

L'exploitation de la communauté à sciaenidés de Guinée : un premier diagnostic sur l'état des stocks, par modélisation linéaire de l'abondance (1985-92)

Didier GASCUEL ⁽¹⁾, François DOMAIN ⁽²⁾ et Pierre CHAVANCE ⁽³⁾

(1) ENSAR, Laboratoire Halieutique, 65 route de Saint Briec, F 35042 RENNES Cedex - Email : gascuel@roazhon.inra.fr

(2) ORSTOM, Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye, BP 1386, DAKAR (Sénégal) - Email : domain@isra.isra.fr

(3) ORSTOM, Laboratoire HEA, BP 5045, F 34032 MONTPELLIER Cedex 01 - Email : chavance@mpl.orstom.fr

Introduction

Comme dans nombre de pays africains, mais sans doute plus qu'ailleurs, l'exploitation halieutique des ressources marines s'est développée de manière extrêmement rapide en Guinée, au cours de la dernière décennie. Ceci est particulièrement vrai concernant les espèces côtières de la communauté à sciaenidés. On considère généralement que leur exploitation en Guinée était négligeable en 1985, ces ressources étant alors proches d'une situation qualifiée de "stocks à l'état vierge" (Domain, 1989 et 1997). En 1995, elles sont exploitées par plusieurs dizaines de chalutiers industriels et par environ 1500 pirogues, dont la moitié seraient motorisées. Cette communauté fournit ainsi de l'ordre de 50 % d'une production nationale estimée à approximativement 80 000 Tonnes (Anonyme CNSHB, 1996).

Cet accroissement rapide de la pression de pêche justifie qu'une attention particulière soit portée au suivi de l'état des stocks. Depuis plusieurs années, les scientifiques et les autorités en charge du secteur s'inquiètent d'ailleurs des risques de surexploitation. La recherche halieutique s'est récemment structurée et développée, avec en particulier la création du CNSHB (Centre National des Sciences Halieutiques de Boussoura) et la mise en place d'un réseau de collecte des statistiques de pêche. Ce réseau est aujourd'hui opérationnel. Malheureusement, les statistiques de pêche concernant la décennie 80 restent absentes ou très imprécises, ce qui rend impossible une évaluation des stocks par les méthodes halieutiques usuelles (Anonyme, 1994). En revanche, 18 campagnes de chalutages scientifiques couvrant la bande côtière ont été menées entre 1985 et 1992. On se propose ici d'analyser ces données en termes d'abondance, pour établir un premier diagnostic partiel sur l'état des principaux stocks exploités.

Dans un cas comme celui-ci, l'estimation d'indices d'abondance annuels est compliquée par une variabilité temporelle à l'échelle saisonnière, entre la saison sèche et la saison humide. On observe par ailleurs une hétérogénéité certaine dans le positionnement saisonnier et spatial des campagnes scientifiques. Plutôt qu'à une simple estimation campagne par campagne, on recourt donc aux méthodes de modélisation linéaire, plus adaptées à des plans d'échantillonnage déséquilibrés. Les indices d'abondances annuels sont estimés pour les 12 principales espèces de la communauté et pour son total. La répartition spatio-saisonnière des espèces est précisée. L'évolution des abondances mise en évidence est analysée au regard de l'impact de l'environnement et de l'exploitation.

Méthodes

La communauté à sciaenidés est l'une des communautés démersales de l'Afrique de l'ouest mise en évidence et caractérisée à la suite des travaux de Longhurst (Fager et Longhurst, 1968). Elle regroupe un ensemble d'espèces côtières, appartenant pour la plupart à la famille des sciaenidés, vivant à faible profondeur en milieu saumâtre, sur des fonds meubles, généralement le long des côtes à mangrove. Cette communauté s'étend du Sénégal jusqu'au Sierra Leone, mais trouve en Guinée des conditions particulièrement propices à son épanouissement : mangrove très étendue, large plateau continental de pente faible, dessalure significative des eaux. Elle s'étend ainsi jusqu'à 20 km au large (Fig.1) et constitue la plus importante des communautés à sciaenidés d'Afrique (Domain et Morize, 1997). Au sein de cette communauté, on distingue souvent deux sous-

ensembles : la "communauté à sciaenidés d'estuaire", très littorale et caractérisée par le bossu *Pseudolithus elongatus* ; la "communauté à sciaenidés côtiers", caractérisée par le drépane *Drepane africana* (Domain, 1989 ; Jouffre et Domain, 1997).

