

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 mérours, 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 "efficacité 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 :

$$U_{b,a,t,z} = P_c \cdot IA_a \cdot q_{t,z} \cdot \epsilon_{b,a,t,z} \quad \text{avec :}$$

$U_{b,a,t,z}$:	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
$\epsilon_{b,a,t,z}$:	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'efficacité des navires (i.e. de leur capacité à trouver les strates favorables). Un accroissement global de l'efficacité 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 :

$$U_{b,a} = P_c \cdot IA_a \cdot \epsilon_{b,a}$$

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_q est l'indice logarithmique estimé d'après le log des PUE, et σ_q l'écart type du modèle correspondant, un estimateur de l'indice brut est alors :

$$IA_q = \exp (IL_q + \sigma_q^2/2)$$

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 Pagne. 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 reluée	MODELE			EFFET ANNEE		n	
			ddl	%d'inert.	P.level	%d'inert.	P.level		
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	48	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

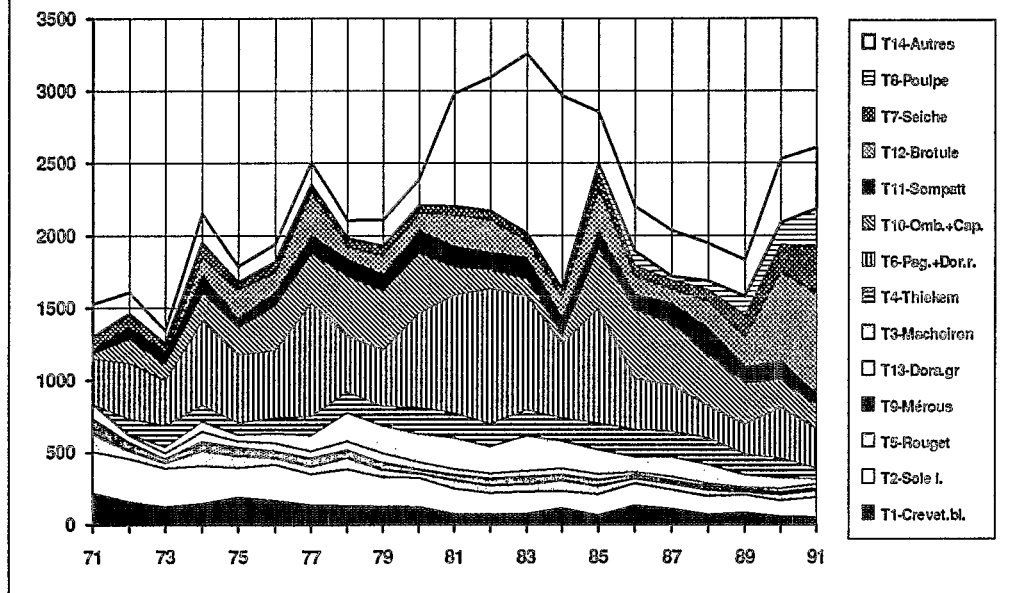
Tableau 1 : Ajustement des modèles linéaires sur les Prises par Unités d'Effort des espèces et taxons capturés par la pêche industrielle sénégalaise.

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 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.

Evolution de l'abondance des ressources démersales sénégalaises.

An	T1	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11
	Crevette blanche	Machoi.	Thiekem	Rouget	Pageot+ Dorad. r.	Seiche	Poulpe	Mérous +Thiof	Ombri.+ Capit.	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

