

***Variations spatio-temporelles
des prises et de la taille des crevettes
Penaeus notialis
dans l'estuaire sursalé du Saloum (Sénégal)***

LOUIS LE RESTE (1)

RÉSUMÉ

Le Saloum (Sénégal, Afrique de l'Ouest) est un estuaire sursalé où la salinité, en 1991, a varié entre 35 et 40 ‰ à l'embouchure et entre 52 et 120 ‰ à 104 km en amont. Une pêcherie exploite les crevettes (Penaeus notialis), surtout avec des filets trainés le long des berges mais également, depuis quelques années, avec des filets filtrants.

Les variations saisonnières des prises et de la taille des crevettes sont inverses de celles de la salinité. À Foundiougne, principal centre de pêche, l'exploitation cesse quand la salinité atteint 53 ‰.

Les variations saisonnières des prises et des tailles à Foundiougne sont comparées à celles déjà observées en Casamance (le recrutement en postlarves dans les deux estuaires se fait probablement à partir du même stock de géniteurs en mer). La salinité étant moins élevée en Casamance on peut suivre ainsi les modifications des cycles lorsqu'on passe d'un estuaire « normal » peu salé à un estuaire inverse hypersalé.

Dans le Saloum, les crevettes pêchées sont de petite taille et parfois non commercialisables. Cela est dû surtout à la sursalure mais en partie également à la prépondérance des filets trainés. Une plus large utilisation des filets fixes, qui capturent des crevettes plus grosses en migration vers la mer, permettrait d'améliorer les résultats de la pêcherie.

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

ABSTRACT

CATCHES AND SIZE VARIATIONS THROUGH SPACE AND TIME OF THE SHRIMPS *PENAEUS NOTIALIS*
IN THE HYPERHALINE ESTUARY OF THE SALOUM (SENEGAL).

The Saloum River (Senegal, West Africa) is an inverse estuary with salinity of 35-40 ‰ at the mouth and of 52-120 ‰ at 104 km from the sea, in 1991. Shrimps Penaeus notialis are fished by night, essentially with hand nets operated in shore waters up to waist depth by two persons and, for the last few years, with fixed nets held on both sides of strongly anchored canoes, in the channel, during ebb-tide.

(1) 114, chemin de l'Oïde, 83500 La-Seyne-sur-mer.

Seasonal catches and size variations are inversely related with salinity. Fishing activities are stopped at Foundiougne, the most important fishing center, when salinity reaches 53 ‰.

Seasonal cycle at Foundiougne was compared with patterns observed in the already well studied Casamance estuary (both nurseries probably depend on the same stock). Because salinity is lower in Casamance, it can be seen how seasonal cycles change as estuary varies from «normal» and hypohaline to «inverse» and hyperhaline.

Shrimps fished in the Saloum estuary are small, and often unmarketable, essentially because of the hyperhalinity. But using the hand nets makes the smallness worse. Fixed nets which catch migrating shrimps seaward could improve the fishery results.

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

INTRODUCTION

Une pêcherie artisanale exploite les crevettes dans les estuaires du Saloum, du Diombos et du Bandiala au Sénégal (fig. 1). La principale espèce pêchée est *Penaeus notialis*, l'autre espèce, *Penaeus kerathurus*, représentant moins de 1 % des prises (DE BONDY, 1968).

Les crevettes sont essentiellement pêchées à l'aide de filets en forme de poche appelés «killis» trainés la nuit par deux hommes le long des berges. Plus rarement, les pêcheurs utilisent des filets fixés de part et d'autre de pirogues ancrées dans le chenal, la nuit, à marée descendante.