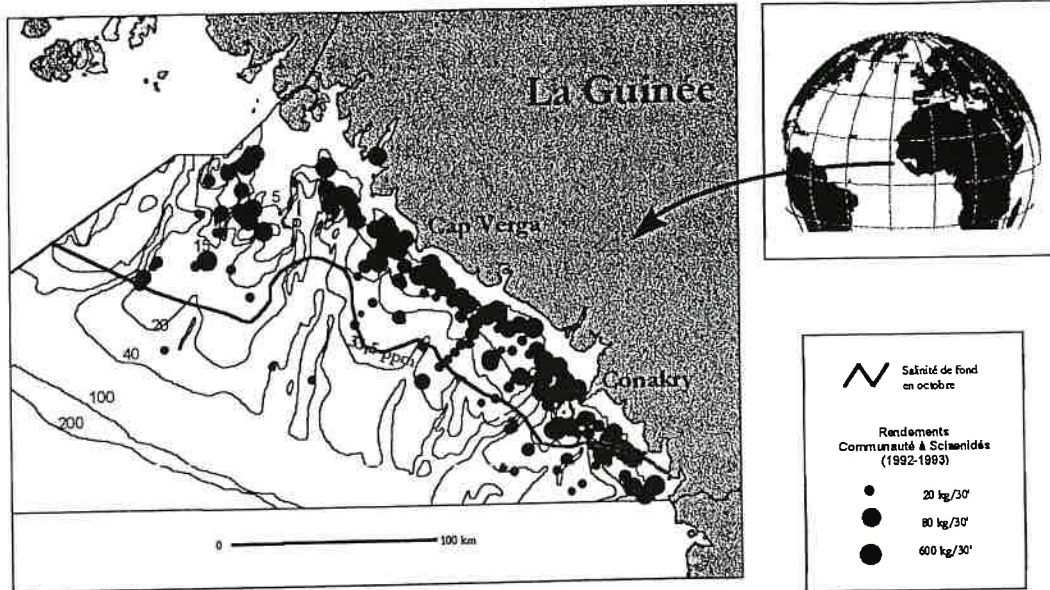


Figure - 1 - Localisation de la communauté à sciaenidés de Guinée

Les données utilisées ici sont issues des 18 campagnes de chalutage démersal, réalisés de mars 1985 à avril 1992 par le navire océanographique A. Nizery (campagnes CHAGUI). La zone échantillonnée couvre la partie la plus côtière du plateau continental guinéen, entre 5 et 20 m de profondeur. Lors des premières années, deux campagnes de 35 à 50 traits de chalut sont en principe réalisées par an : l'une en saison sèche, l'autre en saison humide. Différents impondérables (carénage ou pannes du navire, problèmes de financements, ...) perturbent cependant fortement ce calendrier théorique, tant au niveau du nombre de traits réalisés, qu'au niveau des dates de campagne (Tab.1). En 1991-92, une série de six campagnes de 75 traits de chalut est réalisée sur une période de 18 mois.

Tableau - 1 - Calendrier de réalisation des 18 campagnes de chalutage : n° de la campagne et nombre de traits de chaluts réalisés

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1985			1 (35)							2 (34)		
1986			3 (39)							4 (47)		
1987											5 (49)	
1988				6 (52)					7 (53)			
1989									8 (48)		9 (51)	
1990					10 (25)		11 (32)					
1991		12 (61)	13 (75)			14 (75)			15 (75)		16 (64)	
1992		17 (75)		18 (75)								
SAISON		Sèche				Humide				Sèche		

Ces données de campagnes scientifiques ont déjà donné lieu à différentes analyses et notamment au calcul d'indices d'abondance des principales espèces (Anonyme, 1994 ; Domain, 1997). Comme on le fait très généralement dans ce type de situation, ces indices ont été estimés campagne par campagne, en recourant aux estimateurs usuels de la théorie de l'échantillonnage. Dans une telle approche, les données de chaque campagne sont considérées indépendamment les unes des autres. La variabilité observée dans les protocoles d'échantillonnage suivis peut notamment conduire à des biais dans les estimations.

