

Influence des modalités d'exploitation sur la taille des crevettes dans l'estuaire de la Casamance (Sénégal)

LOUIS LE RESTE (1), ANIS DIALLO (2)

RÉSUMÉ

*La pêcherie de crevettes (*Penaeus notialis*) qui, dans l'estuaire de la Casamance, capturait seulement, jusqu'en 1984, à l'aide de filets fixes, les individus en migration vers la mer utilise également, depuis cette date, des filets dérivants qui, mouillés sur les hauts-fonds, prennent des tailles plus petites. En outre, l'utilisation des filets dérivants a probablement entraîné une diminution de la taille des crevettes pêchées par les filets fixes.*

Jusqu'en 1984, du fait de conditions hydrologiques particulières à la Casamance, la taille des crevettes capturées par les filets fixes augmentait généralement de l'embouchure vers l'amont, ce qui avait justifié l'interdiction de pêcher en aval de Ziguinchor (60 km de l'embouchure). Cependant, depuis l'introduction des filets dérivants en amont, le gradient de taille des crevettes pêchées le long de l'estuaire a disparu ; les crevettes pêchées en aval avec les filets fixes sont même plus grosses que celles pêchées en amont avec les filets dérivants. La réglementation, de ce fait, est devenue obsolète.

MOTS CLÉS : *Penaeus notialis* — Sénégal — Pêche estuarienne.

ABSTRACT

INFLUENCE OF THE FISHING TECHNOLOGY UPON THE SIZE OF THE SHRIMPS IN THE CASAMANCE ESTUARY

*The shrimp fishery on *Penaeus notialis* has used only fixed nets until 1984 in the Casamance estuary. Since then, the fishery has also been using drift nets of 100 m long or more. These nets are used in shallow waters and enable fishermen to catch smaller shrimps than fixed nets. Moreover, they have probably resulted in a decrease of the size of the shrimps caught with fixed nets.*

Until 1984, because of the particular hydrology of the Casamance estuary, the size of shrimps caught by the fixed nets increased from the river mouth upstream. This has led to the prohibition of fishing downstream of Ziguinchor, a city located at 60 km from the river mouth. However, since the introduction of drift nets upstream of Ziguinchor, the size gradient of the shrimps fished along the axis of the estuary has disappeared ; moreover shrimps captured downstream with fixed nets are now of a larger size than those fished upstream with drift nets. The current regulation has therefore become obsolete.

KEYWORDS : *Penaeus notialis* — Senegal — Estuarine fisheries.

(1) Adresse actuelle : 114, chemin de l'Oïde, 83500 Seyne-sur-Mer.

(2) Centre de recherches océanographiques de Dakar-Thiaroye, B.P. 2241, Dakar, Sénégal.

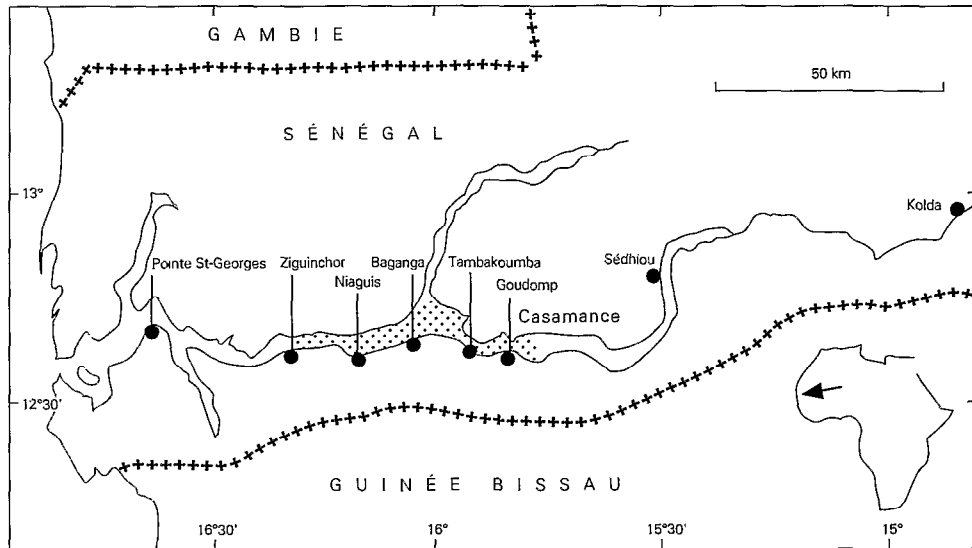


FIG. 1. — L'estuaire de la Casamance (zone légale de pêche entre Ziguinchor et Goudomp).
The Casamance estuary (authorized shrimp fishing area between Ziguinchor and Goudomp).

INTRODUCTION

La pêche crevettière, dans l'estuaire de la Casamance, dans le sud du Sénégal (fig. 1), a débuté en 1960. Les prises sont constituées par une seule espèce, *Penaeus notialis*, de très loin la principale espèce côtière exploitée en Afrique de l'Ouest et dont la biologie est relativement bien connue (DE BONDY, 1968; GALOIS, 1975; GARCIA, 1977; LHOMME, 1981; LE RESTE, 1982; LHOMME et GARCIA, 1984). Comme chez la plupart des pénéides côtiers, la reproduction a lieu en mer. Les postlarves pénètrent dans les estuaires. Les crevettes retournent en mer à une taille qui dépend des conditions environnementales (LE RESTE, 1984, 1987, 1992).

Jusqu'en 1984, les crevettes étaient exploitées à l'aide de filets en forme de poche fixés de part et d'autre de pirogues ancrées dans le chenal. De ce fait, les pêcheurs ne capturaient que les crevettes en migration vers la mer.

La pêche des crevettes n'est autorisée qu'entre Ziguinchor et Goudomp (fig. 1) pour deux raisons :

— les crevettes sont souvent plus petites en dehors de ces limites (LHOMME, 1981; LE RESTE, 1982, 1987);

— les ancres déchirant les filets à poisson, le confinement de la pêche crevettière entre Ziguinchor et Goudomp permet de réserver de vastes zones à la pêche du poisson, essentielle pour l'alimentation de la population.

À partir de la fin des années soixante, le déficit pluviométrique observé dans toute la zone sahélienne a eu pour conséquence une augmentation de la salinité dans l'estuaire, bénéfique pour la pêcherie de crevettes : les captures et la taille des crevettes pêchées ont augmenté (LE RESTE, 1984, 1992). Cependant, en 1984, consécutivement à deux années particulièrement déficitaires en pluie, la sursalure a eu des conséquences négatives ; la production de crevettes, qui pouvait atteindre 1500-1600 tonnes certaines années, est tombée à moins de 800 tonnes. En outre, la chute des captures s'est accompagnée d'une diminution de la taille des crevettes pêchées et donc de la valeur au kilogramme (LE RESTE, 1992).

Certains pêcheurs ont réagi à cette dégradation de la situation en adoptant des filets dérivants mesurant 100 m de long et plus qui leur permettent d'obtenir des rendements nettement supérieurs à ceux des filets fixes. Par ailleurs, l'interdiction de pêcher en aval de Ziguinchor, assez bien respectée jusqu'en 1984, ne l'est plus du tout. Les modalités de pêche avant et après 1985 sont schématisées dans la figure 2.