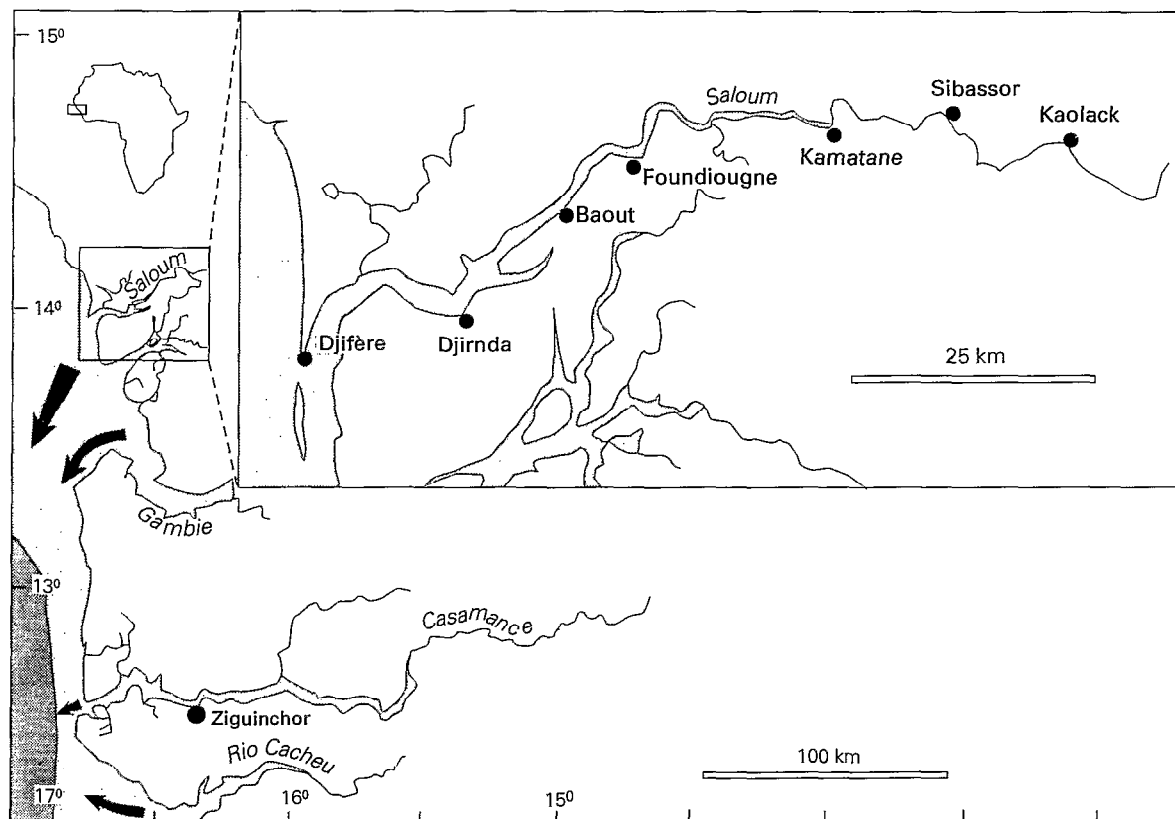


Fig. 1. — Estuaire du Saloum. Participation des différents estuaires de la région au recrutement dans la zone de pêche en mer (zone sombre), d'après LHOMME et GARCIA, 1984.

The Saloum estuary. Recruitement to the fishing area (dark zone) from the estuaries of the region, from LHOMME and GARCIA, 1984.

Le Saloum et les deux petits estuaires voisins ne reçoivent aucun cours d'eau et les seuls apports d'eau douce se situent en saison des pluies, de juillet à septembre. Ils ne permettent pas de compenser l'intense évaporation si bien que la salinité est supérieure à celle de l'eau de mer dans les trois estuaires presque toute l'année; elle peut même atteindre et dépasser 100 ‰ en amont du Saloum en fin de saison sèche.

La biologie et l'écologie de *P. notialis* ont été bien étudiées en Côte-d'Ivoire (GALOIS, 1975; GARCIA, 1977) et au Sénégal (DE BONDY, 1968; LHOMME, 1981; LHOMME et GARCIA, 1984; LE RESTE, 1982, 1987, 1992; LE RESTE et COLLART-ODINETZ, 1987). D'après LHOMME et GARCIA, le recrutement en post-larves dans le Saloum dépend, tout comme en Casamance, plus au sud, d'un stock d'adultes qui s'étend, en mer, de part et d'autre de la frontière entre le Sénégal et la Guinée-Bissau (stock de Roxo-Bissagos) (fig. 1).

En Casamance, où la salinité a beaucoup évolué depuis le début de la pêcherie, trois scénarios caractéristiques de variations saisonnières en fonction de la salinité ont été décrits pour la période 1960-1984 (LE RESTE, 1992). La plupart des cycles saisonniers observés se rattachent à l'un d'eux, les autres présentant un caractère mixte.

— Scénario 1 : la salinité se situe entre 33 et 40 ‰ en fin de saison sèche et entre 2 et 17 ‰ en fin de saison humide à Ziguinchor. Cette situation a prévalu entre 1962 et 1968 et en 1971.

— Scénario 2 : la salinité fluctue entre 40-47 ‰ et 17-32 ‰ (1972 à 1975, 1977, 1980).

— Scénario 3 : la salinité fluctue entre 47-54 ‰ et 32-47 ‰ (1981 à 1984).

Dans le Saloum, quelques observations sur les rendements et la taille des crevettes pêchées avec différents engins ont été réalisées par DE BONDY (1968). LHOMME (1981) a étudié les variations saisonnières d'abondance des postlarves et donne des résultats sur la taille des crevettes capturées par la pêcherie artisanale. Les tonnages mensuels totaux capturés par cette pêcherie sont communiqués par la Direction de l'Océanographie et des Pêches maritimes (D.O.P.M.). Les résultats annuels, récapitulés par LHOMME (1981) et Bousso (1991) font apparaître des fluctuations considérables (fig. 2).

Nous nous proposons d'étudier les variations spatio-temporelles des prises et de la taille des crevettes pêchées dans le Saloum de façon à mieux comprendre les à-coups de la pêcherie. Les résultats obtenus dans le Saloum sursalé seront interprétés à la lumière des observations déjà réalisées dans l'estuaire moins salé et même, à une certaine époque,

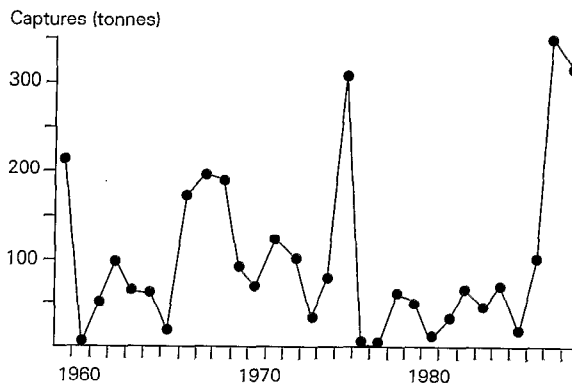


FIG. 2. — Évolution de la prise totale annuelle dans la zone du Saloum entre 1959 et 1988, d'après LHOMME, 1981 et Bousso, 1991.

Yearly catches of shrimps by the small scale fishery in the Saloum area from 1959 to 1988, from LHOMME, 1981 and Bousso, 1991.

très dessalé, de la Casamance (LE RESTE, 1992). L'étude réalisée dans le Saloum porte sur les pêches des « killis » et des filets fixes et a été conduite entre 1990 et 1993.