A l'inverse, on se propose ici d'utiliser les méthodes de modélisation linéaire appliquée au fichier de l'ensemble des campagnes. Pour chaque espèce étudiée, on estime ainsi une répartition spatiale et saisonnière moyenne, commune à l'ensemble des campagnes, et une variabilité distinguant les campagnes des différentes années. Cette variabilité interannuelle, commune à l'ensemble des zones et des saisons considérées, est interprétée comme représentative de l'abondance annuelle de l'espèce considérée.

Les 12 espèces principales (d'après les captures réalisées en début de période) sont prises en compte, ainsi que le total de la communauté (soit 21 espèces). La bathymétrie constitue le principal facteur de répartition spatiale de ces espèces (Domain, 1989 ; Jouffre et Domain, 1997), et est utilisée pour définir des strates spatiales par classes bathymétriques de 5 mètres d'amplitude. Deux strates saisonnières, correspondant aux saisons hydrologiques "sèche" et "humide", sont également considérées. Un modèle linéaire général, basé sur les trois effets simples discrets - l'année, la saison hydrologique et la bathymétrie - est ainsi ajusté aux captures pondérales de chacune des espèces et à celles du total de la communauté. L'ajustement est réalisé par la méthode des moindres carrés (procédure GLM de SAS). Les interactions entre effets statistiques sont analysées et les effets croisés spatio-saisonniers sont pris en compte lorsqu'ils sont significatifs. La nature multiplicative des processus en cause et la distribution asymétrique des variables étudiées conduisent en outre à travailler sur le logarithme des captures pondérales par trait de chalut. Le modèle général utilisé peut être formalisé de la manière suivante :

$$\ln(Y_{b,s,a}) = E_b + E_s + E_a + E_{b,s} + E_{b,a} + E_{s,a} + E_{b,s,a}$$

On en déduit les deux modèles particuliers :

. lorsque la répartition bathymétrique s'avère indépendante de la saison : $\ln(Y_{b,s,a}) = E_b + E_s + E_a$

. lorsque l'interaction spatio-saisonnière est significative : $\ln(Y_{b,s,a}) = E_{b,s} + E_a$

avec : Y captures pondérale de l'espèce considérée ; b, s et a les indices respectivement de strate bathymétrique, strate saisonnière et année ; E_b, E_s et E_a les effets statistiques correspondants.

Chaque valeur des différents effets statistiques est estimée lors de l'ajustement du modèle (procédure LsMeans, Searle *et al.*, 1980). Les indices d'abondance annuels se déduisent d'une transformation inverse des effets statistiques année. Soit :

$$IA_a = \text{Exp}(E_a + \sigma_a^2 / 2) \quad \text{avec : } IA_a \text{ indice d'abondance, et } \sigma_a \text{ écart type du modèle.}$$

Les fluctuations des indices d'abondance, d'une année à la suivante, peuvent traduire des changements réels de l'abondance de l'espèce étudiée, mais aussi des modifications de sa disponibilité et de sa répartition spatio-saisonnière (écart à la répartition moyenne). Pour analyser l'évolution tendancielle des abondances réelles, des indices lissés sur une période de trois ans sont donc également calculés.