Nous nous proposons, en nous basant sur des observations réalisées en 1987, d'étudier les conséquences de l'introduction des filets dérivants et de l'extension de la pêche au filet fixe en aval de Ziguinchor sur la taille des crevettes pêchées et les implications en matière de gestion de la pêcherie.

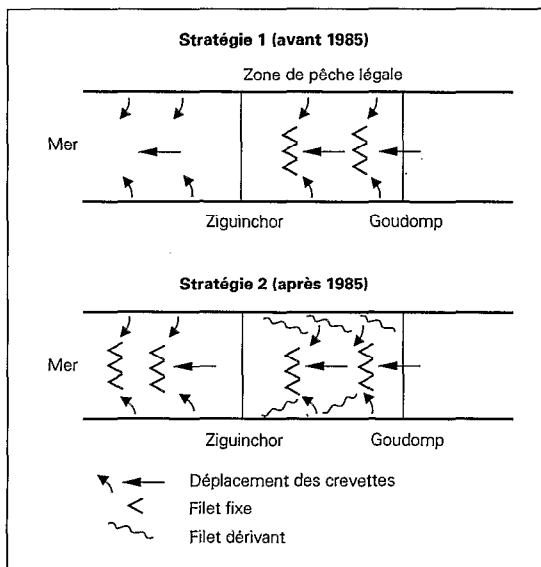


FIG. 2. — Schéma des deux stratégies de pêche.
The two patterns of fishery organization.

MÉTHODOLOGIE

L'étude a été réalisée entre janvier et décembre 1987. Chaque mois, des échantillons ont été prélevés à quatre sites : Pointe Saint-Georges, Niaguis, Tambakoumba et Goudomp (fig. 1). Le premier est situé dans la zone où la pêche des crevettes est interdite et que nous appellerons zone aval, les trois derniers dans la zone amont, où elle est autorisée.

Dans la zone en théorie interdite à la pêche, il n'y a que des filets fixes. Dans la zone où la pêche est autorisée, il y a à la fois des filets fixes et des filets dérivants. Les deux engins ont la même maille de 24 mm (étirée).

Les filets fixes sont des filets à l'égalage utilisés par paires, de part et d'autre de pirogues monoxyles ancrées dans le chenal (SECK, 1980; LOZAC'HMEUR, *in*: VENDEVILLE, 1985). Au niveau de l'ouverture, les filets ont 7 à 8 m de largeur et 1 m de hauteur. La pêche a lieu la nuit. Bien que les filets restent mouillés durant toute la durée du jusant, le montage et le démontage ne pouvant être réalisés qu'aux étales, les crevettes sont pêchées en moins de deux heures, quand le courant est le plus fort. La courbe de sélectivité a l'aspect d'une sigmoïde; $L_{50} = 18,7\text{mm}$ (L_c) (LE RESTE, 1986).

Les filets maillants dérivants ont été décrits par LOZAC'HMEUR (*in*: VENDEVILLE, 1985). Légèrement, leur longueur est limitée à 30 m; en fait, ils mesurent environ 120 m. Ils ont une profondeur de 2 m. Ils

sont plus emmêlants que maillants et de ce fait peu sélectifs. Ils sont utilisés sur les hauts-fonds, à partir de pirogues monoxyles propulsées à la pagaie. L'équipage est de trois hommes. L'un s'occupe de la manœuvre de la pirogue, les deux autres du filet. Lors de la remontée du filet, un pêcheur hale la ralingue supérieure, l'autre la ralingue inférieure; la plupart des crevettes sont piégées dans la poche ainsi formée, une minorité de crevettes étant maillées. La pêche a également lieu la nuit, mais durant toute la durée du jusant. Le filet est mouillé quinze à vingt fois, chaque opération durant une quinzaine de minutes.

À chaque site, deux échantillons de 1 kg (ou la totalité de la prise lorsqu'elle est inférieure à 1 kg) ont été prélevés auprès de deux pêcheurs différents utilisant des filets fixes. Les filets maillants ratissant une zone assez vaste, nous ne prélevons qu'un échantillon de 1 kg à chaque site de la zone amont.

Toutes les crevettes ont été mesurées (longueur céphalothoracique) au mm inférieur.

Nous comparerons la taille des crevettes pêchées avec chacun des filets dans la zone amont respectivement à Niaguis, Tambakoumba et Goudomp.

Nous comparerons également la taille des crevettes pêchées par les trois entités que constituent les filets fixes dans la zone aval (interdite), les filets fixes dans la zone amont (autorisée) et les filets maillants dérivants dans la zone amont.

Les analyses de variance des données, sur lesquelles une transformation logarithmique a préalablement été opérée pour stabiliser la variance, ont été réalisées avec le logiciel SAS avec la procédure GLM adaptée à des plans non équilibrés.

Enfin, nous rechercherons si, dans la zone amont, l'utilisation des filets dérivants a eu une influence sur la taille des crevettes pêchées avec les filets fixes. Une comparaison des tailles des crevettes pêchées en 1987 à celles observées avant 1985 n'est cependant pas simple car la taille de migration dépendant en partie des conditions environnementales peut varier considérablement (LE RESTE, 1987, 1992) et il faut donc en tenir compte.

Trois paramètres environnementaux sont susceptibles d'influencer la taille de migration (GARCIA et LE RESTE, 1981): la température, la vitesse du courant et la salinité. En Casamance, la température varie saisonnièrement entre environ 22 et 30 °C et les différences d'une année à l'autre sont insignifiantes (DE BONDY, 1968; LE RESTE, 1982; PAGES *et al.*, 1987). Par ailleurs, le débit du fleuve étant très faible, la crue est imperceptible dans l'estuaire; de ce fait, les seuls courants enregistrés sont les courants de marée (BRUNET-MORET, 1970; MILLET *et al.*, 1986), dont les variations interannuelles sont probablement très faibles. Les variations interannuelles de

