

# 28 • L'explosion démographique du baliste (*Balistes carolinensis*) en Afrique de l'Ouest et son évolution en relation avec les tendances climatiques

ALAIN CAVERIVIÈRE

Chercheur ORSTOM, CRODT/ISRA, BP 2241, Dakar, Sénégal

## RÉSUMÉ

La biomasse du baliste, espèce semi-pélagique du plateau continental, a considérablement augmenté de 1972 à 1980 entre le Ghana et la Mauritanie, pour dépasser largement le million de tonnes. Une diminution très nette de l'abondance, sans rapport avec l'exploitation, a par la suite été mise en évidence en 1986 dans toute cette vaste zone, alors que les balistes apparaissent en quantités non négligeables plus au sud, devant le Gabon et le Congo. L'étude des variations de l'abondance en relation avec les conditions du milieu suggère que les apports d'eau douce, facteur principal de la dessalure, jouent, par des actions directes ou indirectes, un rôle important dans le déterminisme des variations à courte et longue périodes. En limite de distribution géographique, la température, qui varie avec l'intensité des upwellings, serait un facteur physique limitant pour cette espèce d'eaux chaudes. La stratégie de reproduction de l'espèce, garde et soins donnés aux oeufs, serait un facteur propice à de rapides proliférations quand les conditions du milieu sont favorables à la survie des stades ultérieurs, larves et (ou) juvéniles. L'influence probable des modifications climatiques sur l'abondance et la distribution de plusieurs espèces marines pélagiques et semi-pélagiques de l'Afrique de l'Ouest est discutée.

## ABSTRACT

*The trigger-fish is a semi-pelagic species of the continental shelf whose biomass has heavily increased during the years 1972 to 1980 in the waters between Ghana and Mauritania, and reached over one million tons. Afterwards, in 1986, a net decrease of the abundance, without any relations to the exploitation, has been noted in the hole of this area, while the trigger-fish has been found in significant quantities further South, in front of Gabon and Congo. The study of the abundance changes in connection with the environmental conditions suggests that the input of fresh water - principal factor of the desalination - is important, directly or indirectly, for the determination of short and long term changes in abundance. At the edge of the geographical distribution, the temperature - related to the intensity of the upwellings - should be a physical limiting factor for this warm waters species. Reproductive strategy of the trigger-fish, with protection and care provided to the eggs, should be a propitious factor to fast proliferations, when the environmental conditions are favourable to the survival of the later stages, larvae and (or) juveniles. The probable impact of climatic changes on abundance and distribution of several West-African pelagic and semi-pelagic marine species is discussed.*

## INTRODUCTION

Avant les années soixante dix, *Balistes carolinensis* pouvait être considéré comme une espèce sinon rare, du moins très peu abondante dans l'Atlantique Est

(Caverivière *et al.*, 1981). Par la suite, le baliste s'est développé à un point tel, du Sénégal au Nigéria, qu'en bien des lieux il a pu représenter plus de la moitié de la biomasse en poissons. Une précédente étude (Caverivière, 1982) a montré que la prolifération du baliste à partir de 1972 devant le Ghana et la Côte-d'Ivoire, faisait suite et accompagnait une hausse de la salinité moyenne sur le plateau continental; hausse en rapport avec le déficit des précipitations sur l'Afrique (sécheresse sahélienne). L'hypothèse d'une action directe ou indirecte de changements dans les conditions du milieu était retenue. Depuis, le baliste a montré de nettes variations de son abondance en différentes régions et l'auteur, à l'issue d'une vaste synthèse bibliographique, se propose d'examiner dans quelle mesure ces variations peuvent être mises en relation avec des variations de l'environnement.

Avant de décrire le phénomène et son évolution, puis de tenter de le mettre en rapport avec les tendances climatiques, nous décrirons rapidement, pour une meilleure compréhension, les grands traits de l'écologie et de la biologie de l'espèce.

## PRINCIPAUX ASPECTS DE L'ÉCOLOGIE ET DE LA BIOLOGIE DU BALISTE

*Balistes carolinensis* (Gmelin, 1789), syn. *B. capriscus*, est un des rares représentants de la famille des *Balistidae* sur la côte de l'Afrique de l'Ouest. Sa taille maximale est de 45 cm (longueur à la fourche). Il est parfaitement reconnaissable à sa morphologie et à sa coloration (fig. 1). Le corps, revêtu d'une peau rugueuse, est haut et comprimé latéralement; les fentes branchiales sont réduites, la bouche petite avec une dentition robuste. L'espèce occupe une aire de répartition très vaste: on la trouve des deux côtés de l'Atlantique tropical, dans la mer des Antilles et la Méditerranée. *B. carolinensis* est un poisson semi-pélagique que l'on peut trouver sur le fond aussi bien qu'en pleine eau où se situe le plus souvent l'essentiel de sa biomasse. Les études biologiques et écologiques sur le baliste n'ont été quelque peu développées que dans l'Atlantique Centre-Est en raison de son explosion démographique. Caverivière *et al.* (1981), Caverivière (1982), en présentent les résultats. La croissance des individus est rapide et la longévité relativement faible; la plus grande partie de la biomasse est composée de poissons de 2 ans et moins. La période de reproduction prend place en début de saison chaude et la taille à la première maturité est atteinte entre 14 et 20 cm de longueur à la fourche, soit entre 1 et 2 ans. L'alimentation est variée, les jeunes balistes pélagiques se nourrissent principalement de plancton, le régime alimentaire est à base de benthos pour les balistes capturés sur le fond.

Au niveau du fond, les individus rencontrés sont presque tous des adultes dont la répartition bathymétrique s'étend en général entre 25 et 70 m, avec un pic d'abondance nettement marqué en milieu de distribution. Ces individus, qui forment la composante démersale du stock, semblent éviter les substrats très vaseux et les

zones rocheuses; la plupart s'éloignent du fond la nuit, ce qui entraîne une forte baisse de rendement des chaluts traînés à ce niveau.

Les balistes que l'on trouve en pleine eau font généralement partie de bancs assez diffus situés entre la surface et la profondeur de 50 m, plus particulièrement de 10 à 30 m. Les juvéniles sont très proches de la surface et les tailles augmentent avec la profondeur. L'abondance apparente est plus grande de nuit et les concentrations se rencontrent alors au niveau de la thermocline où l'espèce doit trouver une partie de sa nourriture. La limite d'extension vers la côte de la biomasse pélagique se situe vers 20-30 m, soit au même niveau que la biomasse démersale. Par contre, l'extension vers le large est plus grande, les concentrations de balistes pélagiques pouvant dépasser la limite du plateau continental. L'essentiel de cette biomasse se tient en général au dessus des fonds de 40 à 100 m, avec un maximum de 40 à 70 m.

Des variations saisonnières d'abondance du baliste ont été mises en évidence dans les zones à upwellings marqués:

- au niveau du fond, les densités sont maximales en début de période chaude (novembre à janvier) dans le secteur Ghana - Côte-d'Ivoire et décroissent ensuite très rapidement pour atteindre des valeurs très faibles ou nulles en saison froide (juillet à septembre); au Sénégal l'abondance des balistes dans les chaluts de fond est aussi la plus forte en saison chaude (juin à novembre). Cette augmentation saisonnière de l'abondance sur le fond peut être mise en relation avec la période de reproduction qui nécessite le creusement d'un nid de ponte (Garnaud, 1960);

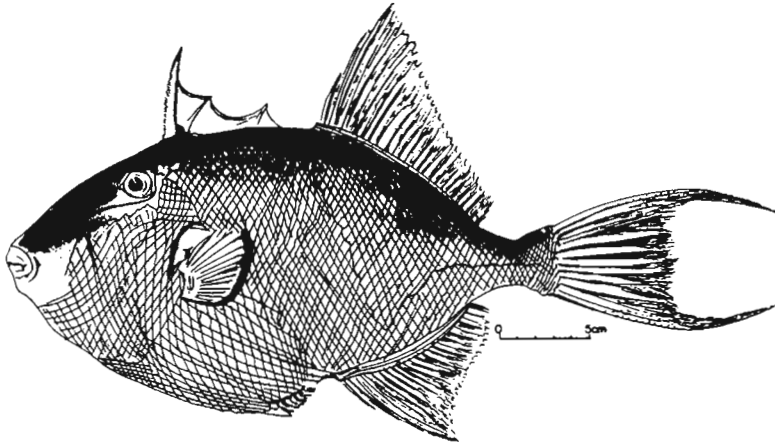
- les balistes pélagiques peuvent également se raréfier en saison froide, mais d'une manière moins marquée que sur le fond. Dans un premier temps et dans les deux cas (balistes pélagiques et balistes de fond), il y aurait un regroupement des poissons restant vers la côte, en deçà des fonds de 70 m. Une émigration parallèle à la côte s'effectuerait ensuite suivant l'importance des remontées d'eaux froides, vers des zones où ces remontées sont moins intenses; elle toucherait plus rapidement les individus de taille relativement élevée que les juvéniles, qui ont une distribution moins profonde.