MÉTHODOLOGIE

L'étude a été réalisée entre juillet 1990 et décembre 1993 à Foundiougne, principal centre de pêche situé à 43 km de l'embouchure (2). Des observations ont également été faites pendant une durée plus limitée à Djirnda (km 24) et à Sibassor (km 88) qui sont les deux autres centres de pêche sur le Saloum.

Environnement physico-chimique

La température varie peu d'une année à l'autre et passe de 21-23 °C entre décembre et février à 31 °C entre juillet et octobre (LHOMME, 1981; DEME-GNINGUE et DIOUF, 1994).

En Casamance, la taille des crevettes, en fin de saison sèche et en fin de saison humide, c'est-à-dire aux périodes où les salinités sont extrêmes, a été corrélée, sur sept années d'observations, avec la salinité et la vitesse du courant (LE RESTE, 1987). Nous avons donc aussi retenu ces deux paramètres pour appréhender l'évolution spatio-temporelle du milieu dans le Saloum.

(2) Les distances sont comptées à partir de la brèche de Djifère.

SALINITÉ

Les salinités sont exprimées en gramme par kilo. Nous avons mesuré uniquement la salinité de surface, le gradient vertical étant relativement faible (de 2,5 ‰ en moyenne pour une salinité moyenne de 50 ‰ à Foundiougne d'après DEME-GNINGUE et DIOUF, 1994).

Des mesures mensuelles ont été faites en 1991 à Djifère, c'est-à-dire près de la nouvelle embouchure du Saloum, et Kaolak à 104 km en amont. À Foundiougne, les relevés ont été effectués pendant toute la durée de l'étude, entre juillet 1990 et décembre 1994 ; ceux de 1992 sont dus à DEME-GNINGUE et DIOUF (1994) et sont bimestriels ; les mesures manquantes ont été calculées par interpolation. Pour Djirnda, nous disposons des mesures bimestrielles de DEME-GNINGUE et DIOUF en 1992 et pour Sibassor de mesures mensuelles effectuées pendant la saison de pêche en 1993.

VITESSE DU COURANT

Tout comme en Casamance, les courants sont induits par la marée. Pour caractériser le courant à une station donnée nous avons mesuré, comme en Casamance (LE RESTE, 1987), la vitesse du courant de flot dans le chenal, en surface, pendant une marée de vive-eau.

Le 20 mai 1994, nous avons suivi l'onde de marée, à l'aide d'une embarcation rapide, entre Djifère et Sibassor. Des mesures ont été faites à Djifère, Djirnda, Baout, Foundiougne, Kamatane et Sibassor (fig. 1). À chaque station, les mesures étaient répétées jusqu'à ce qu'on soit assuré d'avoir enregistré la vitesse maximale. En Casamance, quatre opérations de ce type réalisées à des dates différentes ont donné

des valeurs très proches (MILLET *et al.*, 1986) et nous avons supposé que les vitesses mesurées dans le Saloum étaient également représentatives de la force du courant aux différentes stations.

Pêcherie

Nous avons étudié les prises par unité d'effort et la taille des crevettes pêchées.

L'unité d'effort correspond à l'effort de pêche d'un filet en ce qui concerne les « killis » et à celui d'une pirogue, c'est-à-dire de deux filets, en ce qui concerne les filets fixes, pendant une sortie. Les prises par unité d'effort sont connues grâce aux cahiers des peseurs qui collectent les crevettes au moment du débarquement.

Les périodes d'échantillonnage aux différents sites sont présentées dans le tableau I. Généralement deux fois par mois à Foundiougne et une fois par mois à Djirnda et Sibassor, deux échantillons de

TABLEAU II

Taille (Lc en mm) des crevettes pêchées le long du Saloum en octobre 1992.

Size (Lc in mm) of shrimps fished along the Saloum estuary in October 1992.

	Killi			Filet fixe		
	nbre	\bar{X}	Sx	nbre	\bar{X}	Sx
Djirnda	28	17,3	1,6	794	18,9	2,2
Foundiougne	282	18,0	2,7			
Sibassor	759	17,9	2,2	533	21,3	3,0

\bar{X} = moyenne ; Sx = écart-type.

TABLEAU I

Observations régulières réalisées pour l'étude de la pêche. Elles ont parfois été faites tout au long d'une année, parfois seulement pendant la saison de pêche, entre juillet-août et décembre.

Methodical data collected for the shrimp fishery study. Sometimes, they were collected throughout the year but, sometimes, only during the fishing season, from July-August to December.

Sites de pêche	Filets utilisés dans la pêche	Prises	Études réalisées	
			Prises par unité d'effort	Tailles
Djirnda	fixes	1991, 1992, 1993	saison de pêche 1993	saison de pêche 1993
Foundiougne	traînants	juillet 1990 - décembre 1993	1991 et saisons de pêche 1990, 1992, 1993	1991, 1993 et saisons de pêche 1990, 1992
Sibassor	fixes traînants	prises confondues des deux engins en 1992 et 1993	saison de pêche 1993	saison de pêche 1993

500 g (soit une centaine de crevettes par échantillon) étaient prélevés dans les prises de deux pêcheurs différents. Les crevettes étaient mesurées (longueur céphalothoracique L_c) au mm inférieur. Le poids moyen des crevettes était calculé en divisant le poids de l'échantillon par le nombre d'individus.

Pour étudier le gradient de taille le long de l'estuaire, nous avons échantillonné dans les trois centres de pêche, en octobre 1992, les prises réalisées avec les deux engins. À Foundiougne, cependant, les seules captures réalisées avec des filets fixes que nous ayons pu échantillonner ont été réalisées par un pêcheur qui a travaillé pendant quatre nuits, en novembre 1993, puis a abandonné, les résultats étant trop modestes.

