
**Détection de l'impact de la pêche
sur les communautés démersales d'Afrique de l'Ouest
par l'analyse multivariée sous contraintes**

— Note —

***Detection of Fishing Impact
on Northwest African Demersal Communities
Using Constrained Ordination***

— Note —

**Didier JOUFFRE ¹, Gilles DOMALAIN ^{2, 3}, Sory TRAORÉ ³,
Djiby THIAM ⁴, François DOMAIN ⁵
& Cheikh Abdallahi INEJIH ⁶**



-
1. — Biologiste, chercheur, Institut de recherche pour le développement (I.R.D.)
Centre de recherche halieutique méditerranéenne et tropicale
[*Research Institute for Development. Mediterranean and Tropical Halieutic Research Centre*]
avenue Jean-Monnet, B.P. 171, 34203 Sète cedex (France).
 2. — Ingénieur bio-statisticien, Institut de recherche pour le développement (I.R.D.)—
Centre de recherche halieutique méditerranéenne et tropicale
[*Research Institute for Development—Mediterranean and Tropical Halieutic Research Centre*]
avenue Jean-Monnet, B.P. 171, 34203 Sète cedex (France).
 3. — Biologiste, chercheur, Centre national des sciences halieutiques de Boussoura (C.N.S.H.B.)
[*National Centre of Boussoura for Halieutic Sciences*], B.P. 3738/39, Conakry (Guinée).
 4. — Biologiste halieute, chercheur, 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).
 5. — Biologiste des pêches, chercheur, Institut de recherche pour le développement (I.R.D.)
Centre national des sciences halieutiques de Boussoura (C.N.S.H.B.)
[*Research Institute for Development—National Centre of Boussoura for Halieutic Sciences*]
B.P. 3738/39, Conakry (Guinée).
 6. — Biologiste, directeur du département des ressources vivantes
Institut mauritanien de recherches océanographiques et des pêches (IMROP, ex- C.N.R.O.P.)
Centre national de recherche océanographique et des pêches
[*Mauritanian Oceanography and Fisheries Research Institute, ex-CNROP*], B.P. 22, Nouadhibou (Mauritanie).

RÉSUMÉ

CE TRAVAIL propose une modélisation de l'impact de la pêche sur les communautés démersales d'Afrique de l'Ouest par l'analyse canonique des correspondances. Malgré une structuration temporelle relativement faible des données et la prise en compte d'un effet pêche estimé de manière très grossière, on aboutit à des résultats cohérents et interprétables. Ainsi, il est possible de détecter un impact et d'identifier les espèces les plus concernées. La méthode semble donc prometteuse par rapport à l'objectif assigné. L'approche mériterait d'être poursuivie avec un modèle intégrant une variable pêche plus élaborée et, en particulier, spatialisée. Elle pourrait aussi être étendue à d'autres pays de la région ouest-africaine.

Mots clés

Poissons — Communautés — Afrique de l'Ouest — Modélisation
Impact de la pêche

ABSTRACT

A MODELLING of the impact of fishing on the demersal communities of West Africa is proposed using Canonical Correspondences Analysis technique. In spite of weak temporal structuring of the dataset and broad definition of the expressing fishing pressure, the model shows coherent results: It was possible to detect fisheries impact and to identify the most impacted species. This approach should thus be continued with a model integrating a better-defined variable for fishing pressure, including a spatial component. This approach could also be extended to other countries of the same West African region.

Key words

*Marine Fishes — Communities — West Africa
Space-Time Structures — Fishing Impact*

INTRODUCTION

DANS la problématique générale de l'aménagement des pêcheries, la prise en compte de la dimension écologique apparaît plus que jamais nécessaire. Les recherches halieutiques actuelles se réfèrent ainsi, de plus en plus, au cadre d'approche dit « écosystémique » (UNIVERSITY OF ALASKA SEA GRANT, 1999 ; ICES, 2000). La présente étude, en proposant un modèle qui intègre de manière explicite l'évolution multispécifique d'une ressource, s'inscrit dans ce contexte.

Plus précisément, l'objectif poursuivi ici est d'analyser la composition faunistique révélée lors des campagnes de chalutages scientifiques au moyen de méthodes factorielles sur variables instrumentales (SABATIER, 1985) dans le dessein de mettre en évidence, au sein de la variabilité totale observée sur les communautés démersales échantillonnées, la part imputable à un impact de la pêche sur ces communautés.

On présente ici un exemple d'application sur des données de campagnes de chalutages scientifiques réalisées au Sénégal de 1986 à 1995. À travers cet exemple, on cherche en particulier à évaluer les potentialités de la méthode par rapport à cette problématique et sur ce type de données. Dans cette application, le temps (ou plus précisément la chronologie des relevés exprimée selon un pas de

temps annuel) est envisagé comme la variable instrumentale par rapport à laquelle on veut expliquer les changements observés sur la faune échantillonnée.