Résultats

Les trois facteurs considérés - année, profondeur et saison hydrologique - ont un effet très hautement significatif sur l'abondance de chacune des espèces (Tab.2). L'importance du facteur profondeur est confirmée par la part de variance élevée qu'il permet d'expliquer (plus de 20 % pour certaines espèces). Dans la majorité des cas, on met en évidence une interaction significative entre profondeur et saison ; c'est alors le modèle prenant en compte des strates spatio-saisonnières qui est retenu. Les effets croisés année*saison et année*profondeur sont également significatifs pour de nombreuses espèces, traduisant des évolutions interannuelles d'abondance qui diffèrent selon la bathymétrie et/ou la saison hydrologique considérée (réciproquement, la répartition spatio-saisonnière varie alors avec l'année et l'abondance). Généralement, ces effets croisés expliquent cependant une faible part de la variance totale des données et ne remettent pas en cause l'analyse des évolutions d'abondance à l'échelle de l'ensemble des strates.

En terme de répartition spatio-saisonnière, la communauté est essentiellement présente dans la strate bathymétrique 5-9 mètres, avec des abondances globales qui chutent d'un facteur 5 au-delà (Fig.2). En outre, l'abondance de la communauté dans la zone échantillonnée est plus élevée en saison humide, lorsque la dessalure des eaux se fait sentir sur une large partie du plateau continental (Fig.2a). Les espèces de la sous-communauté à sciaenidés d'estuaire restent alors cantonnées dans la strate la moins profonde (*Pseudotolithus elongatus*, *Dasyastis margarita*, *Ilishia africana*, *P. typus*, *Pentanemus quinquarius*). Celles de la communauté à sciaenidés côtiers se répartissent en revanche de manière nettement plus large sur les différentes strates, conduisant à des biomasses relativement importantes entre 10 et 20 mètres de profondeur (*Galeoides decadactylus*, *Pseudotolithus senegalensis*, *Drepane africana*, *Arius latiscutatus*, *Pomadasys jubelini*, *P.*

brachygnathus, *Chloroscombrus chrysurus*). En saison sèche (Fig.2b), seules 2 espèces - *G. decadactylus* et *C. chrysurus* - restent présentes avec des densités significatives jusqu'à 20 mètres ; à la côte (strate 5-9 m), la diminution d'abondance affecte surtout la communauté d'estuaire.

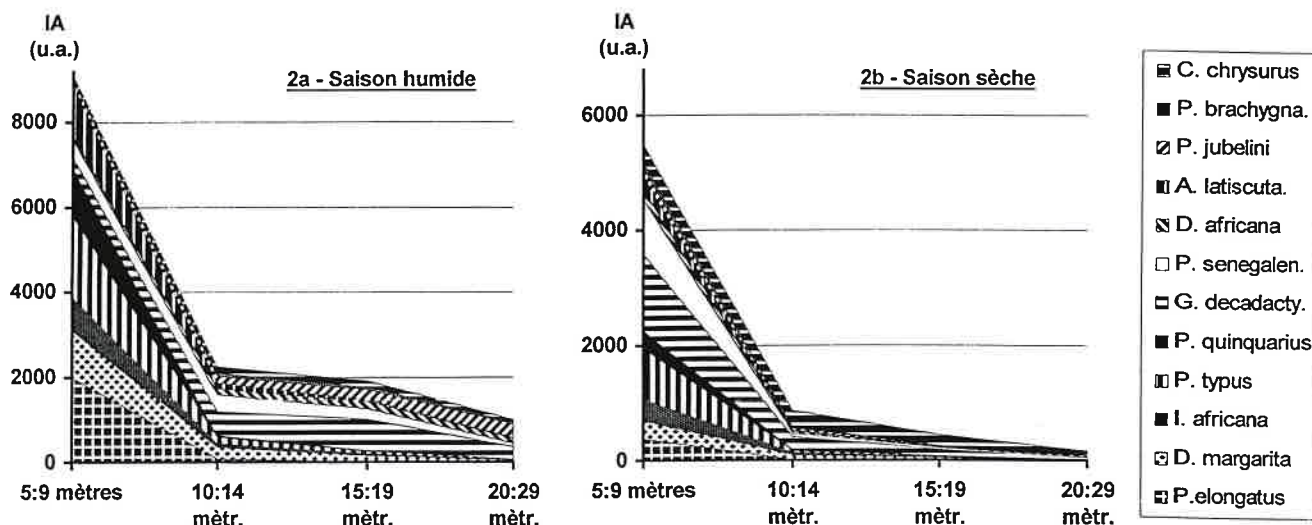


Figure - 2 - Répartition spatio-saisonnaire des 12 principales espèces de la communauté à sciaenidés de Guinée : indices d'abondance par strate bathymétrique et saison (unités arbitraires).