RÉSULTATS

Environnement physico-chimique

SALINITÉ

En 1991, la salinité a varié entre 40 ‰ en juin et 35 ‰ en septembre à Djifère ; entre 57 ‰ en avril et 45 ‰ en octobre à Foundiougne ; entre 120 ‰ en mai et 52 ‰ en octobre à Kaolack (fig. 3). Sur cette figure, sont également portées les salinités enregistrées à Djirnda en 1992 et à Sibassor, pendant la saison de pêche, en 1993. Les variations saisonnières de la salinité reflètent celles de la pluviométrie locale, la saison des pluies s'étendant de juillet à octobre.

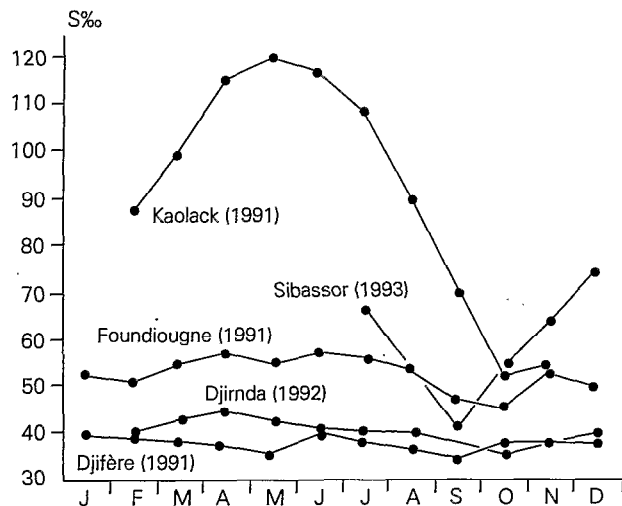


FIG. 3. — Variations saisonnières de la salinité en différents sites sur le Saloum.

Seasonal variations of salinity at different stations, along the Saloum estuary.

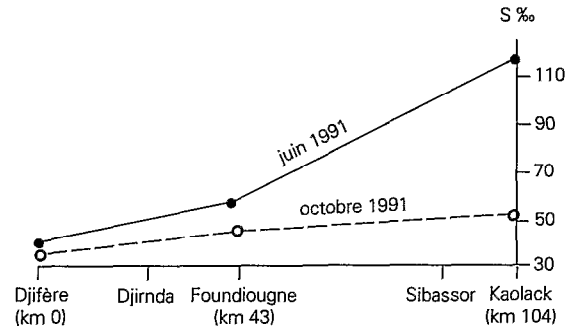


FIG. 4. — Variation de la salinité le long de l'estuaire en fin de saison sèche (juin) et en fin de saison humide (octobre) en 1991. Variation of salinity along the estuary at the end of dry (June) and wet (October) season in 1991.

Il apparaît nettement (fig. 4) que le Saloum fonctionne comme un estuaire inverse durant toute l'année.

Les variations saisonnières de la salinité à Foundiougne pendant la période d'étude sont présentées sur la figure 5. Pendant le deuxième semestre, la salinité a été plus élevée en 1990 et 1991 qu'en 1992 et 1993. PAGES et CITEAU (1990) ont montré qu'à Kaolack, la salinité dépendait de la pluviométrie de l'année et de celle des deux années précédentes.

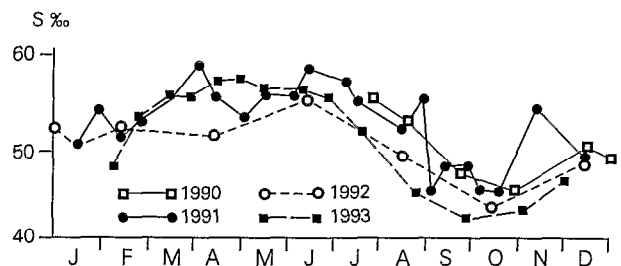


FIG. 5. — Variations saisonnières de la salinité à Foundiougne entre 1990 et 1993.

Seasonal variations of salinity at Foundiougne from 1990 to 1993.

Il est difficile de comparer la salinité de deux estuaires, en l'occurrence la Casamance et le Saloum, tant les variations aval-amont sont importantes. C'est néanmoins ce que nous avons essayé de faire en nous référant aux salinités observées à Foundiougne et à Ziguinchor qui sont à peu près à la même distance de l'embouchure (fig. 1). Le choix de ces deux localités est par ailleurs intéressant dans la mesure où elles marquent, en quelque sorte, les limites aval des pêcheries, l'essentiel des captures, dans les deux estuaires, étant réalisé en amont.

Par rapport aux trois situations halines décrites en Casamance à partir de la salinité à Ziguinchor (LE RESTE, 1992) et que nous avons évoquées plus haut, celle observée à Foundiougne entre 1990 et 1993 correspond à un quatrième scénario dans lequel la salinité fluctue, au cours de l'année, entre 54-58 ‰ et 42-45 ‰.

COURANTS

La vitesse maximale du courant de surface diminue de l'aval vers l'amont, passant de 138 cm.s^{-1} à Djifère à 61 cm.s^{-1} à Sibassor (fig. 6). Cette diminution n'est cependant pas régulière; le courant est ainsi moins rapide à Djirnda qu'à Baout et à Foundiougne qu'à Kamatane, probablement parce que le Saloum s'élargit à Djirnda et Foundiougne.