## L'ÉVOLUTION DES INDICES D'ABONDANCE ET PROLIFÉRATION

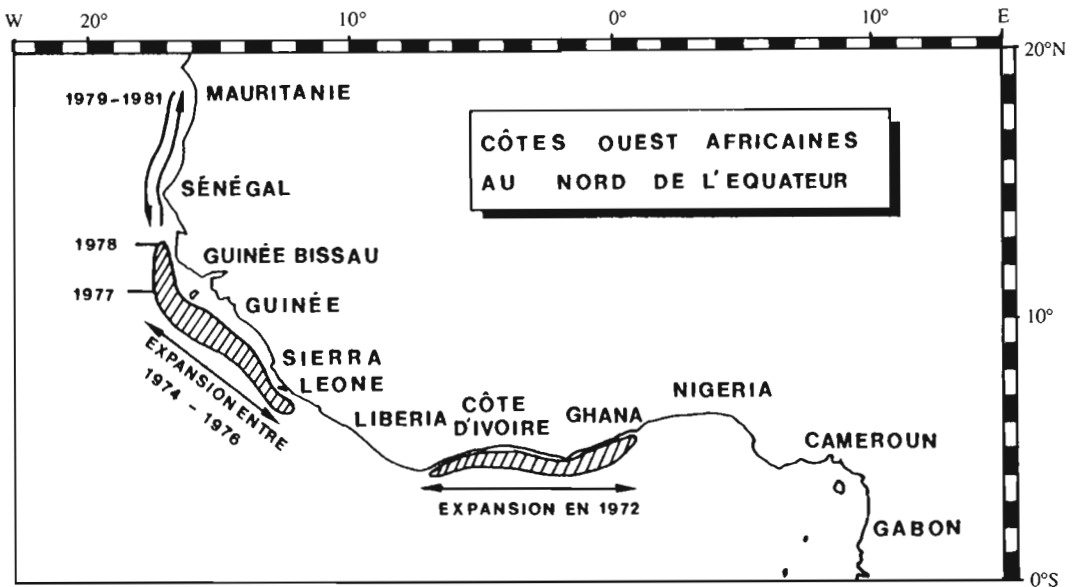
Du Bénin au Sénégal deux grands stocks peuvent être identifiés (fig. 1), que l'on appellera stock ghanéen et stock guinéen. En effet, les balistes ont toujours été absents ou rares lors des campagnes de prospection effectuées au large du Libéria depuis sa prolifération devant les côtes avoisinantes (Stromme, 1983; Mingle *et al.*, 1983; Oliver *et al.*, 1987), peut-être en raison de la nature des fonds (Caverivière, 1982). Du fait de l'inversion des saisons chaudes et froides entre les régions ghanéenne et guinéenne, les populations montrent des caractéristiques biologiques différentes à un moment donné (tailles modales, reproduction). Plus au

Fig. 1

Positions moyennes des deux principaux stocks de *balistes carolinensis* de l'Afrique de l'Ouest et périodes d'expansion.



*Balistes carolinensis* Gmelin (1789) (d'après Opic)



sud (Gabon, Congo) un petit stock a été récemment mis en évidence (FAO - COPACE, 1986).

### Stock ghanéen

A partir de différentes sources de données, Caverivière *et al.* (1981) ont montré que l'accroissement de biomasse des balistes au Ghana aurait eu lieu fin 1971 - début 1972. L'aire de forte abondance se serait ensuite étendue très rapidement de part et d'autre, au Togo - Bénin et à la Côte-d'Ivoire.

Un des meilleurs indices pour suivre l'évolution de l'abondance est fourni par les rendements en baliste des chalutiers côtiers ghanéens (tab. 1 et fig. 2). Les rendements ont chuté à partir de 1980 par rapport à la période 1975-1977 qui présente des indices élevés, surtout si l'on considère que le fort indice de 1984 est peut être biaisé du fait du faible effort indiqué pour cette année. Les prises, qui avaient fortement diminuées, remontent notablement en 1986-1987, mais les rendements ne nous sont pas encore connus.

Pour les évaluations par échoprospection avec chalutages de contrôle, deux campagnes ayant couvert l'ensemble de la région peuvent être utilement comparées (tab. 2). Il s'agit de la campagne du Fritjof Nansen de juin 1981 (FAO-COPACE, 1984) et de celle du Cornide de Saavedra d'août 1986 (Oliver *et al.*, 1986). En effet, dans un but de comparaison, les résultats de la seconde campagne ont été calculés de la même manière que pour la première et avec la même boule de cuivre standard de calibration; les mois sont assez comparables et correspondent dans cette région à la présence minimale du baliste sur le fond, toute la biomasse devant de ce fait être intégrée sans perte due à la mauvaise détection des balistes présents sur ou près du fond. En 1981, la présence de 500 000 tonnes de baliste a été évaluée entre les isobathes 10 et 200 m (incluant toute l'aire de répartition) de la zone ivoiro-ghanéenne, soit 83 % de la biomasse pélagique totale. L'espèce ne représentait plus que 230 000 tonnes en 1986, soit 29 % du total. On notera que lors de cette dernière campagne le baliste n'a pas été décelé dans les eaux togolaises et béninoises, ainsi d'ailleurs que lors de la campagne ECHOSAR 2 du N/O Capricorne en novembre 1981 (Petit et Le Philippe, 1984), alors qu'il était abondant au Togo lors de la prospection du N/O Fiolent en mai 1976 (Robertson, 1977). A partir des données fournies par cet auteur, on peut fixer à la rivière Dodo au Nigéria la limite d'expansion Est de l'espèce à cette époque.

La comparaison des résultats des campagnes de prospection par chalutage au niveau du fond est difficile, même quand elles sont conduites par un même navire car, comme nous l'avons vu plus haut, l'abondance du baliste sur le fond, qui ne représente qu'une partie du stock, est très variable à l'échelle saisonnière et sans doute aussi intrasaisonnière (variations à courte période de l'intensité des upwellings, déplacement du pic de ponte à l'intérieur de la période de reproduction). L'analyse de l'ensemble des données disponibles permet cependant d'écrire (Caverivière, 1988) que devant

### Tableau 1

Prises annuelles de balistes (tonnes), rendements (kg/sortie) et efforts des chalutiers côtiers ghanéens (données FRU, Tema). (1) Rendements des petits chalutiers 8-12m. (2) Rendements tous chalutiers côtiers.

Années	Prises chalutiers côtiers (t)	Rendements (kg/sortie)		Efforts (sorties)
		(1)	(2)	
1972	2 996	201	199	15 092
1973	4 846	321	323	14 982
1974	7 549	487	519	14 552
1975	8 562	607	607	14 107
1976	8 106	754	750	10 803
1977	7 092	680	667	10 626
1978	5 727	466	469	12 208
1979	10 159	699	682	14 892
1980	5 668	410	406	13 958
1981	5 372		462	11 639
1982	4 558		497	9 165
1983	3 696		384	9 625
1984	3 923		651	6 023
1985	3 311		388	8 529
1986	7 745			
1987	5 439			

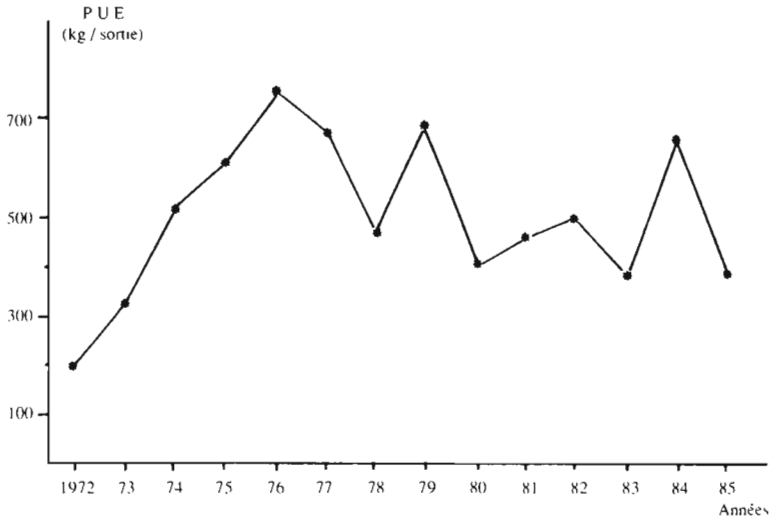
### Tableau 2

Estimations des biomasses de balistes (10<sup>3</sup> tonnes) par région et pays pour les principales campagnes d'échoprospection.