Tableau - 2 - Variances expliquées par les modèles et les différents effets ou inter-actions (en % de la variance totale des données ; seuls les effets significatifs à 95 % de certitude sont indiqués) - Choix du modèle retenu pour l'estimation des indices d'abondances annuelles - Valeurs des indices d'abondances estimés (indices lissés).

		Total	Communauté à sciaenidés d'estuaire					Communauté à sciaenidés côtiers						
		Scianid.	Pseudo. elongat.	Dasyati. margar.	Ilishia africana	Pseudo. typus	Pentan. quinqu.	Galeoi. decada.	Pseudo. senega.	Drepan. africana	Arius latiscut.	Pomad. jubelini	Pseudo. brachy.	Chloro. chrysur.
Modèle à trois effets	R ² Total	26.5	35.3	22.7	23.4	42.1	38.7	17.7	26.0	18.6	29.4	19.1	16.0	14.4
	année	5.4	4.6	4.5	3.7	4.6	3.9	3.0	3.5	2.3	3.3	4.8	4.1	3.3
	profondeur	9.2	23.2	7.9	11.4	26.2	28.0	2.0	8.8	1.7	15.4	1.9	2.1	—
	saison	2.7	3.1	2.1	1.5	3.9	2.5	1.5	2.4	4.3	4.0	3.0	1.3	3.0
	profond.*saison	2.3	—	—	—	0.7	—	3.0	2.2	2.5	—	1.7	2.4	—
	année.*profond.	3.0	—	—	—	—	—	4.7	4.6	3.9	2.4	4.9	3.3	—
	année.*saison	2.6	1.7	2.6	2.1	3.4	1.9	1.9	2.4	1.3	2.0	2.0	—	2.1
	an.*profond.*sais.	—	—	—	—	2.1	—	—	—	2.5	—	—	—	2.8
Modèle retenu	R ² (modèle an/strate)	20.6	30.8	14.6	16.6	35.5	33.4	10.6	18.5	11.3	22.8	13.3	11.4	7.3
	Strate(s) spatio-temporelle(s)	prof.*sais.	profond. et sais.	profond. et sais.	profond. et sais.	prof.*sais.	profond. et sais.	prof.*sais.	prof.*sais.	prof.*sais.	profond. et sais.	prof.*sais.	prof.*sais.	prof.*sais.
Indices d'abondance estimés par le modèle (unités arbitraires)	1985	7341	31.9	56.9	102.3	46.6	20.6	288.0	137.4	69.1	52.6	156.8	102.4	192.5
	1986	6031	32.6	111.7	72.5	47.6	18.2	247.0	121.2	54.5	53.5	122.0	75.7	133.6
	1987	8488	45.3	233.9	55.8	53.1	20.9	280.0	115.0	43.5	47.3	112.6	51.5	99.5
	1988	9082	42.6	226.3	61.6	53.2	18.3	284.2	105.1	47.5	57.9	101.3	37.6	121.0
	1989	7977	75.1	166.0	77.6	87.4	35.5	305.0	114.8	57.3	61.5	88.7	28.8	113.9
	1990	9274	58.5	60.4	63.9	73.8	29.7	198.4	90.1	48.4	55.4	44.2	16.5	104.5
	1991	4206	53.5	62.8	43.4	62.0	26.9	148.9	69.2	40.7	42.0	43.3	15.3	65.6
	1992	3356	21.2	75.1	30.5	22.1	10.0	97.9	48.9	30.3	26.8	45.7	15.9	75.4
Rapport des abondances 92/85		46 %	66 %	131 %	30 %	47 %	49 %	34 %	36 %	44 %	51 %	29 %	16 %	39 %