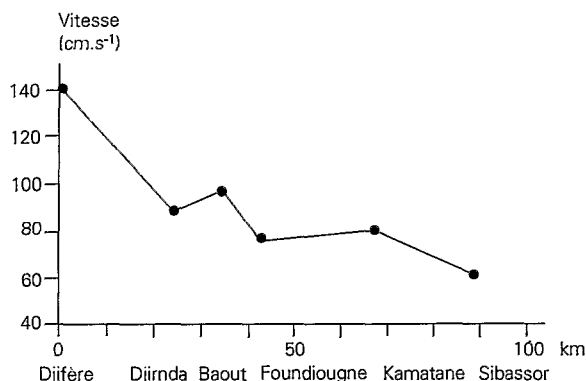


FIG. 6. — Vitesse maximale du courant de flot en surface, dans le chenal, durant une marée de vive-eau, le long de l'estuaire.
Decrease of surface tide currents along the Saloum estuary, at spring tide.

Pêcherie

PRISES ET PRISES PAR UNITÉ D'EFFORT

Dans le Saloum, la quasi-totalité des prises est réalisée entre août et décembre, les prises maximales étant enregistrées, selon les années, en septembre, octobre ou novembre (fig. 7). Ce résultat est en accord avec les observations antérieures (DE BONDY, 1968; LHOMME, 1981; LHOMME et GARCIA, 1984). Ces variations reflètent la disponibilité de la ressource comme le montrent celles de la prise par unité d'effort à Foundiougne (fig. 8).

On note une relation étroite, à l'échelle de l'année, entre les variations des captures et celles de la salinité, la saison de pêche se situant pendant la période où la salinité est la moins élevée.

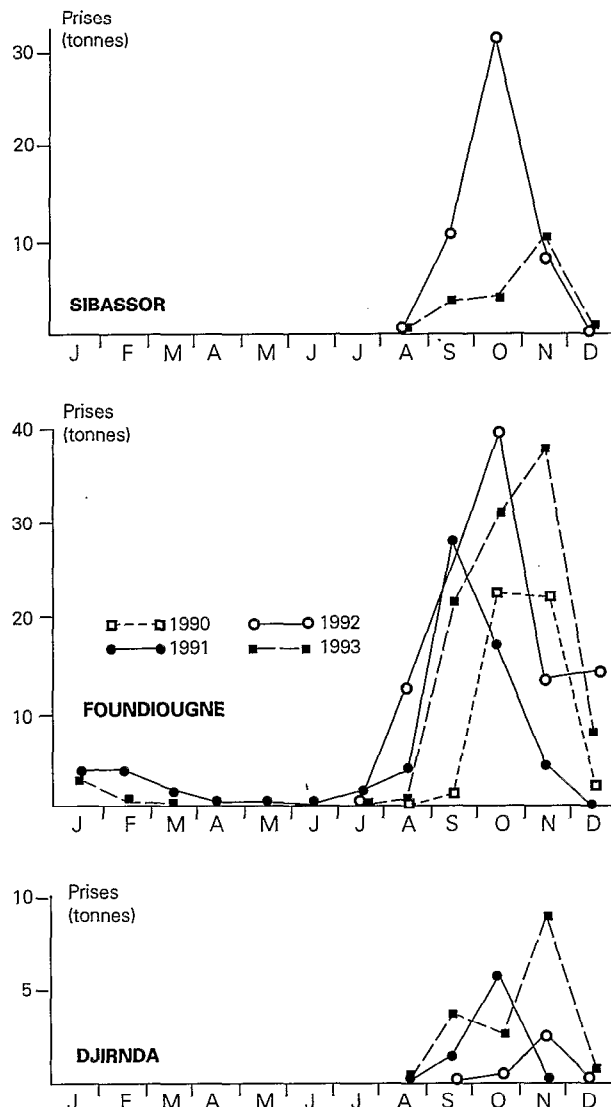


FIG. 7. — Variations saisonnières des captures de crevettes à Djirnda, Foundiougne et Sibassor (les légendes pour Foundiougne sont valables pour les trois localités).
Seasonal variations of shrimp catches at Djirnda, Foundiougne and Sibassor (Foundiougne legends are valuable for all localities).

Les prises par unité d'effort sont relativement élevées pendant la saison de pêche. Si on s'en tient à la période septembre-octobre-novembre, les rendements moyens par sortie, en 1993, ont atteint 22,3 kg et 15,2 kg respectivement à Djirnda et Sibassor pour les filets fixes et 14,4 kg à Foundiougne pour les «killis» (fig. 8).

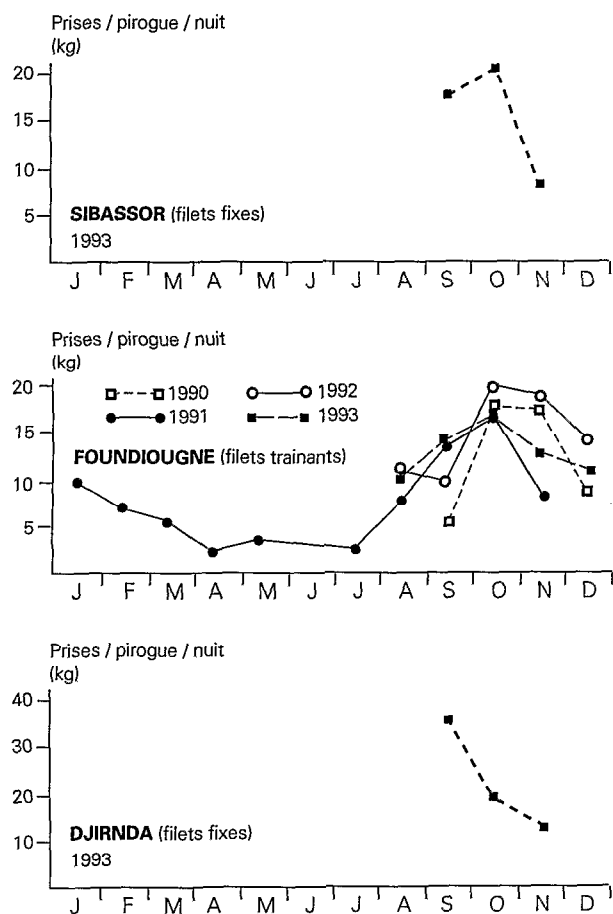


FIG. 8. — Variations saisonnières de la prise par unité d'effort à Djirnda, Foundiougne et Sibassor.