Campagnes	Liberia	Côte-d'Ivoire	Ghana	Togo Benin	Réf.	
F. NANSEN Juin 1981	2	188	314		Stromme (1983)	
ECHOBAL 2 Nov. 1981			295	0	Petit et Le Philippe (1984)	
C. DE SAAVEDRA Août 1986		36	161	0	Oliver <i>et al.</i> (1986)	
C. DE SAAVEDRA Juin 1987	0	125			Oliver <i>et al.</i> (1987)	
Campagnes	Mauritanie	Séné-Gambie	Guinée Bissau	Guinée	Sierra Leone	Réf.
CAPRICORNE Décembre 1978			← 438 →			Marchal <i>et al.</i> (1979)
CAPRICORNE Mars 1979			← 440 →			Marchal <i>et al.</i> (1980)
C. DE SAAVEDRA Août 1980		60	← 700 →			Bravo de Laguna (1981)
F. NANSEN Mai 1981		0	380	510	80	Stromme (1983)
Septembre 1981		2	140	350		
Février-mars 1982		0	40	590	720	10
F. NANSEN Août-sept 1986			0	220		Stromme et Saeterstal (1986)
Nov.-déc. 1986		0	0	45		

Fig. 2

Evolution des rendements en balistes des chalutiers côtiers ghanéens (rendements tous chalutiers côtiers du tableau 1).



le Togo-Bénin les biomasses et les proportions des balistes dans les prises totales sont nettement plus faibles au début des années 1980 que pendant la période antérieure de prolifération, et que l'espèce y disparaît pratiquement en 1985-1986 alors qu'elle est encore relativement abondante devant la Côte-d'Ivoire d'après les résultats des campagnes CHALCI (tab. 3). Au Ghana, seules les campagnes de prospection du N/O Kakadiamaa (Koranteng, 1981 et 1984), portant sur des périodes annuelles (1979-1980 et 1981-1982), peuvent être comparées: on passerait d'une biomasse démersale moyenne de 93 000 tonnes de balistes en 1979-1980, soit 59 % du total, à 79 000 tonnes en 1981-1982, qui ne représenteraient plus que 44 % du total.

#### Stock guinéen

L'apparition des premières concentrations de balistes est plus tardive pour le stock guinéen. D'après des données de pêche relevées par Zupanovic et Cissé (1977), elle prend place entre mars 1974 et septembre 1976 devant la Guinée, sans que la période puisse être mieux précisée. D'après Gerlotto *et al.* (1980), en avril-mai 1977 la limite nord de la prolifération du baliste n'avait pas dépassé l'archipel des Bissagos (Guinée Bissau). Les côtes du Sénégal sont atteintes en 1978 pour la région Sud-Dakar (Petite-Côte et Casamance), en 1979 pour la région Nord et la Mauritanie (Caverivière *et al.*, 1980). En saison chaude 1979, sur la Petite-Côte du Sénégal (entre Dakar et la Gambie), les captures de balistes lors des campagnes de chalutage de fond du

N/O Laurent Amaro ont représenté, suivant les mois, entre 18 et 46 % des captures totales.

En 1978-1979 la biomasse de baliste estimée par échantillonnage avec chalutage de contrôle par le N/O Capricorne est de l'ordre de 450 000 tonnes entre la Sierra Leone et la Guinée-Bissau (tab. 3). Elle passerait à 700 000 tonnes en 1980 (N/O Cornide de Saavedra), puis à 1 000 000 et 1 300 000 tonnes en 1981-1982 (N/O F. Nansen); l'estimation n'est plus que de 220 000 tonnes par le même navire en 1986.

En Sénégambie, les campagnes ECHOSAR de prospection acoustique et de chalutage (N/O Capricorne et N/O L. Amaro), entreprises à partir de 1980, montrent que les balistes étaient abondants de 1980 à 1982, surtout au large de la Gambie et de la Casamance; en 1983-1984, l'on en trouve apparemment moins et seulement en Casamance. Le N/O F. Nansen n'en détecte pas en août-septembre 1986 et en novembre-décembre de la même année. Le baliste est également absent lors des quatre campagnes de chalutage de fond du N/O L. Sauger de 1986-1987-1988, mis à part une faible biomasse résiduelle située devant Dakar et qui semble-t-il a toujours existé.

Présent en Mauritanie de 1979 à 1981, le baliste n'a plus été détecté de 1982 à 1989 lors des nombreuses campagnes expérimentales qui y ont été réalisées.

#### Stock Sud (Gabon, Congo)

L'abondance des balistes a quelque peu augmenté au début des années 1980 devant le Gabon et le Congo

**Tableau 3**

Indices d'abondance du baliste en kg par demi-heure et pourcentage ( ) par rapport à la prise totale, obtenus lors des campagnes de chalutage de fond effectuées par le N/O André Nizery en Côte-d'Ivoire (ensemble du plateau continental) entre 1978 et 1986.

CAMPAGNES	Janv.	Fev.	Mars	Juil. Août Sept.
CHALCI 78.01 (30,1 au 12,2)		56,7 (28,4)		
CHALCI 79.01 (13,3 au 31,3)			14,5 (8,2)	
CHALCI 80.01 (20,8 au 10,9)				6,5 (4,7)
CHALCI 83.01 (11 au 19,1)	319,5 (67,9)			
CHALCI 83.02 (10 au 18,3)			31,0 (20,4)	
CHALCI 84.01 (17 au 25,1)	67,0 (25,2)			
CHALCI 84.02 (03 au 11,7)				1,2 (0,6)
CHALCI 85.01 (20 au 27,2)		70,2 (28,6)		
CHALCI 85.02 (01 au 10,7)				6,4 (3,2)
CHALCI 86.01 (05,02 au 23,03)		42,7 (26,0)		
CHALCI 8603 (18 au 26,7)				7,4 (4,4)

(comm. non chiffrée du centre ORSTOM de Pointe-Noire), alors qu'ils y étaient antérieurement absents ou rares. Des biomasses de 1 700 et 1 000 tonnes ont été estimées en avril et août 1982 au large de la Guinée Equatoriale et du Gabon, lors de deux campagnes de prospection acoustique et de chalutage (ORSTOM-SGTE, 1982). En mars 1985, une biomasse de 50 000 tonnes a été détectée par le N/O F. Nansen entre la Guinée Equatoriale et Port Gentil au Gabon (FAO-COPACE, 1986); aucune trace n'en a été retrouvée en septembre, alors qu'un stock de l'ordre de 15 000 à 20 000 tonnes a été rencontré dans les eaux congolaises.

**Conclusion**

A partir de l'ensemble des données concernant les stocks ghanéens et guinéens (tab. 4), on peut raisonnablement admettre qu'il y a eu, depuis leur prolifération, une diminution de la biomasse de baliste dans la région golfe de Guinée Ouest ces dernières années, particulièrement mise en évidence en 1986. Cette diminution aurait commencé par un rétrécissement de la zone de répartition avec la quasi-disparition des balistes au large du Bénin - Togo et de la Mauritanie - Sénégal.

**RECHERCHES DES CAUSES À LA PROLIFÉRATION ET À SON ÉVOLUTION**

Caverivière *et al.* (1981), Caverivière (1982), se sont

**Tableau 4**

Représentation chronologique schématique des variations d'abondance du baliste à l'échelle annuelle ou pluri-annuelle en Afrique de l'Ouest.

Année	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	
<b>Pays</b>																	
Benin						Présent 6				Abs. 7				Abs. 8	Abs. 2.8		
Togo	↗ <sub>1</sub>			(↘) <sub>5</sub>						Abs. 7		(Pres) 9			Abs. 2		
Ghana	↗ <sub>1</sub>				↗ <sub>10</sub>	Maximum				(↘) <sub>1</sub>					↘ <sub>2</sub>		
Côte d'Ivoire	↗ <sub>1</sub>				?	Maximum										↘ <sub>2</sub>	(↗) <sub>3</sub>
Sierra Leone				↗ <sub>1</sub>			↗ <sub>1</sub>			Maximum 13						↘ <sub>16</sub>	
Guinée				↗ <sub>1</sub>			↗ <sub>1</sub>		↗ <sub>1</sub>	Maximum 13						↘ <sub>16</sub>	
Guinée Bissau				↗ <sub>1</sub>			↗ <sub>1</sub>		↗ <sub>1</sub>	Maximum 13						↘ <sub>16</sub>	
Sénégal						Abs. 12	↗ <sub>1</sub>	↗ <sub>1</sub>		Maximum 13,17		↘ <sub>18</sub>	↘ <sub>18</sub>			Abs. 19	
Mauritanie								Présent 11 17 13			Abs. 20				Abs. 16		

↗ ↘ : augmentation ou diminution de la biomasse  
Pres. = Présence Abs. = Absence

( ): le sens d'évolution de la biomasse n'est pas certain.