Dans la conception du modèle (et par la suite dans son interprétation), la variable instrumentale proposée est assimilée à un « effet pêche » trivial. Ce faisant, on admet l'hypothèse que sous l'effet de la pêche¹, les peuplements tendraient à s'éloigner de plus en plus de leur état initial « vierge » (ou état avant pêche). Sous cette hypothèse, la chronologie des relevés peut ainsi être utilisée, comme la traduction la plus simple, voire la plus grossière, de cet éloignement hypothétique des peuplements par rapport à leur état initial. Selon cette logique, la variable en question est assimilée, dans le modèle, à un « effet pêche » simplifié, et utilisée comme telle en l'absence d'une autre variable qui aurait permis une estimation plus précise du phénomène considéré. Il s'agit évidemment d'une approximation assez grossière mais considérée suffisante pour les besoins de la présente démonstration (ce point sera repris lors de la discussion).

1. — Et en particulier du maintien au Sénégal d'une pression de pêche importante sur toute la période considérée.

MATÉRIEL & MÉTHODES

Les données

LES données sont issues d'une série de campagnes d'échantillonnage scientifiques démersal réalisée au Sénégal et dont la liste est consignée dans le tableau I ; il s'agit de campagnes couvrant tout le plateau continental avec des stations (traits de chaluts) positionnées selon un plan aléatoire stratifié ; ces données sont aujourd'hui stockées dans la base nationale sénégalaise « TrawlBase » de Siap (logiciel First-Siap), à partir de laquelle

nous avons extraits les informations utilisées ici. Nous avons utilisé les données de captures exprimées en biomasse (kg) par espèce ou taxon et par trait de chalut standardisé d'une demi-heure.

Le tableau I mentionne notamment le nom ou identifiant des campagnes tel qu'il figure dans la base nationale originelle et dans les travaux antérieurs qui s'y rattachent ainsi que dans la base TrawlBase où un descriptif plus complet de cet échantillonnage pourra être trouvé.

TABLEAU I
Liste des campagnes d'échantillonnage
List of the sampling surveys

N° CAMPAGNE	IDENTIFIANT ORIGINAL	DATE	NOMBRE DE STATIONS
1	LS1986-14	octobre 1986	105
2	LS1987-09	avril 1987	115
3	LS1987-17	octobre 1987	108
4	LS1988-06	mars 1988	107
5	LS1989-05	avril 1988	113
6	LS1989-12	novembre 1989	111
7	LS1990-02	mars 1990	111
8	LS1991-02	mars 1991	104
9	LS1992-03	avril 1992	110
10	LS1992-10	octobre 1992	112
11	LS1993-01	avril 1993	111
12	LS1994-03	mars 1994	109
13	LS1995-05	mai 1995	108
TOTAL			1 424

La méthode

PRINCIPE DE LA MODÉLISATION

Le principe général de la modélisation par analyse factorielle sous contrainte est fondé sur la décomposition de l'inertie d'un tableau donné (multivariable à expliquer) entre ses parts explicable et non explicable par un autre tableau (contrainte[s] ou variable[s] explicative[s] ou encore variable[s] instrumentale[s]); chacune de ces parts fait ensuite l'objet d'une analyse fine de son inertie, soit la recherche de ses composantes principales. La richesse et l'originalité de ce type de méthodes découlent du fait qu'on peut analyser un tableau de départ (à expliquer) selon différents points de vue (explicatifs). Cette souplesse en fait un champ de modélisation bien adapté aux problématiques écologiques (TER BRAAK, 1986; CHESSEL *et al.*, 1987; CHESSEL & DOLEDEC, 1997; MARSHALL & ELLIOTT, 1998; PIET *et al.*, 1998). La variable instrumentale peut en effet être issue de données échantillonnées ou être une variable hypothétique dont on veut tester l'effet, tel que c'est le cas ici.

La figure 1 permet de donner une représentation plus explicite du principe de ce type de modèle.

Dans notre exemple, nous avons utilisé la version « analyse factorielle des correspondances » des analyses sous contrainte, méthode connue sous le nom d'analyse canonique des correspondances (*canonical correspondance analysis*; TER BRAAK, 1986) ou A.F.C. sur variable instrumentales ou encore A.F.Cvi (CHESSEL & DOLEDEC, 1997).

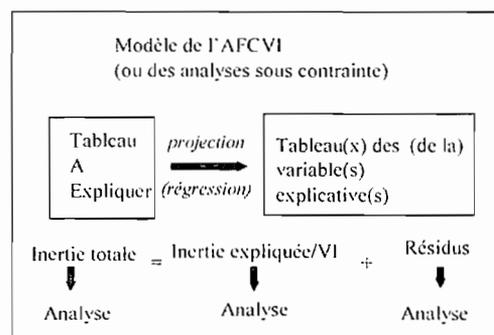


FIG. 1. — Principe général de la modélisation.
General principle of modelling approach.

Dans notre application, le tableau « à expliquer » (A) est celui des données faunistiques, soit un tableau croisant mille quatre cent vingt-quatre individus-lignes (les relevés ou traits de chaluts) avec cinquante variables-colonnes (pour des raisons de stabilité statistique des résultats, seuls les cin-

quante taxons les plus fréquents dans la série de campagnes analysée sont retenus ; ils représentent 86 p. cent de la biomasse totale). Le tableau dit « de variable instrumentale » (VI) est constitué d'une seule colonne (et 1 424 lignes) : c'est le vecteur chronologique (ou « effet pêche ») qui code chaque relevé selon son année de réalisation, de 1 (1986) à 10 (1995).