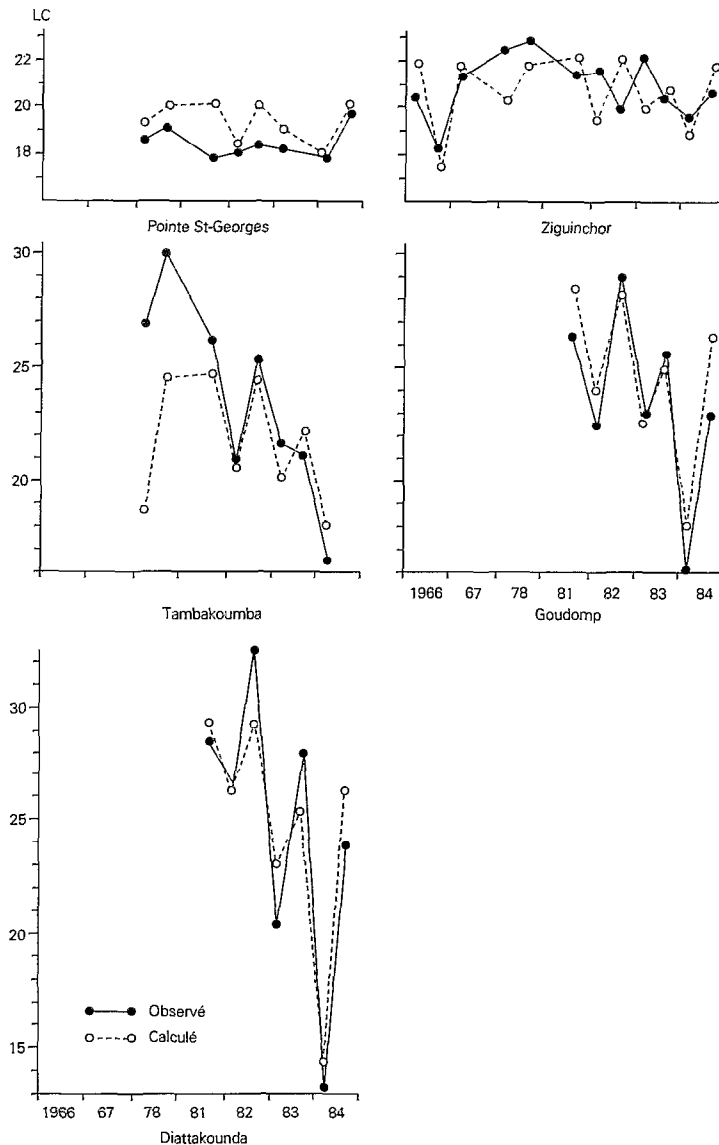


FIG. 3. — Variations de la taille observée et de la taille prédite par le modèle en différents sites (d'après LE RESTE, 1987).
Observed and calculated size variations at several sites (after LE RESTE, 1987).

la salinité, en revanche, sont considérables. En 1968, par exemple, en juin, en fin de saison sèche, la salinité passait de 37 ‰ à Ziguinchor à 23 ‰ à Goudomp; en octobre, en fin de saison humide, elle passait de 11 à 6 ‰ entre les deux localités (BRUNET-MORET, 1970). En 1984, toujours entre ces deux localités, elle passait de 52 à 69 ‰ en juin et de 38 à 47 ‰ en octobre (LE RESTE, 1987). Notons qu'il n'y a pas de stratification de la masse d'eau. En définitive, les variations interannuelles de la taille de migration dépendent essentiellement de la salinité et

de la pluviométrie qui la conditionne (LE RESTE, 1992).

Cependant, une année donnée, la taille de migration est susceptible de varier mensuellement et le long de l'estuaire (LHOMME, 1981; LE RESTE, 1982). Ces variations spatiotemporelles peuvent dépendre du cycle biologique et des conditions environnementales. Pour faire abstraction, autant que possible, de l'influence du cycle biologique, LE RESTE (1987) a étudié les variations de la taille de migration en fin de saison sèche (mai-juillet) et en fin de saison

humide (septembre-novembre) quand, du fait des valeurs extrêmes de la salinité, les conditions environnementales sont susceptibles de jouer un rôle déterminant. La température est toujours élevée entre mai et novembre et a été supposée ne pas intervenir dans la migration. Finalement, seules la salinité et la vitesse du courant ont été prises en considération par l'auteur. Le Reste a utilisé les mensurations de crevettes collectées pendant sept années (1966 et 1967, 1978, 1981 à 1984), alors que seuls fonctionnaient les filets fixes, à Pointe St-Georges, Niaguis, Tambakoumba, Goudomp et Diattakounda, à raison d'un échantillonnage en fin de saison sèche et un en fin de saison humide. Toutes les stations n'ont cependant pas été échantillonnées régulièrement. Les mesures de salinité ont été réalisées en même temps que les échantillonnages. Au total, l'étude a porté sur 42 séries de mesures taille-salinité. En revanche, l'auteur s'est référé à une seule mesure de courant par station. Les crevettes en migration peuvent en effet rester plusieurs jours dans le chenal à la même station (LE RESTE et COLLART-ODINETZ, 1987), probablement parce que la vitesse du flot est voisine de celle du jusant, et sont ainsi susceptibles de connaître une large partie de la gamme des courants enregistrables à cette station au cours d'un cycle de marée. Plus que les variations temporelles du courant à une même station, il importe donc de connaître les variations spatiales le long de l'estuaire. Le Reste a retenu, comme indice de vitesse, la vitesse maximale enregistrée en surface, dans le chenal, pendant le flot (la vitesse du flot est voisine de celle du jusant), le 26 mai 1983, durant une marée de vive eau. Les vitesses ont été mesurées en suivant l'onde de marée qui met une dizaine d'heures pour parcourir les 120 km séparant Pointe St Georges de Diattakounda. Les résultats ont été les suivants : Pointe St-Georges, 101 cm.s⁻¹; Niaguis, 84 cm.s⁻¹; Tambakoumba, 65 cm.s⁻¹; Goudomp, 35 cm.s⁻¹; Diattakounda, 30 cm.s⁻¹. Trois autres séries de mesures réalisées ultérieurement ont donné des résultats voisins (MILLET *et al.*, 1986). Le Reste a trouvé la relation suivante :

$$L_c = -0,00661 S^2 + 0,384 S - 0,126 V + 27,5 \quad (1)$$

L_c = longueur céphalothoracique en mm ;
 S = salinité en g.kg⁻¹ ; V = vitesse du courant en cm.s⁻¹. Toutes les variables sont significatives ($P < 0,001$). La relation explique 68,4 % de la variabilité spatiotemporelle. L'écart type est égal à 2,3 mm.

La figure 3 (d'après LE RESTE, 1987) montre les variations spatiotemporelles des tailles observées et calculées. La relation rend convenablement compte du gradient de taille atypique, croissant vers l'amont, mis en évidence pour la première fois par LHOMME (1981). Elle rend bien compte également, sauf en 1978 à Tambakoumba, des variations saison-

nières et interannuelles aux trois stations les plus en amont où les fluctuations de salinité sont les plus importantes. Elle rend compte, enfin, de la relative stabilité de la taille à Pointe St-Georges et Niaguis, où la salinité varie beaucoup moins qu'en amont. Elle n'est pas assez puissante, en revanche, pour expliquer les légères fluctuations observées à ces deux dernières stations.

La relation a été établie dans des conditions où la salinité a atteint 69 ‰ à Goudomp ; elle peut donc être utilisée en 1987. Nous l'utiliserons pour calculer, durant chacun des trois mois où la salinité est maximale (mai à juillet) et des trois mois où elle est minimale (septembre à novembre), aux trois stations en amont de Ziguinchor, les tailles des crevettes qui auraient été capturées par les filets fixes dans les conditions où la relation a été établie, c'est-à-dire en l'absence de filets dérivants, mais dans les conditions halines de 1987, et nous les comparerons aux tailles observées. Pour le calcul des tailles théoriques, nous tiendrons compte de la salinité mesurée la nuit où les échantillons ont été collectés (tabl. I). En revanche, comme dans le cas de l'établissement de la relation (1), nous utiliserons les valeurs de courant mesurées en mai 1983.