En terme d'évolution des abondances, les indices estimés mettent en évidence une forte diminution de la communauté au cours de la période étudiée. Les indices bruts (Fig.3a) présentent des fluctuations, avec notamment un pic d'abondance relative en 1988 essentiellement due à deux espèces, *G. decadactylus* et *D. margarita*. Les indices lissés (Fig. 3b) illustrent bien les tendances sur la période. De 1984 à 1988 ou 89, la baisse reste globalement modérée mais affecte déjà de manière sensible certaines espèces : *P. senegalensis* (abondance diminuée de 25 %), *D. africana* (-30 %), *I. africana* (-40 %), *P. jubelini* (-43 %), et *P. brachygnathus* (-70 %). Après 1989, la baisse s'accélère et concerne l'ensemble des espèces étudiées. En fin de période, cinq espèces ont ainsi une abondance divisée approximativement par deux, et cinq par un facteur supérieur ou égal à trois (Tab.2). Pour l'ensemble de la communauté, le rapport des abondances 1992/1985 s'établit à 46 %.

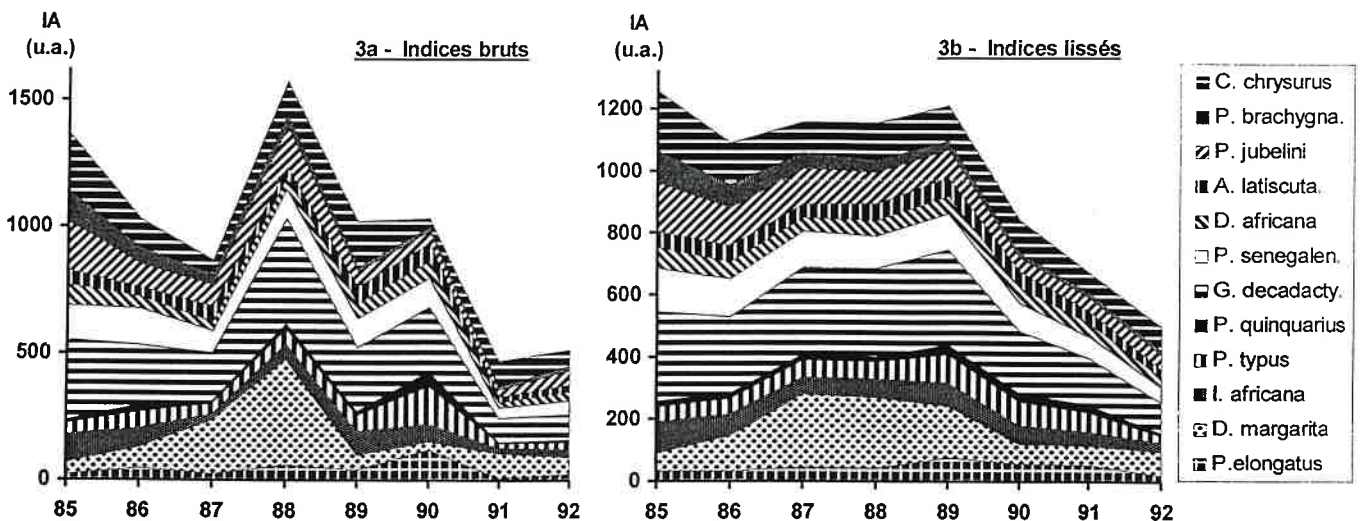
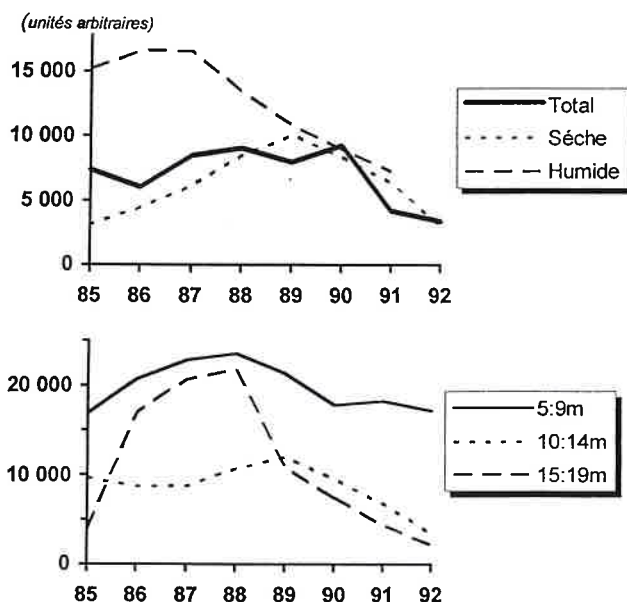