Au sein de la variabilité faunistique totale contenue dans le tableau A, le modèle sépare (et quantifie) la part expliquée de celle non expliquée par le facteur pêche (la part non expliquée = celle due à d'autres facteurs structurants + aléas) ; au sein de

la part « expliquée », une analyse d'inertie complète est réalisée, comportant en particulier une décomposition de la part expliquée par chaque taxon ; ce modèle est comparé à celui de l'inertie du tableau de départ (tel qu'obtenu par A.F.C. classique [HILL, 1974] du tableau A).

MISE EN ŒUVRE

Après une transformation préalable des données en $\text{Log}(x+1)$ l'analyse canonique des correspondances du tableau A a été mise en œuvre avec le logiciel ADE-4 (CHESSEL & DOLEDEC, 1997).

RÉSULTATS

L'ANALYSE préalable du tableau faunistique, par A.F.C. classique, montre clairement (fig. 2) que les effets temporels inter-annuels sont peu structurants (Cf., dans le premier plan factoriel représentant 27 p. cent de l'inertie totale, la position quasi identique des neuf sous-nuages de relevés séparés selon la chronologie en année [fig. 2-a]). L'ordination correspondante des taxons (fig. 2-b) se fait avant tout sur des critères spatiaux, résultat détaillé et commenté par ailleurs (JOUFFRE *et al.*, 2004).

Ainsi, l'interprétation générale des trois pôles identifiables dans ce premier plan factoriel (fig. 2-a et 2-b) s'articule en grande partie autour d'un gradient bathymétrique avec :

- 1) en haut à gauche du plan, le pôle des stations les plus profondes associées aux espèces qui y ont été capturées ;
- 2) en haut à droite, le pôle opposé des stations moins profondes avec ses espèces associées ;
- 3) en bas et au centre, les stations de profondeurs moyennes avec les espèces qui sont soit ubiquistes soit inféodées à ce type de profondeurs intermédiaires.

Le tableau II montre la décomposition générale de l'inertie du tableau de faune telle qu'obtenue par l'analyse canonique des correspondances.

D'abord, on remarque que la décomposition globale de l'inertie est défavorable à une bonne explication par le « facteur-pêche » testé puisque l'inertie expliquée par cette variable instrumentale est seulement de 0,74 p. cent. Néanmoins, l'analyse des différentes composantes de cette part expliquée de l'inertie totale révèle une structure organisée et interprétable.

En effet, les plus fortes contributions spécifiques à cette explication se retrouvent généralement sur les principales espèces cibles de l'exploitation (poulpe, seiches, *Mustelus...*), ce qui ne peut pas être le résultat d'un processus aléatoire

Par ailleurs, l'ordination des taxons sur le premier facteur de l'A.C.C. (fig. 3) conforte la cohérence du modèle produit en opposant les espèces dont la tendance sur la période est connue comme plutôt à la baisse, telles que *Epinephelus aenus* ou *Mustelus mustelus*, à celles plus stables ou ayant une tendance à la hausse, comme *Octopus vulgaris*.

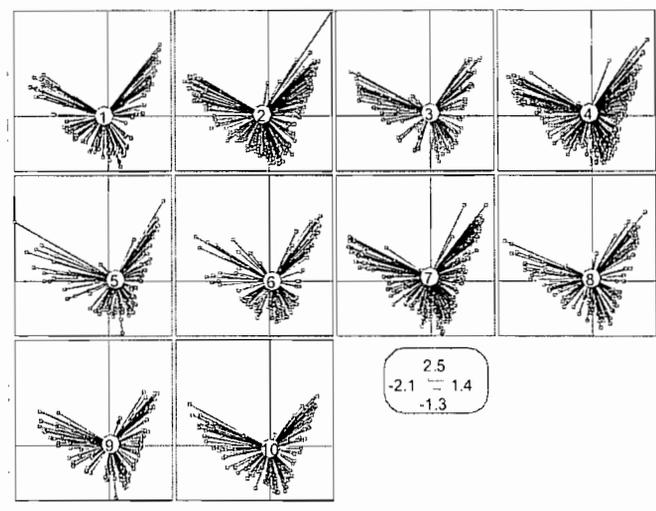


FIG. 2-a. — A.F.C. du tableau initial. Projection des relevés dans le 1^{er} plan factoriel (axes 1-2), présentation en multi-fenêtrage par an et représentation « en étoile » avec positionnement du centre d'inertie de chaque sous-nuage année (d'octobre [1] à mai 1995 [10]).

AFC of the initial table. Projection of the sampling stations in the first factorial plan (axes 1-2), presentation multi-panel by year and star representation with position of the centres of inertia of each sub-cluster (from October [1] to May 1995 [10])