TABLEAU I

Salinité (‰) en fin de saison sèche (mai-juillet) et en fin de saison humide (septembre-novembre) dans la zone de pêche légale

Salinity (‰) at the end of dry (May-July) and wet season (September-November) throughout the authorized shrimp fishing area

	NIAGUIS	TAMBAKOUNBA	GOUDOMP
	SALINITÉ ‰		
Mai	50	55	60
Juin	52	57	63
Juillet	57	60	64
Septembre	36	37	44
Octobre	33	33	37
Novembre	37	39	39

Cela revient à comparer, pour chaque date et à chaque station, une moyenne empirique à une norme (SHERRER, 1984) :

$$t_c = \frac{X - \mu}{S_x / \sqrt{n}} \quad (2)$$

X = taille moyenne observée ; S_x = écart type ; n = nombre d'individus dans l'échantillon ; μ = taille de référence L_c calculée au moyen de la relation (1).

Nous rechercherons en fait si la taille observée est significativement inférieure à la norme. Pour tenir compte de la variance de cette dernière, nous prendrons successivement comme valeurs de la norme la taille moyenne μ_1 calculée avec la relation (1) et cette même taille diminuée de la valeur de l'écart type (2,3 mm), μ_2 .

RÉSULTATS

Taille des crevettes pêchées avec les deux engins en amont de Ziguinchor

Les variations saisonnières de la taille moyenne des crevettes pêchées avec les deux engins à Niaguis, Tambakoumba et Goudomp sont présentées dans la fig. 4. Aux trois stations, les crevettes pêchées avec les filets fixes sont significativement plus grandes que celles pêchées avec les filets dérivants (tabl. II et III).

Sur l'ensemble de l'année, les crevettes pêchées avec les filets fixes aux trois stations mesuraient en moyenne 19,1 mm et celles pêchées avec les filets dérivants 17,8 mm.

Taille des crevettes pêchées avec les deux engins dans la zone légale et avec les filets fixes dans la zone interdite

Les crevettes capturées avec les filets fixes, aussi bien en aval qu'en amont, sont significativement plus grandes que celles capturées avec les filets dérivants (tabl. IV et V). En revanche, il n'y a pas de différence significative entre la taille des crevettes pêchées avec les filets fixes respectivement en aval et en amont de Ziguinchor.

Taille des crevettes pêchées avec les filets fixes : tailles observées et tailles calculées

Les tailles moyennes théoriques μ_1 et les valeurs μ_2 ($= \mu_1 - \text{écart type}$) des crevettes que l'on aurait dû pêcher avec les filets fixes dans la zone de pêche légale sont portées dans le tabl. VI avec les tailles moyennes \bar{X} observées.

À Niaguis, la valeur de μ_1 n'est significativement supérieure à la moyenne observée que dans trois cas sur six; dans les trois autres cas, elle lui est inférieure. Quant à la valeur de μ_2 , elle est toujours inférieure à la moyenne observée.

À Tambakoumba, la valeur de μ_1 est significativement supérieure à la moyenne observée dans cinq cas sur six et ne lui est inférieure qu'en une occasion. Même μ_2 est significativement supérieure à la

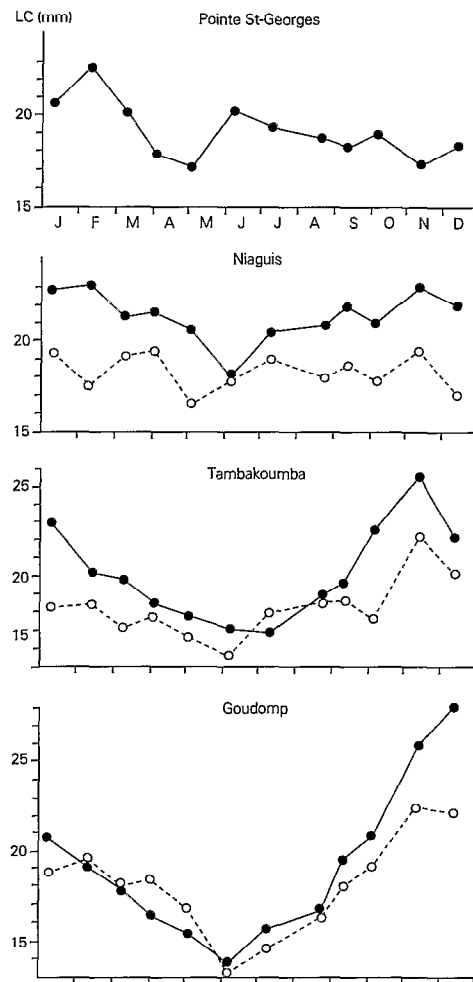


FIG. 4. — Variations saisonnières de la taille des crevettes pêchées avec les filets fixes (trait plein) et les filets dérivants (trait interrompu) aux différentes stations en 1987. Monthly variations of the size of shrimps caught with fixed (solid line) and drift nets (broken line) throughout the estuary in 1987.

TABLEAU II

Taille (Lc en mm) des crevettes pêchées avec les filets fixes et les filets dérivants dans la zone de pêche légale
Size (Lc in mm) of the shrimps caught with fixed and drift nets throughout the authorized shrimp fishing area

	NIAGUIS		TAMBAKOUMBA		GOUDOMP	
	Fixe	Dérivant	Fixe	Dérivant	Fixe	Dérivant
Nombre	2 688	2 269	3 435	2 139	4 144	2 456
Moyenne	21,1	18,2	19,4	18,0	17,6	17,2
Écart type	3,0	2,5	3,5	3,0	4,2	3,9

TABLEAU III

Analyse de variance de la taille des crevettes (après transformation logarithmique) capturées avec les filets fixes et les filets dérivants dans la zone de pêche légale

Analysis of variance of the size (after logarithmic transformation) for shrimps caught with fixed and drift nets throughout the authorized shrimp fishing area

	Source	D.L.	Somme des carrés	Carré moyen	F	Pr > F
Ensemble des stations	Modèle	5	17,231 4	3,446 3	530	0,000 1
	Erreur	17 125	111,385 6	0,006 5		
	Filet	1	3,699 5	3,699 5	569	0,000 1
	Station	2	11,587 1	5,793 6	891	0,000 1
	Filet x Station	2	1,944 8	0,972 4	149	0,000 1
Niaguis	Filet	1	5,045 1	5,045 1	1 290	0,000 1
	Erreur	4 955	19,373 3	0,003 9		
Tambakoumba	Filet	1	1,268 6	1,268 6	246	0,000 1
	Erreur	5 572	28,689 5	0,005 1		
Goudomp	Filet	1	0,182 2	0,182 2	19	0,000 1
	Erreur	6 598	63,322 8	0,009 6		

TABLEAU IV

Taille (Lc en mm) des crevettes pêchées respectivement avec les filets fixes et dérivants en aval et en amont de Ziguinchor

Size (Lc in mm) of the shrimps caught with fixed and drift nets below and above Ziguinchor

	Filets fixes aval	Filets fixes amont	Filets dérivants amont
Nombre	3 434	10 267	6 864
Moyenne	18,9	19,1	17,8
Écart type	2,7	3,9	3,2

TABLEAU V

Analyse de variance de la taille des crevettes (après transformation logarithmique) capturées avec les filets fixes et les filets dérivants en aval et en amont de Ziguinchor

Analysis of variance of the size (after logarithmic transformation) for shrimps caught with fixed and drift nets below and above Ziguinchor

	Source	D.L.	Somme des carrés	Carré moyen	F	Pr > F
Entités de pêche	Modèle	2	4,042 1	2,021 0	302	0,000 1
	Erreur	20 562	137,635 8	0,006 7		
Fixes amont x fixe aval	Modèle	1	0,003 0	0,003 0	0,4	0,51
	Erreur	13 699	93,195 2	0,006 8		
Fixes amont x dérivants amont	Modèle	1	3,699 5	3,699 5	507	0,000 1
	Erreur	17 129	124,917 4	0,007 3		
Fixe aval x dérivants amont	Modèle	1	1,913 9	1,913 9	345	0,000 1
	Erreur	10 296	57,159 0	0,005 6		

moyenne observée dans trois cas sur six ; elle lui est inférieure dans les trois autres cas.