Figure - 3 - Evolution des indices d'abondance des 12 principales espèces de la communauté à sciaenidés de Guinée, au cours de la période 1985-1992.



Enfin, les indices d'abondance par strates, estimés pour le total de la communauté (Fig. 4), indiquent que la baisse affecte essentiellement : d'une part, la saison humide, avec en fin de période des indices qui ne sont pas plus élevés que ceux de la saison sèche, et d'autre part, les strates les plus profondes. Tout semble ainsi se passer comme si la diminution d'abondance allait de paire avec une réduction de la zone occupée par la communauté, particulièrement en période humide, lors de l'extension vers le large de la communauté.

Figure - 4 - Evolution de l'abondance de la communauté à sciaenidés par saison et strate bathymétrique (effets an*saison et an*strate)

Discussion - Conclusion

On soulignera d'abord ici l'intérêt méthodologique des approches de type GLM pour l'analyse des données de campagne océanographique, du type de celles réalisées en Guinée. Ces méthodes sont connues depuis longtemps et utilisées en routine pour le traitement des statistiques de captures et la standardisation des puissances de pêche des navires (Laurec, 1977). Assez curieusement, elles restent en revanche peu utilisées pour les données de campagnes scientifiques où on préfère souvent raisonner campagne par campagne. Une telle démarche ne se justifie pourtant

pleinement qui si on admet une dépendance totale entre abondance et répartition spatio-saisonnière. Dans ce cas, tout changement d'abondance implique que la répartition spatio-saisonnière soit recalculée. A l'inverse, lorsque la répartition spatio-saisonnière demeure plus ou moins invariante dans le temps, il est logique de l'appréhender en utilisant les données de l'ensemble des campagnes. Les méthodes GLM s'avèrent alors des outils d'autant plus puissants, que l'étude des effets croisés permet précisément d'explorer les relations répartition / abondance.

Au plan des résultats, l'aspect le plus remarquable est évidemment la diminution de l'abondance de la communauté à sciaenidés de Guinée par un facteur approximativement égal à deux, au cours de la période. Naturellement, différents déterminants peuvent contribuer à cette évolution. Domain (1997) évoque ainsi l'influence possible de la pluviométrie, la brutalité de certaines pluies pouvant entraîner des mortalités importantes chez les alevins, suivies l'année d'après par une baisse du recrutement. Il est de ce point de vue frappant d'observer que les années caractérisées par de fortes pluies (1986, et 1988 à 91) sont effectivement suivies d'une baisse d'abondance ; à l'inverse, le pic d'abondance 1988 (Fig. 3a) succède lui à une année 1987 plus sèche.

Il n'en demeure pas moins vrai que l'hypothèse à ce jours la plus vraisemblable, pour expliquer la baisse globale d'abondance, reste celle d'une influence déterminante de la pêche. Une telle influence paraît probable en période de forte et rapide augmentation de la pression de pêche. En outre, elle semble confirmée tant par les évolutions intervenues dans la période la plus récente, que par l'analyse des poids moyens individuels. Les campagnes océanographiques à nouveaux réalisées en 1995 et 1997 indiquent une nouvelle et importante baisse de l'abondance de la communauté à sciaenidés de Guinée ; depuis 1985, son abondance serait ainsi diminuée d'un facteur cinq. Quant aux poids moyens, les résultats présentés par Jouffre et Domain (1997) concernant la période 1985-92 indiquent des diminutions sensibles pour au moins 8 des 12 espèces étudiées ici.