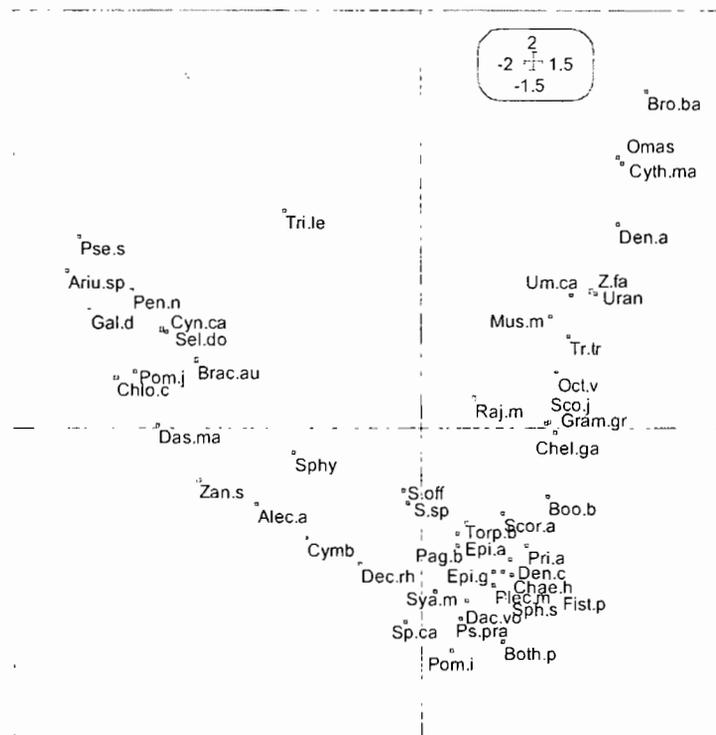


FIG. 2-b. — A.F.C. du tableau initial. Projection des taxons dans le 1^{er} plan factoriel (axes 1-2).

AFC of the initial table. Projection of the taxa on the first factorial plan (axes 1-2).

TABLEAU II

Décomposition par taxon de l'inertie totale du tableau de faune (A)
 en ses parts expliquée (A+) et non expliquée (A-) par la variable instrumentale.
 Les taxons sont ordonnés par taux d'explication décroissant (ou rang d'explication)
Decomposition by taxon of the total inertia of the table of fauna (A)
in its explained (A+) by the instrumental variable and unexplained (A-) parts
Taxa are ordered by decreasing explanation (or explanation rank)

RANG	NOM DE L'ESPÈCE	IDENTIFIANT	A+%	A-%
1	<i>Octopus vulgaris</i>	Oct.v	0.0762	0.9237
2	<i>Scorpaena angolensis</i>	Scor.a	0.0440	0.9559
3	<i>Sepia</i> sp.	S.sp	0.0373	0.9626
4	<i>Mustelus mustelus</i>	Mus.m	0.0312	0.9687
5	<i>Priacanthus arenatus</i>	Pri.a	0.0258	0.9741
6	<i>Dasyatis margarita</i>	Das.ma	0.0205	0.9794
7	<i>Chelidonichthys gabonensis</i>	Chel.ga	0.0191	0.9808
8	<i>Epinephelus aeneus</i>	Epi.a	0.0187	0.9812
9	<i>Sepia officinalis</i>	S.off	0.0164	0.9835
10	<i>Dactylopterus volitans</i>	Dac.vo	0.0111	0.9888
11	<i>Plectorhynchus mediterraneus</i>	Plec.m	0.0108	0.9891
12	<i>Alectis alexandrinus</i>	Alec.a	0.0091	0.9908
13	<i>Sphoeroides spengleri</i>	Sph.s	0.0085	0.9914
14	<i>Citharus macrolepidotus</i>	Cyth.ma	0.0084	0.9915
15	<i>Selene dorsalis</i>	Scl.do	0.0084	0.9915
16	<i>Chaetodon hoeferi</i>	Chae.h	0.0076	0.9923
17	<i>Zeus faber</i>	Z.fa	0.0076	0.9923
18	<i>Penaeus notialis</i>	Pen.n	0.0068	0.9931
19	<i>Galeoides decadactylus</i>	Gal.d	0.0044	0.9955
20	<i>Ommastrephidae</i>	Omas	0.0043	0.9956
21	<i>Pseudotolithus senegalensis</i>	Pse.s	0.0039	0.9960
22	<i>Bothus podas</i>	Both.p	0.0036	0.9963
23	<i>Sphyræna</i> spp.	Sphy	0.0036	0.9963
24	<i>Grammoplites gruvelli</i>	Gram.gr	0.0035	0.9964
25	<i>Cymbium</i> spp.	Cymb	0.0029	0.9970
26	<i>Raja miraletus</i>	Raj.m	0.0023	0.9976
27	<i>Sparus caeruleostictus</i>	Sp.ca	0.0022	0.9977
28	<i>Trachurus trecae</i>	Tr.tr	0.0016	0.9983
29	<i>Pomadasyis jubelini</i>	Pom.j	0.0013	0.9986
30	<i>Epinephelus goreensis</i>	Epi.g	0.0012	0.9987
31	<i>Trichiurus lepturus</i>	Tri.le	0.0012	0.9987
32	<i>Pomadasyis incisus</i>	Pom.i	0.0010	0.9989
33	<i>Pseudupeneus prayensis</i>	Ps.pra	0.0010	0.9989
34	<i>Dentex angolensis</i>	Den.a	0.0008	0.9991
35	<i>Torpedo bauchotae</i>	Torp.b	0.0008	0.9991
36	<i>Boopx boops</i>	Boo.b	0.0006	0.9993
37	<i>Syacium micrurum</i>	Sya.m	0.0005	0.9994
38	<i>Brachydeuterus auritus</i>	Brac.au	0.0004	0.9995
39	<i>Decapterus rhonchus</i>	Dec.rh	0.0002	0.9997
40	<i>Pagellus bellottii</i>	Pag.b	0.0002	0.9997
41	<i>Cynoglossus canariensis</i>	Cyn.ca	0.0001	0.9998
42	<i>Fistularia petimba</i>	Fist.p	0.0001	0.9998
43	<i>Uranoscopus</i> spp.	Uran	0.0001	0.9998
44	<i>Zanobatus schoenleinii</i>	Zan.s	0.0001	0.9998
45	<i>Arius</i> spp.	Ariu.sp	0.0000	0.9999
46	<i>Brotula barbata</i>	Bro.ba	0.0000	0.9999
47	<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	Chlo.c	0.0000	0.9999
48	<i>Dentex canariensis</i>	Den.c	0.0000	0.9999
49	<i>Scomber japonicus</i>	Sco.j	0.0000	0.9999
50	<i>Umbrina canariensis</i>	Um.ca	0.0000	0.9999
	TOTAL		0.0074	0.9925