À Goudomp, la valeur de μ_1 est toujours significativement supérieure à la moyenne observée. Même la valeur de μ_2 lui est significativement supérieure dans cinq cas sur six ; dans le dernier cas, elle ne lui est que légèrement inférieure.

Ainsi, la taille observée tend à devenir de plus en plus petite par rapport à la taille attendue, dans la zone de pêche légale, quand on va de l'aval vers l'amont. Ces résultats sont synthétisés dans la figure 5.

Il est intéressant de considérer le gradient de taille le long de l'estuaire (fig. 5). En saison sèche, la taille

TABLEAU VI

Comparaison de la taille (Lc en mm) moyenne des crevettes capturées par les filets fixes, en amont de Ziguinchor, avec la taille théorique (cf. texte). n = nombre de crevettes mesurées; X = taille moyenne observée; S_x = écart type de la moyenne observée; μ₁ = moyenne théorique; μ₂ = μ₁ — écart type de la moyenne théorique; t_c = $X - \mu / (S_x / \sqrt{n})$ (SCHERRER, 1984);

** quand $\mu > X$ avec $p < 0,01$

Comparison of the mean size (Lc in mm) of shrimps caught with fixed nets above Ziguinchor with the theoretical size (cf. text). n = number of shrimps measured; X = mean size observed; S_x = standard deviation of the observed mean size; μ₁ = theoretical mean size; μ₂ = μ₁ — standard deviation of the theoretical mean size; t_c = $X - \mu / (S_x / \sqrt{n})$ (SCHERRER 1984): ** IF $\mu > X$ with $p < 0,01$

		Mai	Juin	Juil.	Sept.	Oct.	Nov.
Niaguis	n	124	399	287	224	239	190
	X	20,7	18,0	20,6	21,9	21,0	23,0
	S _x	2,8	2,6	2,0	1,4	2,3	2,8
	μ ₁	19,6	19,0	17,3	22,2	22,4	22,1
	t _{c1}		-7,7**		-3,2**	-9,4**	
	μ ₂	17,3	16,7	15,0	19,9	20,1	19,8
	t _{c2}						
Tambakoumba	n	355	226	248	278	164	142
	X	17,9	17,2	17,0	19,9	22,7	25,8
	S _x	1,6	1,3	1,9	2,6	3,3	2,9
	μ ₁	20,4	19,7	18,5	24,5	24,8	24,3
	t _{c1}	-29,4**	-28,9**	-12,4**	-29,5**	-8,1**	
	μ ₂	18,1	17,4	16,2	22,2	22,5	22,0
	t _{c2}	-2,4**	-2,3**		-14,7**		
Goudomp	n	391	294	290	312	223	139
	X	15,6	13,8	15,8	19,7	21,0	26,0
	S _x	1,8	2,6	1,6	2,0	3,5	2,9
	μ ₁	22,3	21,1	20,6	27,2	28,3	28,0
	t _{c1}	-73,6**	-48,1**	-51,1**	-66,2**	-31,1**	-8,1**
	μ ₂	20,0	18,8	18,3	24,9	26,0	27,5
	t _{c2}	-48,3**	-33,0**	-26,6**	-45,9**	-21,3**	

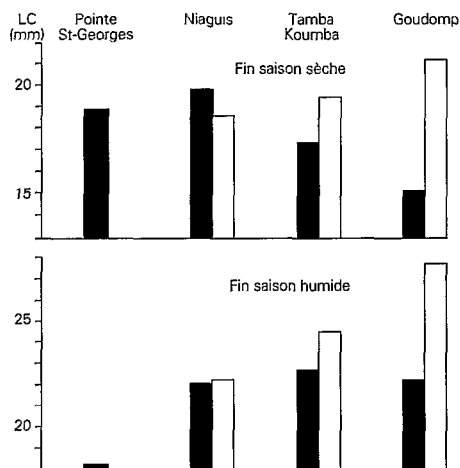


FIG. 5. — Taille moyenne des crevettes pêchées avec les filets fixes dans la zone légale : observée (noir); théorique (cf. texte) (blanc). Mean size of the shrimps caught with fixed nets in the authorized shrimp fishing area : observed (black); theoretical (cf. text) (white).

moyenne des crevettes pêchées (moyenne des valeurs de mai, juin et juillet) tend à diminuer vers l'amont, passant de 19 mm à Pointe St-Georges à 15 mm à Goudomp alors que, si on se réfère aux valeurs calculées en amont, on aurait pu s'attendre à un gradient légèrement positif.

En saison humide (moyenne des valeurs de septembre, octobre et novembre), la taille des crevettes pêchées augmente entre Pointe St-Georges et Niaguis mais reste à peu près stable entre Niaguis et Goudomp. Pourtant, si on se réfère aux valeurs théoriques en amont, on aurait dû observer un fort gradient positif vers l'amont, la taille passant de 18,3 mm à Pointe St-Georges à 27,8 mm à Goudomp.

Ainsi, sur l'ensemble de l'année, si le gradient observé reste positif entre Pointe St-Georges et Niaguis, il tend à s'inverser en amont de cette dernière localité. Ce résultat diffère de la plupart des observations antérieures à 1985 (LHOMME, 1981 ; LE RESTE, 1982, 1987) et de ce qu'on pouvait attendre, compte tenu de la situation haline.

Dans la zone de pêche légale, le gradient de taille des crevettes capturées avec les filets dérivants est également légèrement négatif vers l'amont sur l'ensemble de l'année (tabl. II).

DISCUSSION

Situation dans la zone légale

FILETS FIXES ET FILETS DÉRIVANTS

Le fait que les crevettes pêchées avec les filets dérivants soient plus petites que celles pêchées avec les filets fixes est un résultat relativement trivial. Les deux filets fonctionnent comme des poches et, comme ils ont la même maille, la taille des crevettes pêchées par chacun dépend essentiellement de la structure démographique des populations qu'ils exploitent. Les filets dérivants sont utilisés dans les zones où le courant n'est pas très fort, sur les hauts-fonds de part et d'autre du chenal. C'est dans ces zones que sont localisées préférentiellement les jeunes crevettes (PARKER, 1970 ; GALOIS, 1975 ; STAPLES, 1980 ; LE RESTE, 1982). Les filets fixes, eux, sont mouillés dans le chenal où le courant est plus fort et capturent les crevettes plus grandes en migration vers la mer.