- 1. Caverivière *et al.*, 1981
- 2. Oliver *et al.*, 1976
- 3. Oliver *et al.*, 1987
- 4. Koranteng, 1981 et 1984
- 5. Chalutiers commerciaux (*in* 6)
- 6. Caverivière, 1988
- 7. Petit et Le Philippe, 1984
- 8. Vendeville, 1986
- 9. Lhomme, 1985
- 10. Rendements chalutiers côtiers (*in* 1)

- 11. Caverivière *et al.*, 1980
- 12. Stequert *et al.*, 1977
- 13. Stromme, 1983
- 14. Marchal *et al.*, 1979
- 15. Bravo de Laguna, 1981
- 16. Stromme et Sacterstal, 1986
- 17. Marchal *et al.*, 1982; Marchal et Josse, 1982; Lévenéz et Lopez, 1982
- 18. Lévenéz et Lopez, 1983; Lévenéz *et al.*, 1985; Samb et Lévenéz, 1987
- 19. Rapports CRODT, 1988 (N/O L. Sauger)
- 20. Rapports CNROP (N/O Ndiago)

interrogés sur les causes possibles de l'apparition massive du baliste dans la région ivoiro-ghanéenne.

Un premier type de cause a été recherché dans les modifications d'abondance d'espèces écologiquement concurrentielles. Il s'agit essentiellement des sardinelles (*Sardinella aurita*, *S. maderensis*) et du pelon (*Brachydeuterus auritus*), qui sont des espèces pélagiques et semi-pélagique quantitativement beaucoup plus importantes que les espèces démersales en Afrique de l'Ouest. De fortes ou bonnes abondances de sardinelles ayant été observées en même temps que les premières concentrations de balistes, leurs faibles abondances les années suivantes peuvent avoir favorisé l'explosion démographique des balistes mais ne sauraient en être la cause. Pour le pelon, espèce présentant écologiquement le plus de similitude avec le baliste, la compétition directe ou indirecte (nourriture, espace vital,...) est peut-être plus étroite et la vraisemblable surexploitation de cette espèce pourrait être une des causes du premier accroissement de biomasse du baliste, mais cela paraît assez peu probable, d'autant plus que le pelon n'est guère exploité dans les autres régions où le baliste s'est multiplié. Il semble, sans qu'une certitude absolue ne puisse être établie - les campagnes d'échantillonnage des ressources pélagiques de l'Atlantique Centre Est n'ayant débuté qu'après l'apparition massive du baliste - que la biomasse pélagique du baliste est venue se rajouter à la biomasse des espèces pélagiques déjà existantes. Par contre, pour les espèces démersales, il y aurait eu une diminution de la biomasse après l'apparition du baliste, d'après Caverivière (1979 et 1982) pour la Côte-d'Ivoire (communauté côtière des Sciaenidés, 10-50 m) et Bondar et Zouev (1985) pour la Guinée. En Côte-d'Ivoire, cette diminution correspondrait approximativement à la biomasse de la composante démersale de la population de baliste.

Un deuxième type de cause examiné a été celui d'actions directes ou indirectes de changements dans les conditions du milieu. Il a été noté qu'il y a eu une hausse de la salinité moyenne de 1971 à 1977 à la station côtière d'Abidjan (la salinité moyenne annuelle à 20 m a toujours été inférieure à 35,3 ‰ de 1966 à 1970 et toujours supérieure de 1971 à 1977, avec un minimum de 35,18 ‰ en 1968 et un maximum de 35,48 ‰ en 1972) et que cette évolution serait en rapport avec un déficit global des précipitations sur l'Afrique dont les effets ont été particulièrement ressentis au Sahel. Cette modification du milieu peut avoir favorisé directement ou indirectement le développement du baliste: actions négatives sur d'autres espèces plus ou moins concurrentielles, décharges plus faibles des fleuves agissant sur la transparence de l'eau et la richesse phytoplanctonique (Binet, 1977), etc... Il a également été noté que l'apparition massive du baliste a plus ou moins coïncidé avec une diminution importante des biomasses de zooplancton, plus liée aux déficits du régime pluviométrique et des débits fluviaux qu'aux différences d'intensité des upwellings (Binet, 1983), ainsi qu'à des changements dans sa composition: dimi-

nution de l'abondance relative du copépode *Calanoides carinatus* (anon., 1976). Rappelons que la plupart des représentants de la famille des *Balistidae* fréquentent habituellement des régions favorables à la vie corallienne, dont les eaux chaudes sont relativement claires et salées.

Une étude récente (Mahé, 1987 et présent volume) fournit un meilleur indice de mesure de la modification du milieu physique que la salinité relevée en un point (station côtière d'Abidjan) et qui n'est d'ailleurs plus disponible (dans un but de comparaison) depuis 1978 (Caverivière, 1988). Elle porte sur la variabilité des apports hydriques continentaux (hydraulicité) dans le golfe de Guinée, facteur principal de la dessalure, à partir des débits de 13 fleuves se déversant entre la Côte-d'Ivoire et le Congo. Les variations des débits intègrent l'ensemble de la pluviométrie sur les vastes zones que sont les bassins versants. Ces variations, concomitantes à celles des précipitations, ont des répercussions sur la qualité des eaux océaniques de surface (salinité, apports terrigènes) dont l'importance pour les populations phytoplanctoniques de la région a été bien montrée par Dandonneau (1973). Elles influent par ces effets sur le fonctionnement de l'écosystème marin (Binet, 1983).

La figure 3 présente les variations de l'ensemble des débits des fleuves par rapport à la moyenne 1944-1986. La figure 4 présente les mêmes schémas pour les zones: Afrique Occidentale (de la Côte-d'Ivoire au Bénin avec les fleuves Sassandra, Comoé, Mono, Ouémé), Equateur (Ogooué, Nyanga, Kouilou) et Congo. On notera que les variations régionales et d'ensemble sont proches, et même très proches pour la zone Côte-d'Ivoire - Bénin.

L'apparition massive du baliste en 1972 suit une réduction brutale de l'hydraulicité moyenne en 1970 et surtout en 1971. La diminution de son abondance dans la région ivoiro-ghanéenne, qui apparaît en 1986, correspond aux débits supérieurs à la moyenne de 1985 et 1986, le temps de latence biologique paraît cependant assez court si l'on pense à un effet au niveau du recrutement. L'abondance remonte en Côte-d'Ivoire en 1987 (tab. 2), mais elle est quand même nettement inférieure à celle qui avait été estimée pour ce pays à la même période de 1981; on notera de plus que cette dernière campagne n'a couvert qu'une partie de la zone de répartition du stock (qui a pu s'y trouver concentré). Les débits supérieurs et proches de la moyenne de 1979-1980 peuvent, dans une certaine mesure, être mis en relation avec la baisse relative de l'abondance apparente du baliste notée en 1980-1981 dans les rendements des petits chalutiers côtiers ghanéens et en 1981 (par rapport à 1979-1980) dans les rendements en baliste du N/O Kakadiamaa au Ghana. Binet (1982) indique que les biovolumes de zooplancton remontent de 1978 à 1980.

L'influence négative de la dessalure, et/ou des facteurs qui lui sont liés, peuvent être perçus à une échelle saisonnière pour le stock guinéen. La première obser-

Fig. 3

Variations de l'hydraulicité moyenne de 13 fleuves étudiés de 1944 à 1986 entre la Côte-d'Ivoire et le Congo (Mahé, 1987).