Seasonal variations of catch per unit of effort at Djirnda, Foundiougne and Sibassor.

Les variations saisonnières moyennes des prises à Foundiougne sont présentées dans la figure 9 à la suite des cycles correspondant aux trois scénarios de salinité décrits en Casamance. Pour le premier scénario, nous avons également tracé la courbe de salinité à Ziguinchor en 1967 (d'après DE BONDY, *op. cit.*). Pour le quatrième scénario est tracée la courbe de salinité à Foundiougne en 1991. Pour les scénarios 2 et 3, nous ne disposons que de mesures de salinité réalisées en fin de saison sèche et en fin de saison humide et ne pouvons donc présenter de courbes de variations mensuelles. En Casamance comme dans le Saloum, l'évolution mensuelle de la salinité est liée à l'alternance d'une saison sèche et d'une saison humide et les courbes seraient donc unimodales avec un maximum entre mai et juillet et un minimum entre septembre et novembre; comme pour chaque

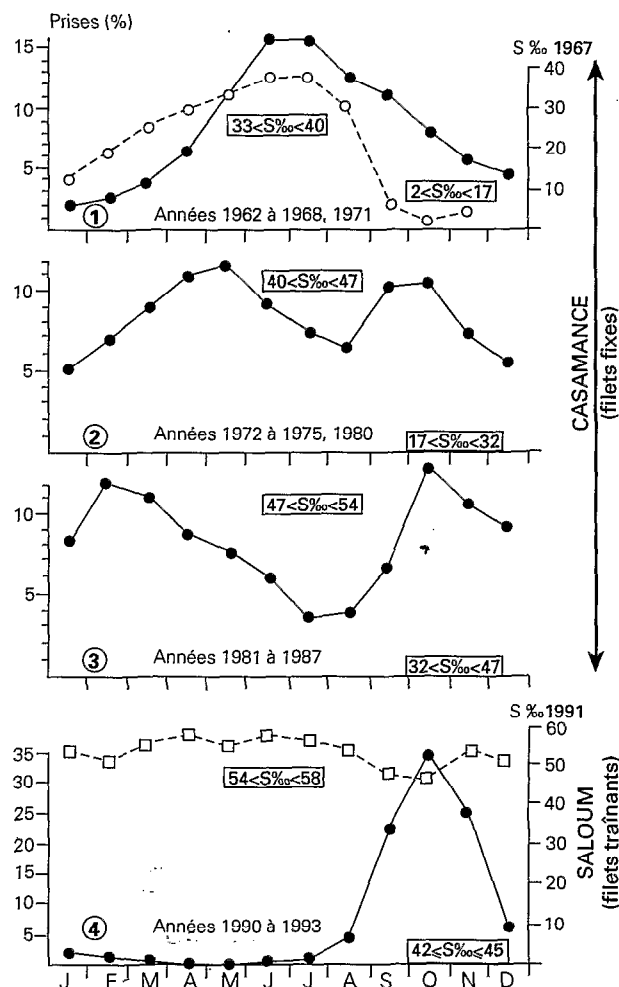


FIG. 9. — Variations saisonnières des captures (trait plein) et de la salinité (trait interrompu) en Casamance et dans le Saloum quand la salinité augmente (de haut en bas). Les salinités maximales et minimales (à Ziguinchor pour la Casamance et à Foundiougne pour le Saloum) sont indiquées pour les quatre types de situation haline.

Seasonal variations of catches (continuous line) and salinity (broken line) in Casamance and Saloum as salinity is increasing (downward). Maximum and minimum salinities (at Ziguinchor for Casamance and at Foundiougne for Saloum) are indicated for each haline situation.

scénario, nous avons indiqué la fourchette des valeurs maximales et minimales.

On constate qu'en milieu dessalé ou très sursalé la courbe des prises est unimodale; le maximum est observé en juin-juillet, quand la salinité est la plus élevée, dans le premier cas, et en octobre, quand elle est la moins élevée, dans le dernier.

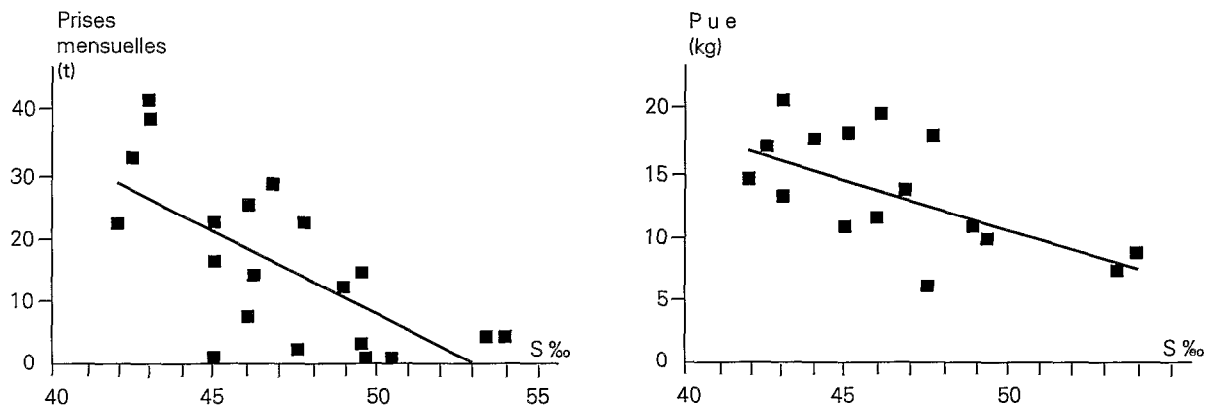


FIG. 10. — Captures et prises par unité d'effort mensuelles en fonction de la salinité à Foundiougne, durant la saison de pêche (août-décembre) entre 1990 et 1993.