FILETS FIXES AVANT ET APRÈS 1985

La taille moyenne des crevettes en migration variant en fonction des conditions environnementales, nous avons tenté de comparer les résultats de 1987 avec ceux qui auraient été obtenus avant 1985 dans les mêmes conditions halines.

Si on prend comme références les résultats calculés, il semble que la taille des crevettes pêchées à Niaguis en 1987 ait été à peu près normale. Sauf en juillet, la taille observée est toujours très proche de la taille théorique et elle oscille de part et d'autre de celle-ci. Dans la moitié amont de la zone de pêche légale, en revanche, il semble bien que les crevettes pêchées en 1987 par les filets fixes aient été anormalement petites ; non seulement les moyennes observées sont significativement inférieures aux moyennes théoriques dans onze cas sur douze, mais elles sont aussi significativement inférieures à ces moyennes diminuées de l'écart type dans huit cas sur douze.

Par ailleurs, les tailles sont si petites à Tambakoumba et surtout Goudomp que le gradient de taille le long de l'estuaire, en amont de Ziguinchor, est devenu négatif vers l'amont. Dans le passé, ce gradient était susceptible de s'inverser pendant une courte période : en fin de saison humide les années très pluvieuses ou en fin de saison sèche les années très déficitaires en pluie, quand la dessalure ou la sursalure en amont devenaient extrêmes. Cependant, si on considère la situation moyenne sur les deux périodes, il n'a jamais été observé de gradient négatif vers l'amont (LE RESTE, 1987). En 1966, alors que la salinité est descendue à 6 ‰ à Ziguinchor en fin de saison humide et a atteint des valeurs forcément plus faibles en amont, le gradient de salinité étant négatif vers l'amont les années pluvieuses, le gradient de taille est resté positif vers l'amont. En 1984, dans un contexte halin tout à fait opposé, alors que la salinité a atteint 69 ‰ à Goudomp en fin de saison sèche et encore 47 ‰ en fin de saison humide, le gradient de taille sur les deux périodes s'est annulé mais ne s'est pas inversé. Pour la première fois, donc, en 1987, le gradient de taille moyen annuel s'est inversé en amont de Ziguinchor, très nettement même puisque la différence de taille entre Ziguinchor et Goudomp est de 3,5 mm (Lc) en moyenne (tabl. II). Cela ne semble pas pouvoir s'expliquer par la situation haline dans l'estuaire, puisque d'après la relation (1) le gradient de taille en 1987 aurait dû être positif vers l'amont aux deux saisons sèche et humide.

En définitive, il semble bien que dans la moitié amont de la zone de pêche légale, les crevettes pêchées en 1987 par les filets fixes aient été anormalement petites eu égard à la situation haline.

On peut alors se demander si la diminution de la taille des crevettes pêchées avec les filets fixes en 1987 n'est pas une conséquence de l'utilisation des filets dérivants à partir de 1985. Cette hypothèse est d'autant plus séduisante que la péjoration croissante des tailles vers l'amont coïncide avec un emploi relativement plus important des filets dérivants dans la même direction. D'après un recensement réa-

lisé en octobre 1990 (GAYE, com. pers.), on notait 93 filets dérivants pour 656 filets fixes dans la zone Ziguinchor-Baganga et 79 pour 107 dans la zone Tambakoumba-Goudomp. Toute la zone de pêche étant bordée de villages et longée par une route qui rend facile le mareyage, il est raisonnable de penser que l'effort de pêche déployé à chaque niveau ne dépend que de l'abondance des crevettes. Aussi, plus que la valeur absolue de l'effort de pêche développé avec chaque engin, il est intéressant de considérer son importance relative. On constate alors que celle des filets dérivants est cinq fois plus importante dans la zone Tambakoumba-Goudomp que dans la zone Ziguinchor-Baganga. Cette répartition est évidemment liée à la diminution du courant vers l'amont, ce qui rend les filets fixes moins performants mais facilite au contraire l'emploi des filets dérivants.

Il est possible que lors des opérations de mouillage des filets dérivants une partie de la population en cours de croissance s'échappe vers le chenal et soit capturée par les filets fixes. Dès lors, ceux-ci ne captureraient plus seulement les crevettes en migration vers la mer mais également des crevettes n'ayant pas terminé leur croissance dans l'estuaire.

Il nous paraît cependant plus vraisemblable que la diminution de la taille des crevettes pêchées par les filets fixes soit essentiellement la conséquence d'un rajeunissement de la population en place du fait de son exploitation par les filets dérivants. Il est intéressant de constater, en effet, que le gradient de taille négatif vers l'amont, anormal pour la Casamance étant donné les salinités pour l'ensemble de l'année, qui est observé chez la population migrante peut déjà être noté chez la population en place (tabl. II).

Il est vrai qu'avant 1985, l'augmentation considérable de l'effort de pêche sur la population migrante, au fil des années, ne semble pas avoir eu de conséquence sur la taille des crevettes pêchées par les filets fixes (LE RESTE, 1992). Il est probable cependant qu'il en va différemment lorsque l'effort de pêche s'exerce sur la population en place. De telles diminutions de la taille ont déjà été signalées en mer (CAILLOUET et KOI, 1981 ; UNAR et NAAMIN, 1984). Elles pourraient donc être observées en estuaire, notamment en Casamance où les crevettes peuvent rester jusqu'à une assez grande taille. Ce risque est d'autant plus réel que les techniques de pêche, tout en étant très efficaces, sont peu onéreuses et peuvent être amorties avec de faibles rendements. La rareté d'activités alternatives aidant, cela autorise des efforts de pêche — et donc une mortalité par pêche — très importants. Garcia (1978) avait déjà noté qu'en lagune Ébrié, en Côte d'Ivoire, « la mortalité par pêche le long de la pêcherie est tellement élevée qu'il n'y a plus contamination des secteurs situés en

aval par la production des secteurs amont ». La même observation a été faite en Casamance (LE RESTE et COLLART-ODINETZ, 1987) et au Brésil (D'INCAO, 1991). Dans les trois cas, il s'agissait de pêcheries utilisant uniquement ou essentiellement des filets fixes mais il est évident que la même intensité d'effort de pêche, avec les mêmes effets, est susceptible de s'appliquer sur la population en place.

Dans le cas d'une mortalité par pêche très importante dans la population en place, les crevettes qui autrefois pouvaient grandir sur place au-delà de la taille à partir de laquelle elles commençaient à migrer du fait des conditions environnementales atteindraient maintenant difficilement cette taille, d'où une diminution de la taille moyenne des crevettes en migration.

Pêche clandestine en aval de Ziguinchor

Avant 1984, l'interdiction de pêcher en aval de Ziguinchor était assez bien respectée car les crevettes capturées en amont avec les filets fixes étaient nettement plus grosses (L'HOMME, 1981 ; LE RESTE, 1982) et de ce fait avaient une valeur marchande nettement supérieure.

En 1984, du fait de la très forte sursalure de l'estuaire, sursalure qui augmentait vers l'amont, le gradient de taille s'est inversé en fin de saison sèche (LE RESTE et COLLART-ODINETZ, 1987) et, logiquement, beaucoup de pêcheurs utilisant les filets fixes ont alors opéré en aval de Ziguinchor, dans la zone interdite.