En s'en tenant aux résultats de cette période 1985-92, et sous l'hypothèse que la diminution d'abondance est effectivement imputable à la pêche, il est également possible d'apprécier l'état des stocks exploités en référence à une approche de type "modèle global de production équilibrée". Pour des espèces dont la dynamique d'exploitation serait décrite par un modèle de type Schaefer, l'état de surexploitation serait ainsi atteint au-delà d'une biomasse divisée par deux. Dans le cas d'un modèle de type Fox, le seuil de surexploitation est atteint lorsque la biomasse descend à 37 % de la biomasse à l'état vierge. Parmi les 12 espèces étudiées, 5 se situent entre ces 2 seuils et 5 en dessous du second. Enfin, si on intègre trois critères - l'importance de la baisse d'abondance, son caractère plus ou moins récent, et la mise en évidence d'une diminution des poids moyens - la situation de surexploitation paraît hautement probable pour *I. africana*, *P. senegalensis* et *P. brachygnathus* ; elle est vraisemblable pour *G. decadactylus*, *D. africana* et *P. jubelini*.

Naturellement, ces résultats basés sur les seules données de campagnes scientifiques restent assez approximatifs. Il est évident que les données halieutiques plus précises, désormais collectées par le CNSHB, doivent à brève échéance permettre d'affiner les diagnostics. Dès à présent cependant, il semble qu'on puisse malheureusement considérer la communauté à sciaenidés de Guinée comme un cas assez remarquable dans lequel on est passé en une dizaine d'année d'une situation de stocks vierge à une situation de pleine voire de surexploitation. On a sans doute là, en accéléré, un modèle de l'évolution des ressources et de l'écosystème exploité en situation de pression de pêche croissante.

Références bibliographiques

- Anonyme, 1994 - Note de synthèse sur les travaux et conclusions du Groupe de travail d'analyse des campagnes de prospection du N.O. Nizery en Guinée, de 1986 à 1992. CNSHB, Conakry, avril 1994, 8 p.
- Anonyme CNSHB, 1996 - Bulletin statistique des pêches, année 1995, Sér. Bul. stat., 1, 34 p.+an.
- Domain F., 1989 - Rapport des campagnes de chalutages du N.O. André Nizery dans les eaux de la Guinée de 1985 à 1988. Doc.Scienc. Centre Rech. Halieutique Boussoua, 5, 81 p.
- Domain F., 1997 - Influence de la pêche et de l'hydroclimat sur l'évolution dans le temps du stocks cotier (1985-1995). In: La pêche côtière en Guinée - Ressources et exploitation. Domain F., Chavance P. et Diallo A. (éds.), ORSTOM éd., Paris, (à par.)
- Domain F. et Morize E., 1997 - Typologie générale des ressources démersales du plateau continental. In: La pêche côtière en Guinée - Ressources et exploitation. Domain F., Chavance P. et Diallo A. (éds.), ORSTOM édition, Paris, (à par.)
- Fager E.W. et Longhurst A.R., 1968 - Recurrent group analysis of species assemblages of demersal fish in the Gulf of Guinea. *J. Fish. Res. Board of Canada*, 25, 1405-1421.
- Jouffre D. et Domain F., 1997 - Les ressources démersales de la zone côtière du plateau continental guinéen : éléments de la structure temporelle du peuplement ichtyologique. In: La pêche côtière en Guinée - Ressources et exploitation. Domain F., Chavance P. et Diallo A. (éds.), ORSTOM éd., Paris, (à par.)
- Laurec A., 1977 - Analyse et estimation des puissances de pêche. *J. Cons. Int. Explor. Mer*, 37, 173-185.
- Searle S.R., Speed F.M., Milliken G.A., 1980. Population marginal means in the linear model: an alternative to Least Squares Means. *The american statistician*, 34, 216-221.