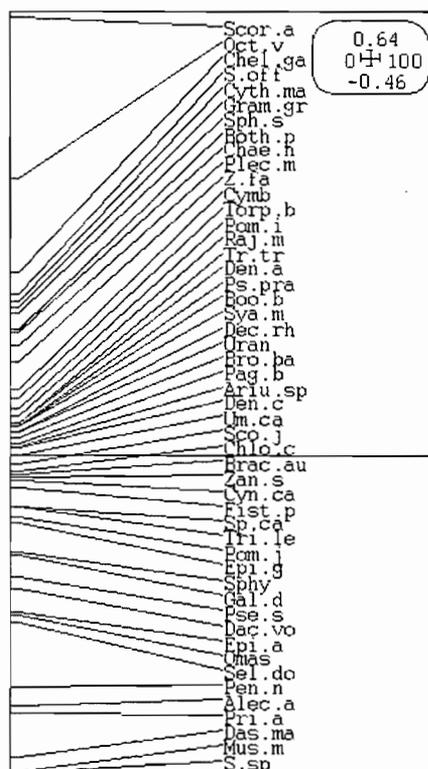


FIG. 3. — Projection des taxons sur le 1^{er} axe de l'A.C.C.

Projection of of taxa on the first factorial plan of the ACC.

Si l'on admet l'hypothèse de départ, (celle d'un effet de la pêche se traduisant au cours du temps par un éloignement croissant des peuplements par rapport à leur état initial vierge), on pourrait donc voir

dans ces contributions (tabl. II) et leur signe un indicateur relatif de cet impact de la pêche sur les différentes espèces échantillonnées, point de vue qui sera développé lors de la discussion.

DISCUSSION

À LA lecture des précédents résultats, une constatation s'impose : l'effet testé est très faiblement explicatif. Cela pose la question de savoir si la démarche est mauvaise ou si c'est réellement l'effet qui est faible. Un élément de réponse se trouve dans les résultats de l'A.F.C. simple (fig. 2). Celle-ci montre que la structure temporelle est dominée par d'autres structures (ou sources de variabilité) qui contribuent beaucoup plus qu'elle à la variabilité totale du peuplement échantillonné. Ce

résultat très net, et étayé par d'autres travaux (JOUFFRE *et al.*, 2004), est (évidemment) imputable aux données. Il a cependant deux conséquences par rapport au modèle et à la démarche proposés. La première est que l'on se trouve ici confronté à une situation dans laquelle la recherche de structures s'exprimant dans le temps est difficile à mettre en évidence, car brouillée. La seconde est qu'une variable « explicative » strictement temporelle, quelle que soit sa structure (*i. e.* qu'elle soit li-

néaire comme ici, ou tout autre), ne peut contribuer que pour une part très faible à l'explication de la variabilité totale observée. Ces éléments conduisent à penser que le faible pourcentage d'inertie expliquée par la variable instrumentale testée ne peut pas être considéré, à lui seul, comme le diagnostic d'un défaut de pertinence de la démarche.

D'un autre côté, les résultats obtenus en aval de ce découpage général de la variabilité, autrement dit ceux qui s'intéressent à la description de sa part expliquée, ne peuvent pas être considérés comme totalement probants puisque fondés sur des bases statistiques faibles, en raison même du déséquilibre de ce découpage. La seule façon de les évaluer serait donc de rechercher s'ils sont cohérents (ou pas) avec ce que l'on connaît des peuplements en question. Autrement dit, retrouve-t-on dans ces résultats des éléments interprétables, en terme de différences observées selon les espèces et en se fondant sur notre connaissance de leur évolution et de leur statut par rapport à la pêche (cibles ou pas)? La réponse semble être oui. D'une part, il est en effet apparu (tabl. II) que les plus forts taux d'explication concernaient tous des espèces cibles de la pêcherie; d'autre part, au sein de ces espèces cibles, la méthode a su séparer (par ordination sur le 1^{er} axe de l'A.C.C., fig. 2) celles qui présentaient une tendance « logique » à la baisse sur la période considérée, de celles qui montraient une tendance inverse plus « paradoxale », mais pourtant une tendance connue et explicable par la modification des équilibres interspécifiques engendrée par la pêche. Un cas typique du premier groupe est évidemment *Epinephelus aeneus* dont l'impact « négatif » de la pêche sur son abondance est très largement documenté (voir CAVERIVIÈRE, 1994; BARRY *et al.*, 2004; GASCUEL *et al.*, 2004). À l'opposé, *Octopus vulgaris* peut être considéré comme l'espèce la plus caractéristique du second groupe, dans le sens où son accroissement d'abondance (CAVERIVIÈRE, 2004), mais aussi son accroissement d'occurrence (JOUFFRE, 1998) et d'intensité de certains recrutements annuels (DIALLO *et al.*, 2002) ont été largement documentés et attribués à un effet indirect de la pêche (CAVERIVIÈRE, 2004).