En 1987, sur l'ensemble de l'année, les crevettes capturées par les filets fixes dans la zone aval ont à peu près la même taille que celles qui sont pêchées en amont de Ziguinchor. Cependant, cela est probablement une conséquence de l'utilisation des filets dérivants en amont et non pas de la sursalure. Si on se réfère aux tailles calculées avec la relation (1), on aurait dû en effet observer un gradient positif vers l'amont (fig. 5).

En se basant sur les observations antérieures à 1985, du seul fait des conditions environnementales, la disparition de gradient de taille le long de l'estuaire ne devrait être observée que pour des pluviométries exceptionnellement faibles ou fortes dans le contexte climatique actuel (LE RESTE, 1987). De plus, quelle que soit la pluviométrie, il semble que le gradient ne puisse s'inverser que pendant quelques mois de l'année : en fin de saison sèche les années très déficitaires en pluie, en fin de saison humide les années très pluvieuses. La réglementation paraissait donc la plupart du temps logique eu égard au gradient de taille et était de ce fait plus facile à faire respecter. En revanche, avec l'utilisation des filets dérivants en amont, il est à craindre que la dispari-

tion du gradient positif vers l'amont ne soit permanente. L'inadéquation de la réglementation serait alors chronique.

Du seul point de vue de la gestion du stock de crevettes, la situation apparaît encore plus absurde quand on constate que les crevettes pêchées illicitement avec les filets fixes en aval sont plus grosses que celles pêchées en toute légalité avec les filets dérivants en amont.

Gestion de la pêche

Plusieurs études ont été réalisées à travers le monde, en mer, pour optimiser les résultats (tonnage et valeur) en jouant sur la taille à la première capture (LUCAS *et al.*, 1979; CHANG CHENG, 1984; SLUCZANOWSKI, 1984; SOMERS, 1985; NICHOLS, 1986; CADDY, 1987; COURTNEY *et al.*, 1991; DIE et WATSON, 1992). D'après LUCAS *et al.*, pour *Penaeus merguensis* en Australie, cette taille devrait se situer entre 28,8 et 29,6 mm Lc pour optimiser les captures pondérales, et entre 30,6 et 32,6 mm Lc pour optimiser la valeur de la production. Pour *Penaeus duorarum* en Floride, les valeurs seraient respectivement égales à 100 mm (longueur totale) et 123 mm d'après Nichols, le sanctuaire des Tortugas étant destiné à protéger les crevettes mesurant moins de 103 mm (soit environ 21 mm Lc).

En Casamance, en amont de Ziguinchor, l'utilisation des filets dérivants qui, en 1987, capturaient des crevettes mesurant en moyenne 17,8 mm était donc probablement moins rationnelle que celle des filets fixes qui ont capturé des crevettes mesurant en moyenne 19,1 mm. Encore avons-nous vu que, en l'absence de filets dérivants, les tailles des crevettes pêchées avec les filets fixes à Tambakoumba et surtout Goudomp auraient été probablement plus grandes que celles qui ont été observées.

L'extension de la pêche au filet fixe vers l'aval est bénéfique pour la pêche artisanale. Il semble en effet qu'après la colonisation de l'estuaire par les postlarves, les crevettes grandissent plus ou moins sur place avant de retourner en mer (LE RESTE et COLLART-ODINETZ, 1987). Les captures de la zone aval, zone qui n'était pratiquement pas exploitée avant 1985, se surajoutent donc à celles de la zone amont.

Entre 1986 et 1991, les captures annuelles pour tout l'estuaire ont avoisiné 1 600 tonnes dont environ 1 400 tonnes pour la zone amont (LE RESTE, 1993). Les conditions environnementales ayant été favorables à une forte production, il n'apparaît pas d'une manière évidente que les filets dérivants aient eu un impact, positif ou négatif, sur le niveau des

captures. Pendant la même période, le poids moyen des crevettes commercialisées n'a cessé de baisser, passant de 14,6 g en 1986 à 8,8 g en 1991. Cette diminution est évidemment due en premier lieu au fait que les filets dérivants pêchent des crevettes plus petites que celles capturées avec les filets fixes, mais probablement aussi à la diminution de taille des crevettes migrantes du fait de l'exploitation intensive de la population en cours de croissance. Dans un premier temps, l'exploitation des crevettes en aval de Ziguinchor a dû contribuer également à une diminution de la taille des crevettes commercialisées, puisque les crevettes pêchées en aval étaient traditionnellement plus petites que celles pêchées en amont; mais ce n'était déjà plus le cas, nous l'avons vu, en 1987.

L'usage des filets dérivants devrait donc être interdit, au bénéfice des filets fixes. Les captures pondérales en amont en seraient probablement peu affectées, mais la taille des crevettes pêchées et donc la valeur de la production augmenteraient sensiblement.

La suppression des filets dérivants permettrait d'autre part de rétablir un gradient de taille positif vers l'amont. Il serait alors plus facile à l'administration de faire respecter l'interdiction de pêcher les crevettes en aval. Cet aspect est loin d'être négligeable. Les conflits entre les pêcheurs de poissons locaux, diola, et les pêcheurs de crevettes toucouleur dans la zone aval peuvent en effet être très violents (CORMIER-SALEM, 1992). Dans l'hypothèse où les conflits entre pêcheurs pourraient être réglés et l'interdiction de pêcher en aval levée, cela permettrait d'améliorer les résultats de la période antérieure à 1985, les captures de l'aval s'ajoutant à celles de l'amont.

Il faut par ailleurs souligner que, avant 1985, le «sanctuaire» de la zone aval garantissait un recrutement important en mer et contribuait ainsi au maintien d'un stock de géniteurs suffisant pour que le recrutement des postlarves en estuaire soit stable dans le temps. Il permettait aussi que les crevettes grandies dans cette zone soient pêchées en mer, par les chalutiers, à une plus grande taille, ce qui était peut-être plus rationnel; il faut cependant noter qu'une des priorités assignées au secteur de la pêche au Sénégal est la création d'emplois et les pêcheries artisanales répondent mieux à cette exigence que les pêcheries industrielles.

En tout état de cause, la situation actuelle cumule les inconvénients: production médiocre en termes de valeur dans la pêche artisanale, conflits entre pêcheurs, risques de surexploitation à l'échelle du stock, administration hafouée.