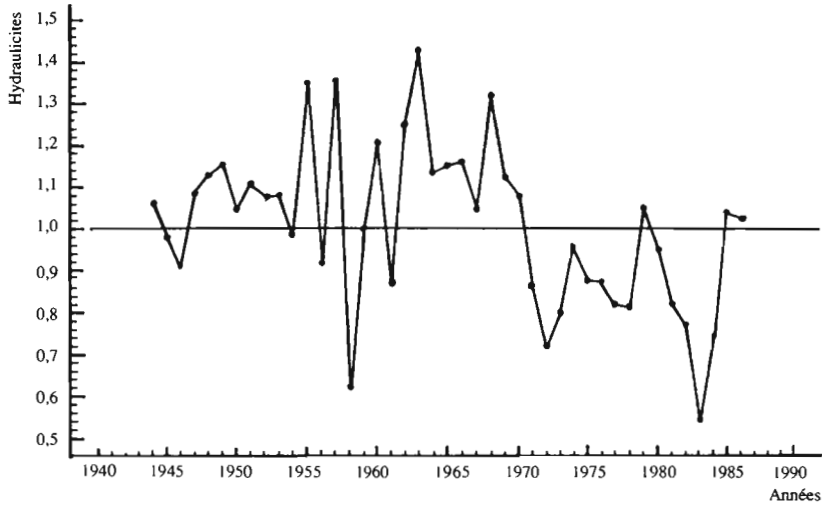
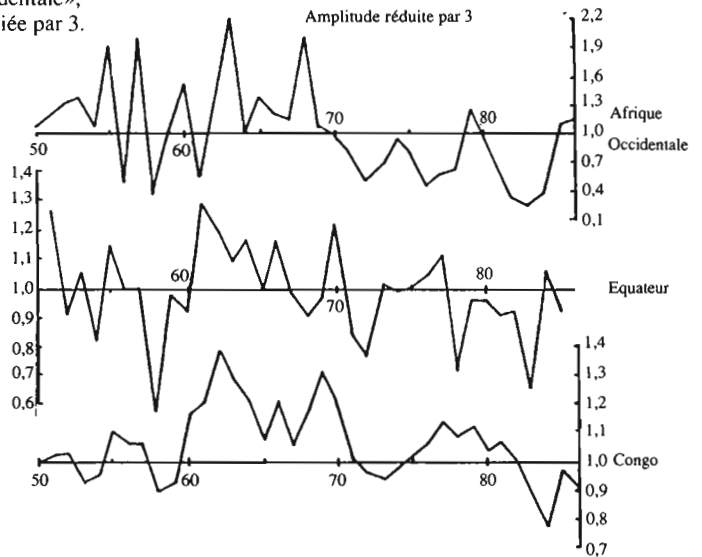


Fig. 4

Variations de l'hydraulicité moyenne de 3 zones (Mahé, 1987). L'hydraulicité du Congo est définie à partir de son débit moyen calculé sur la période 1903-1986. Compte tenu de la très forte variabilité des débits des fleuves de la zone «Afrique Occidentale», l'échelle du premier graphique a été multipliée par 3.





vation concerne la campagne du N/O Capricorne de novembre-décembre 1978 (Marchal *et al.*, 1979): une importante dessalure a été mise en évidence au sud de la Sierra Leone et le tracé en surface de l'isohaline 28 ‰ concorde assez bien avec la limite des faibles densités de balistes observées à l'intérieur d'une zone où les autres conditions du milieu, telles la température et la profondeur, paraissent favorables à l'espèce. Cette forte dessalure a été retrouvée dans la même zone lors de la campagne du N/O Cornide de Saavedra d'août 1980 (Bravo de Laguna, 1981) et les balistes y étaient absents. Une autre observation est issue de la comparaison des biomasses de balistes estimées par les navires soviétiques en saison des pluies (mai-octobre) et en saison sèche (novembre-avril) devant la Sierra Leone (tab. 5); elle permet à Chaytor *et al.* (1983) d'écrire que les fortes concentrations rencontrées en saison des pluies sont dues à une migration en provenance des eaux guinéennes et que les considérables diminutions d'abondance observées en saison sèche sont dues à une migration de retour. Comme en saison des pluies, les eaux côtières de la Guinée sont généralement plus dessalées que celles situées devant la partie Nord de la Sierra Leone (Bravo de Laguna, 1981 et fig. 5); on peut voir dans ce phénomène un évitement par les balistes des eaux fortement dessalées qui les concentrent dans cette dernière zone. Cependant, d'après les résultats de Marchal *et al.* (1979) et Bravo de Laguna (1981), la migration doit aussi s'effectuer à partir du Sud. L'évitement des eaux dessalées a été observé à nouveau en juin 1984, toujours devant la Sierra Leone, par le N/O Evrika: le rapport de campagne (AtlantNIRO, 1985) indique que les balistes se trouvent en grandes quantités (17 tonnes par 1/2 heure) à la limite extérieure du front des eaux dessalées, où la fuite de ces eaux en expansion (début de saison des pluies) a pu les concentrer.

Nous avons vu que devant le Sénégal et la Mauritanie le baliste est abondant ou pour le moins présent de 1978 à 1982; il disparaît quasiment à partir de 1985-1986. L'apparition, puis la disparition, du baliste au nord de la Casamance peut être reliée avec les phases de relaxation puis d'intensification de l'alizé sur la côte nord-ouest africaine: une période de minimum (1978-1984) fait suite à un maximum (1971 à 1977), on observe une nouvelle intensification en 1985-1986 (Roy, 1989). Le maximum d'abondance observé sur le fond en 1979 correspond aux minima du transport d'Ekman observés la même année dans les régions cap Blanc, Nord Sénégal et Sud Sénégal (fig. 6). Binet (1988) met en relation de manière probante la période d'extension méridionale du stock de sardine (*Sardina pilchardus*) centré sur le Maroc, avec les phases d'intensification de l'alizé. *S. pilchardus* tendrait alors à se substituer à la sardinelle *Sardinella aurita*, plus méridionale, dans la zone de transition entre les deux espèces. Ici, l'action de la température semble prépondérante dans l'extension d'espèces à affinités chaudes (baliste, sardinelle) ou tempérées (sardine). Au sud du Sénégal, les variations saisonnières d'abondance du baliste en Casamance peuvent, comme en

Tableau 5

Biomasses de balistes (10<sup>3</sup> tonnes) estimées par les navires soviétiques au dessus du plateau continental de la Sierra Leone en saison des pluies et en saison sèche, de 1977 à 1982 (d'après Chaytor *et al.*, 1983). Les données proviennent des campagnes de prospection et de chalutage des navires dont le nom se trouve entre parenthèses.

ANNEE	1977	1978	1979	1980	1981	1982
<b>SAISON</b>						
Saison des pluies (mai-octobre)	5.3 (Prognoz)		245.6 (Langust)	273.3 (Vykhma)	126.5 (Belogorsk)	
Saison sèche (novembre-avril)		1.8 (Vykhma)		20.0 (Prognoz)	12.4 (Belogorsk)	3.0

Sierra Leone, être aussi en relation avec une fuite des eaux dessalées guinéennes.

Pour le stock de baliste du Gabon-Congo, nous remarquerons que sa détection en 1985 correspond à des déficits du fleuve Congo, dont le plus important depuis 1950 a été observé en 1984 (fig. 5). Le Congo présente en moyenne 60 % des apports hydriques fluviaux dans le golfe de Guinée; ces apports sont cependant souvent entraînés en grande partie vers le large (Mahé, 1987) et ne participent que dans une bien moindre mesure aux dessalures côtières observées au nord de l'Equateur.

## DISCUSSION

Il ressort de l'étude que les variations des apports d'eau douce seraient à l'origine, au moins en partie, par des actions directes ou indirectes, de l'apparition massive et des variations d'abondance du baliste au large des côtes ouest-africaines, du Congo à la Casamance. En effet, sur une échelle régionale et pluriannuelle, plusieurs périodes d'augmentation ou de diminution de biomasse ont pu être mises en relation avec l'hydraulicité moyenne des fleuves, avec le plus souvent un temps de latence permettant une croissance des jeunes individus issus de l'explosion démographique suffisante à générer une augmentation sensible de la biomasse ou, au contraire, permettant de détecter l'effet de leur raréfaction. Les larves et les très jeunes balistes, qui vivent près de la surface, pourraient être sensibles à la dessalure qui induirait un accroissement de leur mortalité. En outre, il apparaît que les sub-adultes et adultes évitent les eaux saisonnièrement dessalées par des migrations pouvant amener leur concentration près des fronts halins. On peut donc considérer que l'importance de la dessalure dans le fond du golfe de Guinée (fig. 5) est l'obstacle, ou l'un des obstacles, à la présence en quantités significatives du baliste en des lieux où d'autres conditions

Fig. 5

Isohalines de surface dans l'Atlantique intertropical Est (d'après Merle, 1978).