Catch and catch per unit of effort versus salinity at Foundiougne during the fishing season (August-December) from 1990 to 1993.

Pour des salinités intermédiaires, il y a deux pics de captures, le premier entre février et mai, le second en septembre-octobre. Le premier maximum tend à devenir plus précoce, donc à survenir à une période où la salinité est moindre quand la salinité moyenne annuelle augmente.

Plus précisément, les résultats obtenus à Foundiougne durant les quatre années d'étude montrent l'existence d'une relation négative entre prises mensuelles au cours de la saison de pêche, d'août à décembre, et salinité (fig. 10). Pour des salinités supérieures à 42 ‰, les prises (C en tonnes) sont d'autant plus faibles que la salinité (S) est plus élevée. L'équation de la droite de régression s'écrit :

$$C = -2,6 S + 138 \quad (n = 20; r = -0,69)$$

La relation est significative au seuil 0,01. D'après cette relation, à Foundiougne, les captures deviennent nulles lorsque la salinité atteint 53 ‰.

On note cependant qu'à Djirnda, où la salinité ne dépasse pas 45 ‰, les crevettes ne sont pêchées qu'en saison humide comme à Foundiougne. À Sibassor, les captures sont également enregistrées en saison humide mais les maxima ont été observés alors que la salinité atteignait 66 ‰ en octobre 1992 et 64 ‰ en novembre 1993. Il semblerait donc que la disponibilité des crevettes ne dépende pas uniquement de la salinité.

Par ailleurs, il est intéressant de noter que la relation négative entre prises et salinité est inverse de celle généralement observée, à l'échelle inter-annuelle, en Casamance (LE RESTE, 1992).

Une relation négative est également observée à Foundiougne, pendant la saison de pêche, entre la

prise par unité d'effort (U en kg) et la salinité (fig. 10).

$$U = -0,75 S + 47,9 \quad (n = 17; r = -0,60)$$

La relation est significative au seuil 0,01. L'exploitation cesse, nous l'avons vu, quand la salinité atteint 53 ‰, donc lorsque la prise par unité d'effort devient inférieure à 8,2 kg.

TAILLES

À Foundiougne, la taille est minimale en saison sèche et maximale en saison humide (fig. 11). Bien que les observations soient incomplètes, les variations de la taille à Djirnda et Sibassor semblent être analogues à celles observées à Foundiougne.

Les variations saisonnières moyennes du poids individuel à Foundiougne sont présentées figure 12 à la suite des cycles correspondant aux trois scénarios de salinité décrits en Casamance. Pour le premier scénario, nous avons également tracé la courbe de salinité à Ziguinchor en 1967 (d'après de BONDY, *op. cit.*). Pour le quatrième scénario est tracée la courbe de salinité à Foundiougne en 1991.

Les variations saisonnières du poids individuel ne sont pas fondamentalement différentes au Saloum et dans les trois scénarios décrits en Casamance. On note cependant que la diminution du poids en mars-avril dans le scénario 1, peut-être due au recrutement dans la pêcherie des cohortes recrutées en janvier-février dans l'estuaire (LE RESTE, 1982), se prolonge jusqu'à juin dans le scénario 4. C'est là sans doute une conséquence de la sursalure croissante qui doit entraîner la mort ou le départ des crevettes à une taille de plus en plus petite, l'euryhalinité des

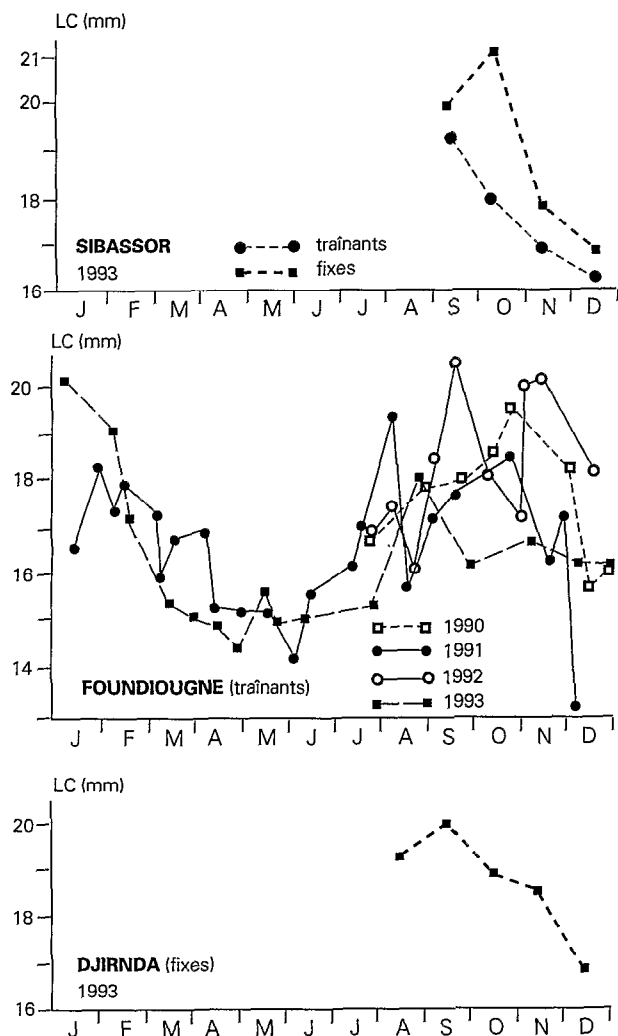


FIG. 11. — Variations saisonnières de la taille des crevettes pêchées à Djirnda, Foundiougne et Sibassor.
Seasonal variations of size of fished shrimps at Djirnda, Foundiougne and Ziguinchor.

crevettes diminuant quand la taille augmente (LE RESTE, 1987).