Par conséquent, même dans un cas de faible variabilité expliquée, il y aurait une cohérence générale

des contributions spécifiques au modèle par rapport à ce que l'on connaît de l'évolution du peuplement. C'est essentiellement pour cette raison qu'il est suggéré plus haut que ces contributions (et plus particulièrement la combinaison des taux spécifiques d'explications par la VI avec les coordonnées sur le premier axe de l'A.C.C.) pourraient fournir un indicateur relatif de cet impact de la pêche sur les différentes espèces échantillonnées.

Dans le cas présent, il est évident qu'il s'agit d'un indicateur très grossier, du fait même de la « simplicité » du modèle et de la variable instrumentale testée. Si l'on se focalise sur cet exemple, la méthode pourrait même apparaître excessivement compliquée pour des résultats assez limités en termes pratiques de détection d'un impact de la pêche. Cependant, les résultats présentés dans ce travail doivent être envisagés sous un angle plus général : celui d'un intérêt de la méthode par rapport à l'objectif assigné (soit une problématique halieutique).

De ce point de vue, deux éléments méritent d'être soulignés :

- 1) à travers la démarche envisagée, on dispose d'un cadre d'analyse qui autorise la complexification des hypothèses à tester en termes de variable instrumentale. La cohérence des résultats produits ici — dans un cas simple est maîtrisable en termes de résultats attendus, mais en même temps difficile en termes de conditions numériques pour son application¹ — encourage d'ailleurs à cette complexification. Ainsi, par rapport au modèle présenté, on peut espérer une amélioration très significative des résultats pratiques par l'introduction d'une composante spatiale dans la partie variable instrumentale. Cependant, pour rester dans le cadre d'une problématique d'impact de la pêche, les composantes spatiales à introduire doivent être choisies en conséquence. Par exemple, dans notre cas d'application, il est évident que si on avait introduit une variable spatiale telle que la bathymétrie, connue

1. — Cf. structure des données à expliquer par rapport à celle de l'effet testé.

comme très structurante des peuplements analysés (JOUFFRE *et al.*, 2004), le pourcentage d'inertie expliquée s'en serait certainement trouvé très fortement augmenté, mais au détriment de l'adéquation entre le modèle et notre objectif de départ. En restant dans le cadre de cet objectif, l'introduction de variables à composante spatiale mais fondées sur l'activité halieutique, telles que la répartition spatio-temporelle d'un indicateur d'effort de pêche et/ou celle de captures, serait en revanche envisageable. Ce type de variables spatio-temporelles est d'un accès relativement difficile, que ce soit à échantillonner ou à construire sur la base des statistiques de pêches disponibles, mais c'est évidemment vers elles qu'il faudrait tendre à l'avenir, si l'on veut pouvoir tirer partie du véritable potentiel de la démarche analytique en question ;

- 2) le type de démonstration tenté ici, celle de l'applicabilité de la méthodologie « analyse sous contrainte » à une probléma-

tique halieutique, semble utile dans le contexte des recherches actuelles dans ce domaine. En effet, si les cas d'application similaires (fondées sur des analyses canoniques des correspondances et d'autres méthodes sur variables instrumentales) sont relativement nombreux dans la littérature écologique (BIRKS *et al.*, 1996 ; PAVOINE *et al.*, 2003), ceux qui concernent l'écologie marine et les assemblages de poissons sont déjà plus rares. Surtout, ces études traitent quasi exclusivement de problématiques d'écologie générale, telles que la répartition spatiale des assemblages marins et/ou leur relation avec l'environnement (MARSHALL & ELLIOTT, 1998 ; PIET *et al.*, 1998 ; MARTINO & ABLE, 2003), mais pas de question d'intérêt halieutique *sensu stricto*. Par exemple, nous n'en avons identifié aucune s'attachant à l'analyse de l'impact de la pêche sur des communautés exploitées, sujet faisant pourtant l'objet d'un grand intérêt dans la littérature halieutique de ces dernières années (ICES, 2000).

CONCLUSION

MALGRÉ une structuration temporelle relativement faible des données et la prise en compte d'un effet pêche estimé de manière très grossière, on aboutit à des résultats cohérents et interprétables. La méthode semble donc prometteuse par rapport à l'objectif assigné. Un modèle introduisant une variable « pêche » plus élaborée mériterait donc d'être testé ; en particulier, une variable pêche spatialisée devrait conduire à une amélioration sensible des résultats produits¹, dans un

contexte d'assemblages faunistiques fortement structurés sur le plan spatial (JOUFFRE *et al.*, 2004).

Par ailleurs, l'application de la même méthode aux données issues d'autres pays de la même région, en particulier de la Mauritanie et de la Guinée qui disposent de séries d'échantillonnages quantitativement comparables à celles du Sénégal, serait souhaitable dans une optique de comparaison intrarégionale.