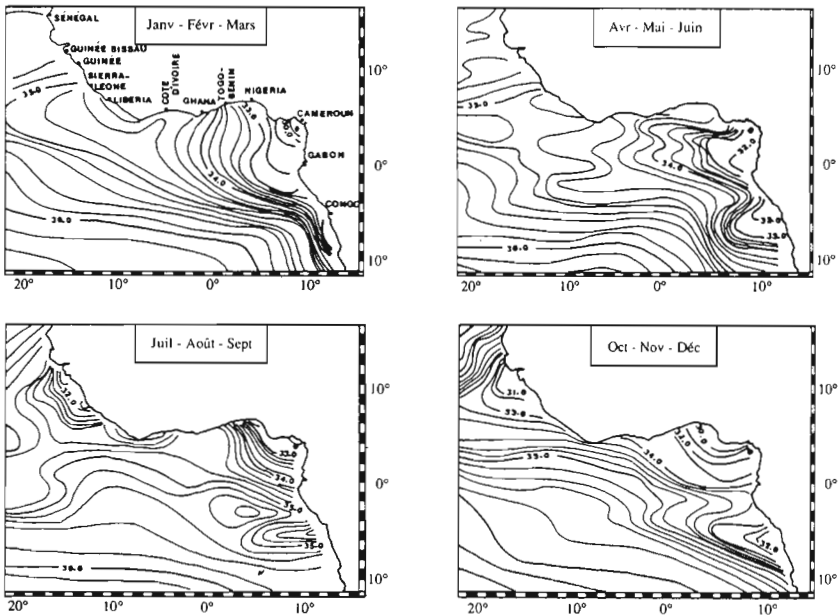
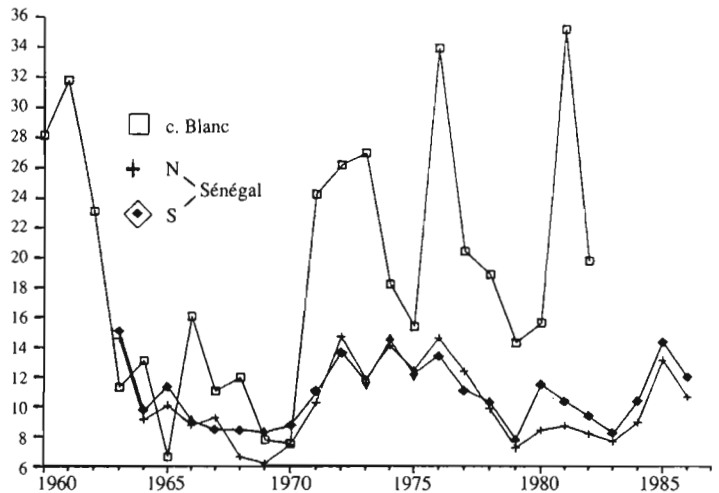


Fig. 6

Variations interannuelles du transport d'Ekman perpendiculaire à la côte, en  $m^3 \cdot s^{-1} / 10m$  de côte, calculé d'après la vitesse du vent pendant la saison d'upwelling, à Nouadhibou et à Dakar : cap Blanc (21°N), moyennes d'avril à juillet; Sénégal, moyennes de novembre à mai, calculées de part et d'autre du cap Vert (15°N). (in Binet, 1988).



du milieu (profondeur, nature du substrat) paraissent favorables à son développement. On notera également que la chronologie d'apparition des différents stocks a eu lieu dans le même ordre que l'importance des dessalures régionales.

Dans la zone sénégal-mauritanienne, là où les conditions de température paraissent limitantes pour une espèce d'eaux chaudes, la relaxation de la force des upwellings paraît avoir joué un rôle dans l'apparition des balistes et leur diminution ultérieure serait en relation avec l'intensification des vents. Force des upwellings et pluviométrie seraient inversement liées. Ainsi, d'après Belvèze (1984, présent volume), les débarquements de sardine au Maroc, entre Tanger et Agadir, sont en relation inverse avec l'importance de la pluviométrie et directe avec la force des upwellings. Binet (1982) pense qu'une telle corrélation existe dans la région Côte-d'Ivoire-Ghana. Il trouve une corrélation multiple élevée reliant les prises de *Sardinella aurita* aux débits et aux indices d'upwelling, alors que les corrélations partielles prise-débit et prise-upwelling, respectivement négative et positive, ne sont pas significatives.

Les modifications du climat à l'échelle pluri-annuelle auraient donc joué un rôle important dans la prolifération et les variations d'abondance du baliste. Cela serait sans doute également le cas pour d'autres espèces des côtes de l'Afrique de l'Ouest et nous avons déjà parlé du rôle possible d'une intensification des alizés sur le changement de répartition des sardines et sardinelles. On peut aussi citer:

- les bécasses de mer *Macrorhamphosus scolopax* et *M. gracilis* primitivement placées dans le genre Balistes, qui apparaissent dans les prises accessoires des sardinières et des chalutiers marocains au début des années 1970, sont très abondantes en 1974-1976 et disparaissent progressivement par la suite (Brêthes, 1979; Belvèze, 1984);
- le merlan bleu (*Micromesistius poutassou*), particulièrement abondant au Maroc vers 1960 puis complètement disparu par la suite (Brêthes, 1979);
- la poule de mer (*Dactylopterus volitans*), dont une augmentation de biomasse aurait accompagné, dans une moindre mesure, celle du baliste au Ghana (Gulland et Garcia, 1984; d'après Pupyshev, 1982). Il semble, d'après nos propres observations, que cette concordance dans l'augmentation des abondances des deux espèces aurait également eu lieu dans d'autres régions.

On notera que les trois dernières espèces citées sont semi-pélagiques comme le baliste, la poule de mer faisant de plus partie de la même communauté. Bécasses de mer et merlan bleu sont des espèces de la pente continentale à affinités septentrionales dont une augmentation massive de l'abondance au large du Maroc non saharien est apparue après deux périodes d'intensification des alizés se situant elles-mêmes dans une phase plus longue, commencée au début des années 1950, de décroissance de la vitesse des vents dans ce secteur (cette vitesse augmente par contre au large du Sahara). Belvèze (1984), s'appuyant sur les travaux de

Lamb (1982), relie cette longue phase, ainsi que la sécheresse au sahel, à un refroidissement général de l'hémisphère Nord qui serait le résultat d'un décalage général des zones climatiques vers le sud.

Crawford et Shannon (1988) montrent pour plusieurs espèces présentes au large de la Namibie et de l'Afrique du Sud des déplacements en latitude de certaines populations: Nord-Sud de la fin des années 1950 au début des années 1970 (*Sardinops ocellata*, *Trachurus trecae*), Sud-Nord du milieu des années 1970 à la première moitié des années 1980 (*S. ocellata*, *T. trecae*, *T. capensis*, *Engraulis japonicus*, *Scomber japonicus*, *Sardinella spp.*, *Dentex macrophthalmus*). Ils relient au niveau régional ces déplacements aux mouvements des masses d'eaux et à la force des upwellings. A une plus grande échelle, ces auteurs notent une concordance dans les déplacements d'espèces au Nord et au Sud de l'Afrique de l'Ouest, qu'ils connectent eux-aussi à de larges phénomènes climatiques.

Pour un autre océan, Larraneta (1988) montre que les variations du recrutement de la morue (*Gadus morhua*) dans une division statistique de l'Atlantique Nord sont très nettement reliées aux variations de la salinité, agissant comme signal hydrologique. Les changements hydrographiques modifient la relation stock-recrutement, mais plus comme le résultat de changements dans la production primaire qu'à travers quelque effet direct de la salinité ou la température sur les pré-recrues. Southward (1980) montre, pour des espèces étudiées dans la Manche, qu'un changement de la température moyenne de quelques dixièmes de degré suffit à inverser la dominance d'une espèce par une autre. Des modifications climatiques de faibles amplitudes peuvent donc avoir des effets considérables sur la répartition et l'abondance des populations.

On indiquera pour terminer la discussion et pour en revenir au baliste que sa stratégie de reproduction est probablement un élément majeur favorable à des explosions démographiques rapides. Le baliste a une fécondité moyenne (ISRA-ORSTOM, 1979) de 100 000 à 700 000 ovocytes au stade pré-ovule (Caverivière *et al.*, 1981), dont plusieurs dizaines de milliers sont pondus en une seule émission (Garnaud, 1960). Ce dernier auteur a observé que les oeufs étaient gardés, nettoyés et ventilés par la femelle jusqu'à l'éclosion de larves pélagiques. Il en résulte que chaque femelle peut donner naissance à un nombre impressionnant de larves viables permettant une prolifération rapide de l'espèce quand les conditions du milieu (environnement physique, nourriture, prédation) sont favorables à leur survie. Une telle stratégie démographique, garde et soins donnés aux oeufs, se rencontre également chez le poulpe *Octopus vulgaris*, or celui-ci a également été le sujet d'explosions démographiques au large des côtes sahariennes il y a une vingtaine d'années et plus récemment devant la Gambie en 1986. Plusieurs auteurs (Garcia-Cabrera, 1968; Pereiro et Bravo de Laguna, 1980; Caddy, 1981; Gulland et Garcia, 1984; Caverivière, 1989) attribuent ces proliférations du poulpe à une diminution impor-

tante par la pêche de la biomasse des prédateurs de larves et juvéniles. Le dernier auteur pense qu'un facteur lié aux conditions hydrologiques, la salinité étant exclue, agirait également.