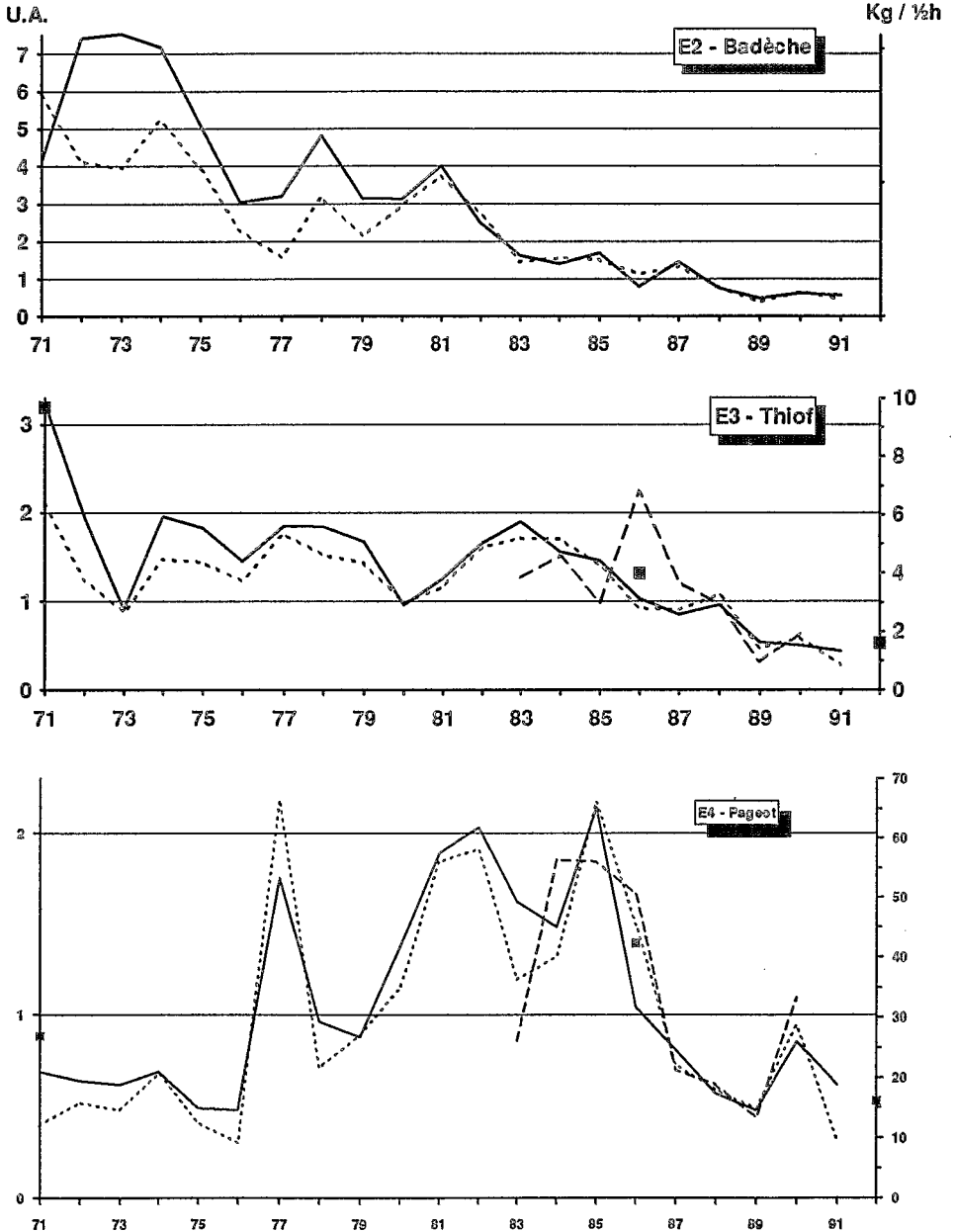
An	T12	T13	T14	E2	E3	E4	E5	E6	E7
	Brotule	Dorade grise	Autres Divers	Badèche	Thiof	Pageot	Carrang.	Sole langue	Pagre
71		101.7	224	32.8	85.6	298.9	41.8	283.7	16.1
72		47.5	143	59.0	51.6	277.2	44.1	292.6	17.6
73	13.9	42.8	92	59.9	24.0	268.6	40.9	268.4	16.3
74	122.4	70.0	198	57.1	51.6	298.9	53.9	263.3	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