1. — En terme d'explication des structures observées.

REMERCIEMENTS

NOS remerciements sont adressés à tous les membres et partenaires du projet Siap avec une mention spéciale au Centre de recherches océanographiques de Dakar-Thiaroye (C.R.O.D.T.), pour avoir mis à notre disposition les données nécessaires à cette étude. Nous remercions aussi les référés anonymes, dont les nombreuses remarques ont contribué à améliorer la qualité du manuscrit.

BIBLIOGRAPHIE DES SOURCES CITÉES

- BARRY (M.), M. LAURANS, D. THIAO & D. GASCUEL, 2004. — « Diagnostic de l'état d'exploitation de cinq espèces démersales côtières sénégalaises », in CHAVANCE *et al.* (éd., 2004) : pp. 183-194.
- BIRKS (H. B. J.), S. M. PEGLAR & H. A. AUSTIN, 1996. — « An Annotated Bibliography of Canonical Correspondence Analysis and Related Constrained Ordination Methods 1986-1993 », *Abstracta Botanica*, 20: pp. 17-36.
- 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 BARRY-GÉRARD *et al.* (éd., 1994) : pp. 163-177.
- CAVERIVIÈRE (A.), 2004. — « Émergence de trois espèces des communautés démersales d'Afrique de l'Ouest (*Balistes carolinensis*, *Octopus vulgaris*, *Penaeus notialis*) Points communs et différences », in CHAVANCE *et al.* (éd., 2004) : pp. 223-242.
- CHAVANCE (P.), M. BÂ, D. GASCUEL, J. M. VAKILY & D. PAULY (éd.), 2004. — *Pêcheries maritimes, écosystèmes & sociétés en Afrique de l'Ouest : Un demi-siècle de changement* [Marine Fisheries, Ecosystems and Societies in West Africa: Half a Century of Change], actes du symposium international, Dakar (Sénégal), 24-28 juin 2002, Bruxelles, Office des publications officielles des Communautés européennes, xxxii-532-xiv p., 6 pl. h.-t. coul., (coll. des rapports de recherche halieutique A.C.P.-U.E., n° 15 Vol. 1).
- CHESEL (D.) & S. DOLEDEC, 1997. — *ADE Version 4 : HyperCard © Stacks and Quick-Basic MicroSoft © Programme Library for the Analysis of Environmental Data. Manuel d'utilisation*, 8 fasc., URA CNRS 1451, univers. Lyon-I, 750 p.
- CHESEL (D.), J. D. LEBRETON, & N. YOCOZ, 1987. — « Propriétés de l'analyse canonique des correspondances : Une utilisation en hydrobiologie », *Revue de Statistique Appliquée*, 35 : pp. 55-72.
- DIALLO (M.), D. JOUFFRE, A. CAVERIVIÈRE & M. THIAM, 2002. — « The Demographic Explosion of *Octopus vulgaris* in Senegal During the 1999 Summer », *Bulletin of Marine Science*. 71 (2): pp. 1063-1065.
- GASCUEL (D.), M. LAURANS, A. SIDIBÉ, & M.D. BARRY, 2004. — « Diagnostic comparatif de l'état des stocks et évolution d'abondance des ressources démersales, dans les pays de la C.S.R.P. », in CHAVANCE *et al.* (éd., 2004) : pp. 205-222.
- HILL (M.O.), 1974. — « Correspondence analysis : A neglected multivariate method », *Journal of the Royal Statistical Society*, C : 23 : pp. 340-354.

- ICES, 2000. — « Ecosystems effects of fishing », Proceedings of an ICES/SCOR Symposium held in, Montpellier (France), 16-19 mars 1999, *ICES J. mar. Sci.*, 57 : pp. 465-792.
- JOUFFRE (D.), 1998. — « *Octopus vulgaris* as a component of the benthic fauna of the NW African coast: A note on an investigation of species community organisation using multifactorial analysis », *S. Afr. J. mar. Sci.*, 20 : pp. 93-100.
- JOUFFRE (D.), G. DOMALAIN, D. THIAM, S. TRAORÉ., A. CAVERIVIÈRE, F. DOMAIN & C. INÉJH, 2004. — « Communautés démersales d'Afrique de l'Ouest 1987-1999 : Changements de répartition et de composition spécifique, observés par chalutages scientifiques. », in CHAVANCE *et al.* (éd., 2004) : pp. 261-280.
- MARSHALL (S.) & M. ELLIOTT, 1998. — « Environmental Influences on the Fish Assemblage of the Humber Estuary », *U.K. Estuarine, Coastal and Shelf Science* 46[2]: pp. 175-184.
- MARTINO, (E. J.) & K. W. ABLE, 2003. — « Fish Assemblages Across the Marine to Low Salinity Transition Zone of a Temperate Estuary », *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 56[5-6]: pp. 969-987.
- PAVOINE (S.), A. B. DUFOUR, & D. CHESSEL, 2003. — *Canonical Correspondence Analysis, A Standard in Ecology, in International Conference on Correspondence Analysis and Related Methods (Carme 2003)*, M. Greenacre & J. Blasius (ed.), Barcelona, 63 p.
<http://pbil.univlyon1.fr/R/articles/arti112.pdf>
- PIET (G. J.), A. B. PFISTERER & A. D. RIJNSDORP, 1998. — « On Factors Structuring the Flatfish Assemblage in the Southern North Sea », *Journal of Sea Research*, 40[1-2]: pp. 143-152.
- SABATIER (R.), 1985. — « Quelques généralisations de l'analyse en composantes principales de variables instrumentales », *Statistique et Analyse des Données*, 9 : pp. 75-103.
- TER BRAAK (C. J. F.), 1986. — « Canonical Correspondence Analysis: A New Eigenvector Technique for Multivariate Direct Gradient Analysis », *Ecology*, 67: pp. 1167-1179.
- UNIVERSITY OF ALASKA SEA GRANT, 1999. — *Ecosystems Approaches for Fisheries Management (AK-SG-99-01)*, Fairbanks, University of Alaska Sea Grant, 752 p.