Pour le baliste, la salinité pourrait être un facteur limitant, ou/et l'indicatrice d'autres facteurs limitants et quelques auteurs ont déjà noté que la présence des larves de certaines espèces pélagiques de l'Atlantique tropical Centre-Est est liée à un intervalle étroit de la salinité, alors que la température et la présence d'adultes matures ne seraient pas en cause. On citera la sardinelle *S. aurita* (Conand, 1977), le thon albacore *Thunnus albacares* et, dans une moindre mesure, le thon obèse *Thunnus obesus* et le listao *Katsuwonus pelamis* (Caverivière *et al.*, 1976; Caverivière et Suisse de Sainte Claire, 1980).

## CONCLUSION

Lors de la prolifération du baliste devant le Ghana et la Côte-d'Ivoire à partir de 1972, une relation entre l'augmentation de l'abondance et une hausse de la salinité des eaux superficielles a été établie (Caverivière, 1982). Depuis, plusieurs variations de l'abondance sur une échelle pluriannuelle ont été décelées en différentes régions d'une vaste zone s'étendant du Congo à la Mauritanie.

Dans le golfe de Guinée, ces variations d'abondance ont pu être mises en relation avec les débits des fleuves, qui sont le facteur principal de la dessalure des eaux côtières. La fuite des balistes d'eaux localement et temporairement fortement dessalées, où les autres conditions du milieu physique paraissent favorables à l'espèce, conforte l'hypothèse que les variations des apports d'eaux douces sur une plus longue période sont à l'origine, par des effets directs ou indirects, des variations de l'abondance à plus grande échelle. L'hypothèse d'origine d'une corrélation entre salinité et abondance se montre donc vérifiée par les événements ultérieurs, ce qui est suffisamment rare avec les phénomènes climatiques pour être souligné.

Dans la zone sénégalaise, à eaux plus froides, l'apparition du baliste, suivie de sa disparition, correspond à des périodes de relaxation puis d'intensification de l'alizé, déterminant la force des upwellings sur la côte nord-ouest africaine. On se trouve ici à la limite nord de répartition d'une espèce d'eaux chaudes et la température devient alors le facteur limitant. Le rôle de la température peut également être perçu dans la raréfaction saisonnière de saison froide des balistes, en particulier sur le fond, dans les zones à upwellings marqués du golfe de Guinée (Côte-d'Ivoire, Ghana).

Des modifications du climat aurait donc joué un rôle important dans la prolifération et les variations d'abondance du baliste. Ces modifications sont ressenties sur de très larges étendues géographiques et nous avons donné quelques exemples de leurs effets sur d'autres populations marines.

Comme pour beaucoup d'espèces, c'est la phase larvaire qui paraît la plus critique dans la vie du baliste. Les

larves et les juvéniles vivent à la surface, alors que les oeufs sont gardés et soignés par les femelles sur le fond. Une telle stratégie démographique serait propice à des proliférations rapides quand les conditions du milieu sont favorables à la survie des larves et juvéniles. Pour une meilleure compréhension des phénomènes, il sera nécessaire de pousser plus avant les études sur l'écophysiologie de l'espèce, particulièrement au niveau des premiers stades de sa vie.

## BIBLIOGRAPHIE

- Anonyme. 1976. Rapport du groupe de travail sur la sardinelle (*S. aurita*) des côtes ivoiro-ghanéennes. FRU/CRO/ORSTOM, Abidjan 28 juin - 3 juillet 1976, 86 p.
- AtlantNRO.. 1985. Report on the results of fishery investigations conducted by the R/V EVRIKA in the waters of the Republic of Sierra Leone. 8-28 June 1984. FAO, CEEAF/TECH/85/65, 24-64
- Belvèze H. 1984. Biologie et dynamique des populations de sardine (*Sardina pilchardus* Walbaum) peuplant les côtes atlantiques marocaines et propositions pour un aménagement des pêcheries. Thèse Doct. Etat Sciences Nat., Univ. Bretagne Occ., 532 p.
- Binet, D. 1977. Contribution à la connaissance du zooplancton néritique ivoirien. Ecologie descriptive et dynamique. Thèse Dr. Etat Sciences Nat., Univ. Pierre et Marie Curie, Paris VI, ORSTOM - Paris, 282 p.
- Binet, D. 1982. Influence des variations climatiques sur la pêche de *Sardinella aurita* ivoiro-ghanéennes: relation sécheresse-surpêche. Oceanologica Acta, 5, 4: 443-450.
- Binet, D. 1983. Zooplancton des régions côtières à upwellings saisonniers du golfe de Guinée. Océanogr. trop., 18, 2, 357-380.
- Binet D. 1988. Rôle possible d'une intensification des alizés sur le changement de répartition des sardines et sardinelles le long de la côte ouest africaine. Aquat. Living Resour., 1: 115-132.
- Bondar A. G. Zouev, 1985. Les ressources en poisson de la zone économique exclusive guinéenne et les perspectives de leur exploitation. Nathan International, Paris, 77 p.
- Bravo de Laguna G. 1981. Campana de prospeccion acustica de peces pelagicos en aguas de Sierra Leone, Guinea, Guinea Bissau y sur de Senegal (Pelagos 7909). FAO, CEEAF/TECH/81/30, 88-166.
- Brethes J. 1979. Contribution à l'étude des populations de *Macrorhamphosus scolopax* (L. 1758) et *Macrorhamphosus gracilis* (Lowe, 1839), des côtes atlantiques marocaines. Bull. Inst. Pêches Mar. Maroc, 24: 1-62.
- Caddy J. 1981. Quelques caractéristiques de l'aménagement des stocks de céphalopodes au large de l'Afrique de l'Ouest. FAO, COPACE/TECH/81/87, 33 p.
- Caverivière, A. 1979. Estimation des potentiels de pêche des stocks démersaux ivoiriens par les modèles globaux. Effets de la prolifération du baliste (*Balistes capricus*). Centre Rech. Océanogr. Abidjan, Doc. Scient. 10, 2: 95-164.
- Caverivière A. 1982. Le baliste des côtes africaines, (*Balistes carolinensis*). Biologie, prolifération et possibilités d'exploitation. Oceanologica Acta, 5, 4: 453-459.
- Caverivière A. 1988. Evolution des indices d'abondance du baliste (*Balistes carolinensis*) et de leur taille moyenne dans la zone Côte d'Ivoire Ghana - Togo - Bénin. FAO, COPACE/PACE SERIES 88/ (sous presse).
- Caverivière A. 1990. Etude de la pêche du poulpe (*Octopus vulgaris*) dans les eaux côtières de la Gambie et du Sénégal. L'explosion

démographique de l'été 1986. Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, Doc. Scient. 116, 42p.

• Caverivière A. F. Conand, E. Suisse de Sainte Claire, 1976. Distribution et abondance des larves de thonidés dans l'Atlantique tropico-oriental. Etudes des données de 1963 à 1974. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, Doc. Scient. 7, 2: 49-70.

• Caverivière A., F. Gerlotto, B. Stéguert., 1980. *Balistes carolinensis*, nouveau stock africain. La Pêche Maritime, 1229 (août 1980), 466-471.

• Caverivière A. E., Suisse de Sainte Claire. 1980. Recherches des larves de thonidés dans l'Atlantique tropico-oriental. Campagnes effectuées en 1976-1977 par le N/O Capricorne. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, Doc. Scient. 11, 1: 37-72.

• Caverivière A. M., Kulbicki, F. Gerlotto, J. Konan. 1981. Bilan des connaissances actuelles sur *Baliste carolinensis* dans le golfe de Guinée. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, Doc. Scient. 12, 1: 1-78.

• Chaytor D.E.B., L. Domanevsky, A. Ivanov, A. Kozhemyakin, V. Mokrousov, S. Overko, Y. Sazonov. 1983. A preliminary estimate of the biomass of coastal pelagic fishes in the waters of the Republic of Sierra Leone. 25 February-2 March 1982. FAO, CEEAF/TECH/83/48, 40-59.

• Crawford R.J.M. L.V. Shannon, 1988. Long term changes in the distribution of fish catches in the Benguela. In: Wyatt and Larraneta ed, Long term changes in marine fish population, Institute de Investigaciones Marinas de Vigo (Spain), p.449-480.

• Conand F. 1977. Oeufs et larves de la sardinelle ronde (*Sardinella aurita*) au Sénégal: distribution, croissance, mortalité, variations d'abondance de 1971 à 1976. Cah. ORSTOM, sér. Océanogr. 15, 3: 201-214.

• Dandonneau Y. 1973. Etude du phytoplancton sur le plateau continental de Côte d'Ivoire. III- Facteurs dynamiques et variations spatio-temporelles. Cah. ORSTOM, sér. Océanogr. 11, 4, 431-454.

• FAO-COPACE, 1984. Report on the R/V Dr. Fridtjof Nansen fish resource surveys off West Africa: Morocco to Ghana and Cap Verde. FAO, CEEAF/ECAF SERIES 84/29, 190 p.