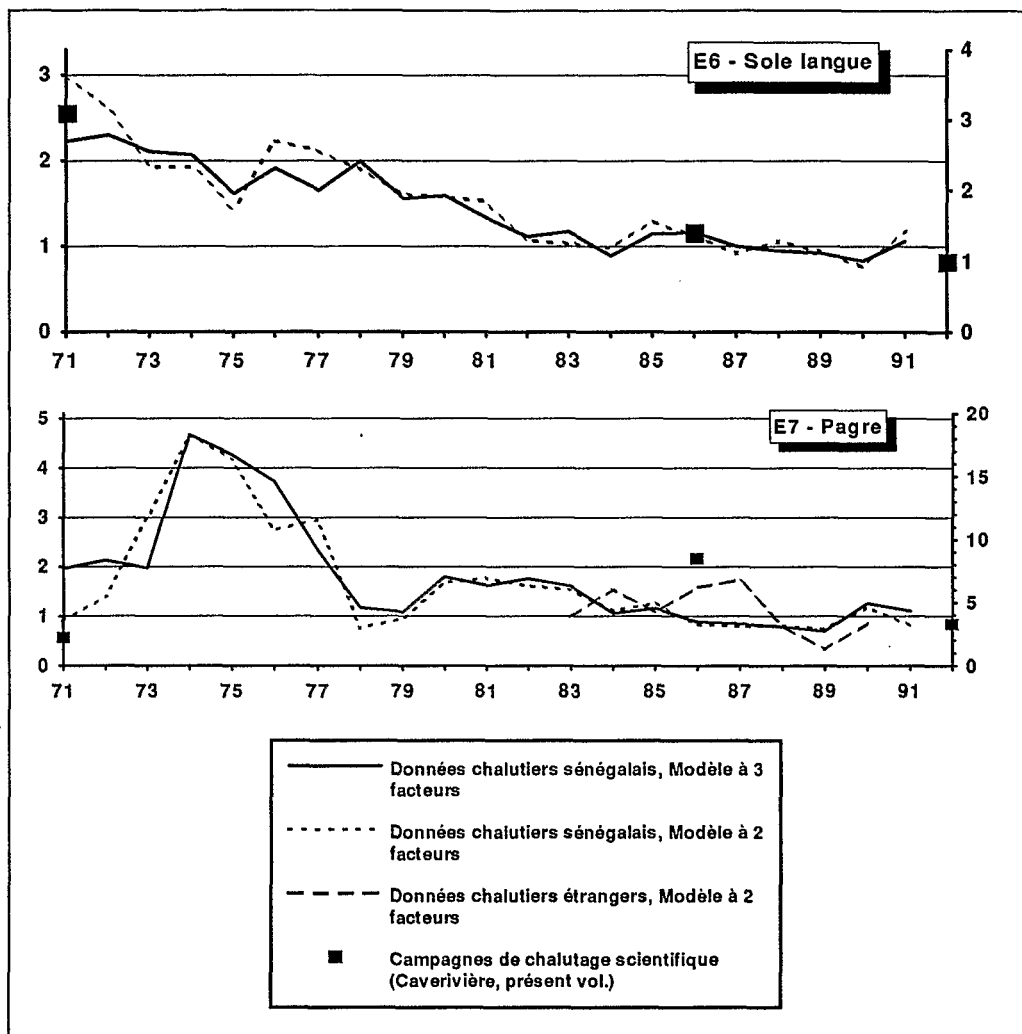
Tableau 2 : Indices d'abondance des ressources démersales sénégalaises de 1971 à 1991
 (Estimation par modélisation linéaire des PUE par bateau, année, trimestre et zone de pêche, pour les 14 taxons du fichier 1 et les 7 espèces du fichier 2.

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 paraît clairement aberrant compte tenu des connaissances

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 tendanciennes 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'efficacité des navires sur cette espèce, qui n'est vraisemblablement que marginale dans la définition des stratégies de pêche des navires. Cette diminution d'efficacité 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	ID2	R	Cert	ID1	ID2	R	Cert	ID1
		%	%/an	%/an		%	%/an	%/an		%	%/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-Mérus	-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) ;

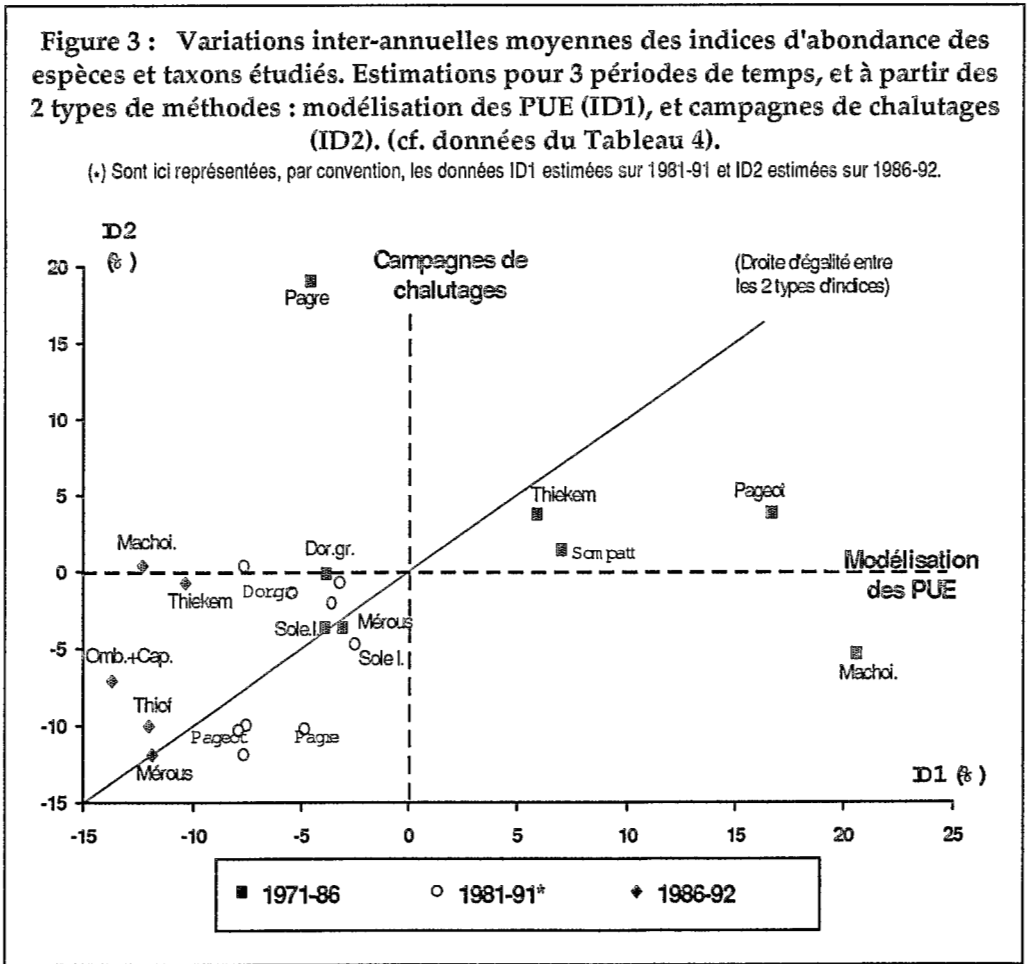
ID2 : pourcentage de variation inter-annuelle moyen entre les indices d'abondance en début et fin de période estimés par Caverivière (1994, présent vol.).