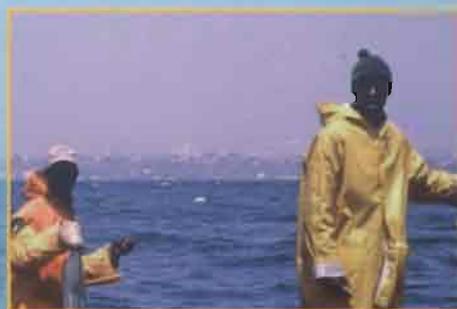




COMMISSION
EUROPÉENNE

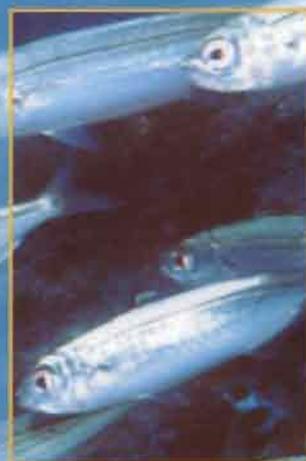
Recherche communautaire

EUR/21126



Pêcheries maritimes, écosystèmes et sociétés en Afrique de l'Ouest: un demi-siècle de changement

Actes du Symposium International
Dakar, Sénégal, 24-28 Juin 2002



IRD

Institut de recherche
pour le développement

La recherche européenne vous intéresse?

Notre magazine **RDT info** vous tient au courant des principaux développements dans ce domaine (résultats, programmes, événements, etc.).

RDT info est disponible gratuitement en allemand, en anglais et en français, sur simple demande à:

Commission européenne
Direction générale de la recherche
Unité «Information et communication»
B-1049 Bruxelles
Fax (32-2) 29-58220
E-mail: research@cec.eu.int
Internet: http://europa.eu.int/comm/research/rtdinfo/index_fr.html

Lecture-correction et révision des textes:

Textes en français: Charles H. A. Masson, assisté de Ousmane Camara & de Habib Gassama
Textes en anglais: Alain Damiano, Venceslas Goudiaby & Amy Karafin
Secrétariat des actes: Oumy Ba

Réalisation éditoriale: mise en pages:

Charles Masson Édition
B.P. 23751 Dakar-Ponty
Dakar (Sénégal)
Téléphone: (221) 835 59 89 - 879 11 55 - 879 11 51
Télécopie: (221) 879 11 52
Adresse électronique: cha.edition@sentoo.sn

Photos en couverture: Pêcheurs de poulpe sur une pirogue © IRD
Boops boops © Robert Patzner

IRD

IRD - Institut de recherche pour le développement
213, rue La Fayette
F - 75480 Paris Cedex 10
Téléphone: (33-1) 48 03 77 77
Fax: (33-1) 48 03 08 29
Site web: <http://www.ird.fr/>

COMMISSION EUROPEENNE

Direction Générale de la Recherche
Direction N - Coopération scientifique internationale
Unité 2 - Activités communautaires de coopération
B-1049 Bruxelles
Fax: (32-2) 29-66252
E-mail: inco@cec.eu.int

Europe Direct est un service destiné à vous aider à trouver des réponses aux questions que vous vous posez sur l'Union européenne.

**Un numéro unique gratuit (*):
00 800 6 7 8 9 10 11**

(*) Certains opérateurs de téléphonie mobile ne permettent pas l'accès aux numéros 00 800 ou peuvent facturer ces appels.

De nombreuses autres informations sur l'Union européenne sont disponibles sur l'internet via le serveur Europa (<http://europa.eu.int>).

Une fiche bibliographique figure à la fin de l'ouvrage.

Luxembourg: Office des publications officielles des Communautés européennes, 2005

ISBN 92-894-7480-7

© Communautés européennes, 2005
Reproduction autorisée, moyennant mention de la source

Printed in Belgium

IMPRIMÉ SUR PAPIER BLANCHI SANS CHLORE

PÊCHERIES MARITIMES, ÉCOSYSTÈMES & SOCIÉTÉS EN AFRIQUE DE L'OUEST :

Un demi-siècle de changement

**Actes du symposium international
Dakar — Sénégal — 24-28 juin 2002**

**Pierre CHAVANCE, Moctar BÂ, Didier GASCUEL,
Jan Michael VAKILY & Daniel PAULY**

Éditeurs scientifiques

Collection des Rapports de recherche halieutique ACP-UE, numéro 15, Vol.1
(ISSN 1026-6992)

Bruxelles
Octobre 2004