• FAO-COPACE, 1986. Rapport du groupe de travail *ad hoc* sur les ressources démersales et les crevettes du secteur Gabon - Congo. FAO, COPACE/PACE SERIES 86/35, 100 p.

• Garcia-Cabrera C. 1968. Pulpo. Biología y pesca del pulpo (*Octopus vulgaris*) en aguas del Sahara español. Publ. Tech. Junta Estud. Pesca, Madrid, 7: 161-198.

• Garnaud J. 1960. La ponte, l'éclosion, la larve de baliste, *Balistes capricus* (Linné 1758). Bull. Inst. Océanogr. Monaco, (1169), 6 p.

• Gerlotto F., B. Steguert, M.A. Barbieri. 1980. Premiers résultats d'observations sur la biologie de *Balistes capricus* (Gmel.) dans la partie occidentale du golfe de Guinée. FAO, COPACE/PACE SERIES 80/21, 30-48

• Gulland J.A., S. Garcia. 1984. Observed patterns in multispecies fisheries. In: Exploitation of marine communities, R.M. May ed. Dahlem Konferenzen 1984, p. 155-190.

• ISRA-ORSTOM, 1979. La reproduction des espèces exploitées dans le golfe de Guinée. Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, Doc. Scient. 68, 213 p.

• Koranteng K.A. 1981. Preliminary report on a trawling survey of demersal fish stocks in Ghanaian waters, 1979-1980. Fish. Dept. Research and Utilization Branch, Tema, 15 p. mimeo.

• Koranteng K.A. 1984. A trawling survey off Ghana, 1981/1982. FAO, CEEAF/TECH/84/63, 72 p.

• Lamb H.H. 1982. Climate history and the modern world. Methuen (ed.) London and New York, 386 p.

• Larraneta M.G. 1986. Fish recruitment and environment. In: Wyatt and Larraneta (ed), Long term changes in marine fish population, Institute de Investigaciones Marinas de vigo (Spain), p. 21-36.

• Lévénez J.J., J. Lopez, 1982. Résultats de la campagne Echosar IV du N.O. Capricorne. Prospection des stocks de poissons pélagiques côtiers le long des côtes du Sénégal et de la Gambie en saison froide (11 au 24 février 1982). Centre Rech. Océanogr. Dakar Thiaroye, Arch. 119, 51 p.

• Lévénez J.J., J. Lopez. 1983. Résultats de la campagne Echosar V du N.O. Laurent Amaro. Prospection des stocks de poissons pélagiques côtiers le long des côtes du Sénégal et de la Gambie en saison froide. 4 au 17 mars 1983. Centre Rech. Océanogr. Dakar Thiaroye, Arch. 124, 45 p.

• Lévénez J.J., B. Samb, T. Camarena. 1985. Résultats de la campagne Echosar 6 du N.O. Laurent Amaro. Prospection des stocks de poissons pélagiques côtiers le long des côtes du Sénégal et de la Gambie en saison froide. Du 6 au 25 mars 1984. Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, Arch. 133, 39 p.

• Lhomme F. 1985. Estimation par chalutage des ressources halieutiques du plateau continental togolais. Mission Française de Coopération - ORSTOM, Lomé, 78 p.

• Mahé G. 1987. Etude de la variabilité des apports hydriques continentaux dans le golfe de Guinée en liaison avec son hydrologie océanique de surface. Mémoire D.E.A. National Hydrologie. Univers. Orsay (Paris XI), 103 p. + ann.

• Mahé G. Présent Volume. La variabilité des apports fluviaux au golfe de Guinée utilisée comme indice climatique.

• Marchal E., J. Burczynski, F. Gerlotto. 1979. Evaluation acoustique des ressources pélagiques le long des côtes de Guinée, Sierra Leone et Guinée Bissau (N/O Capricorne: nov. - déc. 1978). PNUD/FAO/GUI/74/024/2, 95 p.

• Marchal E. J. Burczynski, F. Gerlotto, B. Steguert, F. Varlet, 1980. Evaluation acoustique des ressources pélagiques le long des côtes de Guinée, Sierra Leone et Guinée-Bissau (N/O Capricorne: mars 1979). PNUD/FAO/GUI/74/024/3, 80 p.

• Marchal E., E. Josse, F. Gerlotto, J. Lopez. 1982. Résultats des campagnes Echosar 1 (février 1980) et Echosar 2 (septembre 1980). Prospection des stocks pélagiques le long des côtes du Sénégal, de la Gambie et de la Mauritanie. Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, Arch. 114, 106 p.

• Marchal E., E. Josse. 1982. Résultats de la campagne Echosar 3 du N/O Capricorne (mai 1981). Répartition des poissons pélagiques du cap Blanc au cap Roxo (Côte Occidentale de l'Afrique). Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, Rapp. int., 48, 64 p.

• Merle J. 1978. Atlas hydrologique saisonnier de l'Océan Atlantique intertropical. Trav. et Doc. ORSTOM, 82.

• Mingle C.A., P.A. Bukatin, S.M. Overko. 1983. Results of research on the biological resources in the territorial waters of the Republic of Liberia with R/V «Belogorsk». FAO/CEEAF/TECH/83/48, p. 100-110.

• Oliver P., J. Miquel, J. Bruno, J. Crespo. 1986. Informe preliminar de la campana realizada por el B/O Cornide de Saavedra en el Golfo de Guinea (Division 34.3.4) en 1986. Instituto Espanol de Oceanografia. Palma de Mallorca, sept. 1986, 74 p.

• Oliver P., J. Miquel, J. Bruno. 1987. Preliminary report of the survey carried out by R/V «Cornide de Saavedra» in Liberia, Côte d'Ivoire and Togo in May-June, 1987. Instituto Espanol de Oceanografia, Palma de Mallorca, June 1987.

• ORSTOM-SGTE. 1982. Evaluation des ressources en poissons pélagiques côtiers dans le golfe de Guinée. Rapport final ORSTOM, Paris, p. 66.

• Pereiro J.A. Bravo de Laguna J. 1980. Dinamica de la poblacion y evaluation de los recursos del pulpo del Atlantico centro oriental. FAO, COPACE/PACE SERIES 80/18, 57 p.

• Petit D. V. Le Philippe, 1984. Evaluation des biomasses en poissons pélagiques des plateaux continentaux de Côte d'Ivoire, Ghana, Togo et Bénin par écho-intégration. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, Doc. Scient. 15: 65-115.

- Pupyshev V.A. 1982. To the increase in the abundance of *Balistes capriscus* (Gmel. 1789) and *Cephalacanthus volitans* in the Gulf of Guinea in VNIRO fisheries investigations in the east tropical Atlantic. Proceedings lyoghaya I Pishchevayo Promyshlennost, p. 50-60.
- Robertson I.J.B. 1977. Les pêches dans l'Atlantique Centre-Est. Compte-rendu sommaire: Fiolent, 1976. FAO, COPACE/TECH/77/2, 117p.
- Roy, C. 1989. Fluctuations des vents et variabilité de l'upwelling devant les côtes du Sénégal. Oceanologica Acta. 12, (4): 361-369.
- Samb B. J.J. Lévenez. 1987. Résultats de la campagne «Echosar 7». Prospection des stocks de poissons pélagiques côtiers le long des côtes sénégalaises du 22 novembre au 5 décembre 1984. Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye. Arch. 158, 13 p.
- Stequert B. F. Gerlotto, V. Le Philippe, 1977. Campagne d'écho-intégration ECHOPROC. Résultats d'observations. Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye, Arch. 51, 90 p.
- Stromme T. 1983. Final report of the R/V Dr. Fridtjof Nansen. Fish resource surveys off West Africa from Agadir to Ghana. May 1981 - March 1982. Institute of Marine Research. Bergen, Norway. Also in FAO, CEEAF/ECAF SERIES 84/29, p. 1-156.
- Stromme T. G. Saetersdal, 1986. R/V Fridtjof Nansen Fish Resource surveys off West Africa: Morocco to Sierra Léone. August-December 1986. Part I. Final Report. NORAD-FAO/UNDP GLO82/001, 116 p.
- Southward A.J. 1980. The Western English Channel, an inconstant ecosystem ? Nature, 285, 5764: 361-366.
- Vendeville Ph. 1986. Rapport Mission Bénin. Campagnes de chalutage du N/O André Nizery, BENIN 8501 et BENIN 8601. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, 20 février 1986, 13 p. miméo.
- Zupanovic S., M. Cissé. 1977. Quelques observations sur les sardinelles (*S. aurita* et *S. eba*) et balistes (*B. capriscus*) capturés au large des côtes de Guinée. PNUD/FAO/GUI/74/024, 35 p.