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 tendancielle 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 tendancielle 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.



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 Mérours, 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 tendancielle 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'efficacité 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 tendancielle 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.

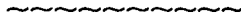
Par ailleurs, l'utilisation des données de la seule pêche industrielle pour estimer l'abondance des ressources exploitées par la pêche artisanale peut naturellement introduire un biais, si les fractions de stock exploitées par ces deux activités diffèrent. Il est vraisemblable que ceci soit partiellement 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 ichthyologiques 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 : Mérou, 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.*

Evolution de l'abondance des ressources démersales sénégalaises.

- 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.*
- 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.*
- 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.



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 Îles 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	<i>Panaeus notialis</i>
T2 - Sole langue	<i>Cynoglossus spp.</i>
T3 - Machoirons	<i>Arius spp.</i>
T4 - Thiekem	<i>Galeoides decadactylus</i>
T5 - Rouget	<i>Pseudupeneus prayensis</i>
T6 - Sparidés	<i>Pagellus bellottii, Sparus caeruleostictus, Dentex spp., Pagrus spp.</i>
T7 - Seiche	<i>Sepia officinalis</i>
T8 - Poulpe	<i>Octopus vulgaris</i>
T8 - Mérous	<i>Epinephelus spp., Mycteroperca rubra</i>
T10 - Capitaines	<i>Pseudolithus spp.</i>
T11 - Sompatt	<i>Pomadasys spp.</i>
T12 - Brotule	<i>Brotula barbata</i>
T13 - Dorade grise	<i>Plectorhynchus mediterraneus</i>
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	<i>Pomatomus saltat</i>
E2 - la Badèche	<i>Mycteroperca rubra</i>
E3 - le Thiof	<i>Epinephelus aeneus</i>
E4 - le Pageot	<i>Pagellus bellottii</i>
E5 - le Chinchard (*)	<i>Trachurus spp.</i>
E6 - la Sole langue	<i>Cynoglossus spp.</i>
E7 - le Pagre	<i>Sparus caeruleostictus</i>

(*) 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. (Tj, CV)	T1	T3	T4	T5	T6	T7	T7	T9	T10	T11	T12	T13	T14	E2	E3	E4	E5	E6	E7
Rougetiers glaciers	1	100	17	42	166	382	33	57	31	172	25	75	79	170	23	126	1544	64	107	247
	2			32	80	472	24	7	77	11	7		82	213	11	10	161	9	304	23
Crevettiers glaciers	1	103	65	150	22	126	15	43	11	417	78	127	20	119	6	12	112	19	345	23
	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
Crevettiers Congélat.	1	320	7	51	7	45	21		14	120	42	38	17	39	5	12	85	17	97	18
	2	273	47	109	8	62	19	37	13	162	37	44	14	56	6	17	82	20	225	17
	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
Poisson. Glaciers	1	122	57	136	162	223	28	48	14	151	55	95	142	114	11	19	109	22		24
	2	108	140	313	47	71	24	129	22	523	220	181	13	224	34	315	5446	129	256	2110
	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
Poisson- niers Congélat.	1				259	12925	734		87				15	707			7159			853
	2	72	132	211	36	141	157	380	20	479	152	63	23	177		18	51	19		41
	3														6				241	
	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