Manuscrit accepté par le Comité de rédaction le 5 mai 1994

RÉFÉRENCES

- BONDY (E. de), 1968. — Observations sur la biologie de *Penaeus duorarum* au Sénégal. *Doc. Sci. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye*, 16, 50 p.
- BRUNET-MORET (Y.), 1970. — *Études hydrologiques en Casamance*. Orstom, Paris, 52 p.
- CADDY (J.), 1987. — Size frequency analysis for crustacean-moult increment and frequency models for stock assessment. *Kuwait Bulletin of Marine Science*, 9 : 43-61.
- CAILLOUET (C. W.), KOI (D. B.), 1981. — Trends in ex-vessel value and size composition of reported May-August catches of brown shrimp and white shrimp from the Texas, Louisiana, Mississippi, and Alabama coasts, 1960-1978. *Gulf Res. Rept.*, 7 (1) : 59-70.
- CHANG CHENG (Y.), 1984. — «The prawn (*Penaeus orientalis* Kishinouye) in Pohai sea and their fishery». In GULLAND (J. A.), ROTHSCHILD (B. J.) éd. : *Penaeid shrimp — their biology and management*, New Books Ltd, Farnham, England : 49-60.
- CORMIER-SALEM (M. C.), 1992. — *Gestion et évolution des espaces aquatiques : la Casamance*. Paris, Orstom, coll. Études et Thèses, 583 p.
- COURTNEY (A. J.), MASEL (J. M.), DIE (D. J.), 1991. — *An assessment of recently introduced seasonal prawn trawl closures in Moreton Bay, Queensland*. Queensland Department of Primary Industries Information Series Q 191037, 84 p.
- DIE (D. J.), WATSON (R. A.), 1992. — A per-recruit simulation model for evaluating spatial closures in an Australian penaeid fishery. *Aquat. Living Resour.*, 5 : 145-153.
- D'INCAO (F.), 1991. — Pesca e biologia de *Penaeus paulensis* na Lagoa dos Patos, RS. *Atlantica*, 13 (1) : 159-169.
- GALOIS (R.), 1975. — *Biologie, écologie et dynamique de la phase lagunaire de Penaeus duorarum en Côte-d'Ivoire*. Thèse 3^e cycle, univ. Aix-Marseille-II, 120 p.
- GARCIA (S.), 1977. — *Biologie et dynamique des populations de crevettes roses Penaeus duorarum notialis Perez Farfante 1967 en Côte d'Ivoire*. Paris, Orstom, coll. Trav. Doc., 79, 271 p.
- GARCIA (S.), LE RESTE (L.), 1981. — Cycles vitaux, dynamique, exploitation et aménagement des stocks de crevettes penaeides côtières. *FAO Doc. Tech. Pêches*, 203, 210 p.
- LEE LONG (W. J.), HELMKE (S. A.), COLES (R. G.), 1991. — *Preliminary assessment of the 1988/89 east coast prawn trawling closure*. Queensland Department of Primary Industry Information Series Q 191038, 18 p.
- LE RESTE (L.), 1982. — Variations spatio-temporelles de l'abondance et de la taille de la crevette *Penaeus notialis* en Casamance (Sénégal). *Oceanologica Acta*, 4 : 327-332.
- LE RESTE (L.), 1984. — «Étude des variations annuelles de la production de crevettes *Penaeus notialis* dans l'estuaire de la Casamance (Sénégal)». In KAPETSKY (J. M.), LASERRE (G.), *Aménagement des pêches dans les lagunes côtières*. éd. : *Étud. Rev. CGPM*, 61 : 253-269.
- LE RESTE (L.), 1986. — «La pêche crevettière artisanale en Casamance». In LE RESTE (L.), FONTANA (A.) et SAMBA (A.), *L'estuaire de la Casamance : environnement, pêche, socio-économie*. éd. : Isra-Crodt, Dakar : 245-253.
- LE RESTE (L.), 1987. — Influence de la salinité et du courant sur la taille de migration des crevettes *Penaeus notialis* dans l'estuaire de la Casamance (Sénégal). *Rev. hydrobiol. trop.*, 20 (3-4) : 279-289.
- LE RESTE (L.), 1992. — Pluviométrie et captures des crevettes *Penaeus notialis* dans l'estuaire de la Casamance (Sénégal) entre 1962 et 1984. *Aquat. Living Resour.*, 5 : 233-248.
- LE RESTE (L.), 1993. — Comparaison des résultats de deux stratégies de pêche des crevettes dans l'estuaire de la Casamance (Sénégal). *Doc. sci. cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye*, 133, 16 p.
- LE RESTE (L.), COLLART-ODINETZ (O.), 1987. — Étude des déplacements de crevettes dans l'estuaire de la Casamance (Sénégal). *Rev. hydrobiol. trop.* 20 (3-4) : 271-277.
- LHOMME (F.), 1981. — *Biologie et dynamique de Penaeus notialis (Perez-Farfante, 1967) au Sénégal*. Thèse Dr., univ. Paris-VI, Pierre-et-Marie-Curie, 248 p.
- LHOMME (F.), GARCIA (S.), 1984. — *Biologie et exploitation de la crevette penaeide au Sénégal*. In GULLAND (J. A.), ROTHSCHILD (B. J.), *Penaeid shrimps — their biology and management*, éd. : News Books Ltd, Farnham, England : 111-141.
- LUCAS (A.), KIRKWOOD (G.), SOMERS (I.), 1979. — An assessment of the stocks of the banana prawn *Penaeus merguensis* in the Gulf of Carpentaria. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.*, 30 : 639-652.

- MILLET (B.), OLIVRY (J. C.), LE TROQUER (Y.), 1986. — «Étude du fonctionnement hydrologique de la Casamance maritime». In LE RESTE (L.), FONTANA (A.) et SAMBA (A.) *L'estuaire de la Casamance : Environnement, pêche, socio-économie*. éd. : Isra-Crodt, Dakar : 23-36.
- NICHOLS (S.), 1986. — Updated yield-per-recruit information on the Tortugas pink shrimp fishery. *North American Journal of Fisheries Management*, 6 : 339-343.
- PAGÈS (J.), DEBENAY (J. P.), LE BRUSQ (J. Y.), 1987. — L'environnement estuarien de la Casamance. *Rev. hydrobiol. trop.*, 20 : 191-202.
- PARKER (J. C.), 1970. — Distribution of juvenile brown shrimp *Penaeus aztecus* Ives in Galveston bay (Texas) as related to certain hydrographic features and salinity. *Contrib. Mar. Sci.*, 15 : 1-12.
- SCHERRER (B.), 1984. — *Biostatistique*. Gaëtan Morin, Québec, 850 p.
- SECK (P. A.), 1980. — *Catalogue des engins de pêche artisanale du Sénégal*. COPACE/PACE SERIES 79/16, 111 p.
- SLUCZANOWSKI (P.R.), 1984. — Modelling and optimal control : a case study based on the Spencer Gulf prawn fishery for *Penaeus latisulcatus* Kishinouye. *J. Cons. int. Explor. Mer.*, 41 : 211-225.
- SOMERS (I.), 1985. — Maximising value per recruit in the fishery for banana prawns, *Penaeus merguensis*, in the Gulf of Carpentaria. In ROTHLSBERG (P. C.), HILL (B. J.) and STAPLES (D. J.) éd. : *Second Australian National Prawn Seminar*, NPS2, Cleveland, Queensland, Australia : 185-191.
- STAPLES (D. J.), 1980. — Ecology of juvenile and adolescent banana prawns, *Penaeus merguensis*, in a mangrove estuary and adjacent off-shore area of the gulf of Carpentaria. I. Immigration and settlement of postlarvae. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.*, 31 : 635-652.
- UNAR (M.), NAAMIN (N.), 1984. — A review of the Indonesian shrimp fisheries and their management. In GULLAND (J. A.), ROTHSCHILD (B. J.), *Penaeid shrimps — their biology and management*, éd. : News Books Ltd, Farnham, England : 104-110.
- VENDEVILLE (P.), 1985. — Les pêcheries crevettières tropicales : moyens de production des divers secteurs et sélectivité. *FAO Doc. Tech. Pêches*, 261, 76 p.