	14,004	5,989	0	0	6,354