Par ailleurs, la brusque diminution du poids individuel en septembre, dans les deux premiers scénarios, qui était probablement due au départ des plus grands individus du fait de la dessalure brutale de l'estuaire à cette période, ne se produit plus dans les deux derniers scénarios. Le poids continue même à croître dans le Saloum en septembre et octobre et c'est l'augmentation de la salinité en novembre qui provoque une diminution du poids moyen.

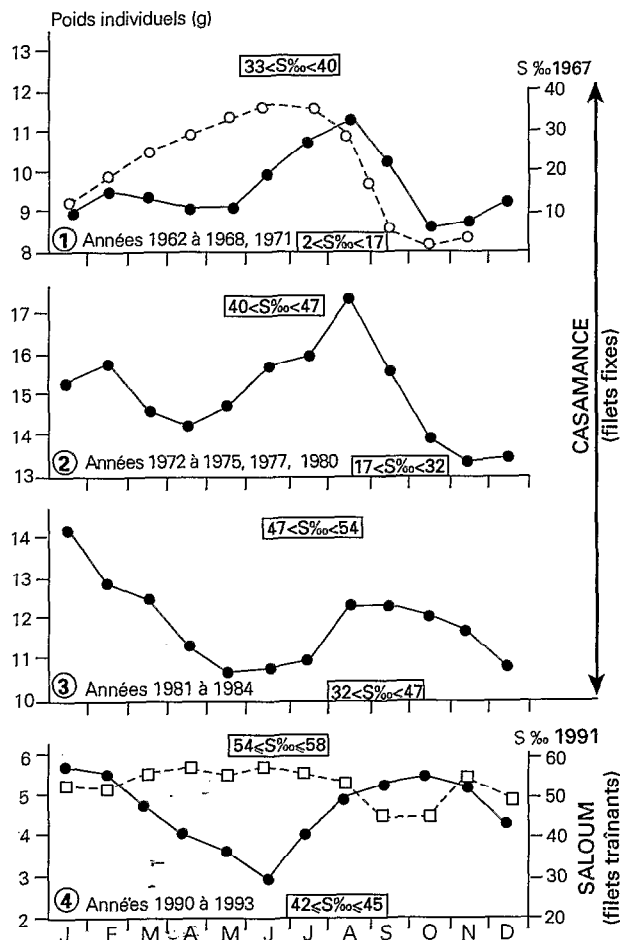


FIG. 12. — Variations saisonnières du poids individuel (trait plein) et de la salinité (trait interrompu) en Casamance et dans le Saloum quand la salinité augmente (de haut en bas). Les salinités maximales et minimales (à Ziguinchor pour la Casamance et à Foundiougne pour le Saloum) sont indiquées pour chacune des quatre situations halines.

Seasonal variations of individual weight of fished shrimps (continuous line) and salinity (broken line) in Casamance and Saloum as salinity is increasing (downward). Maximum and minimum salinities (at Ziguinchor for Casamance and at Foundiougne for Saloum) are indicated for each haline situation.

Il résulte de ces modifications que le poids moyen des individus varie globalement dans le même sens que la salinité dans le scénario 1 et en sens inverse dans le scénario 4.

L'examen des courbes de la figure 12 montre par ailleurs que les crevettes pêchées dans le Saloum sont nettement plus petites que celles pêchées en Casamance, le poids moyen mensuel ne dépassant pas

5,6 g. En moyenne, durant la période d'étude, le poids moyen des crevettes pêchées avec les «killis» est inférieur au minimum autorisé — 5 g, ce qui correspond à peu près à la taille limite commercialisable — pendant sept mois de l'année et ne le dépasse, très légèrement, que pendant les cinq autres mois.

Contrairement à ce qui avait été observé avec les prises, il n'y a pas de corrélation, à Foundiougne, durant la période août-décembre, entre la taille des crevettes pêchées et la salinité (fig. 13).

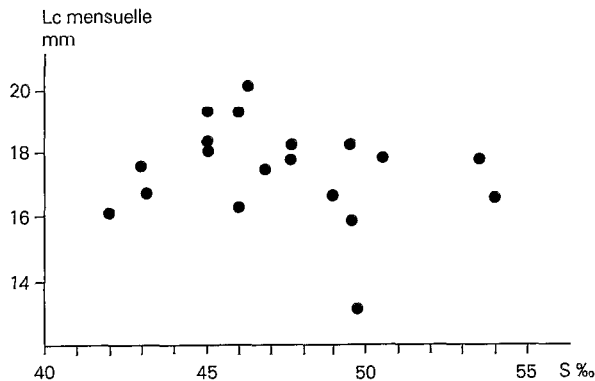


FIG. 13. — Taille moyenne mensuelle des crevettes en fonction de la salinité à Foundiougne, durant la saison de pêche (août-décembre) entre 1990 et 1993.

Average monthly size of fished shrimps versus salinity at Foundiougne during the fishing season (August-December) from 1990 to 1993.

En octobre 1992, la taille des crevettes pêchées avec les «killis» variait très peu le long du Saloum et se situait entre 17,3 et 18 mm Lc (tabl. II). En revanche, les crevettes en migration pêchées avec les filets fixes étaient sensiblement plus grandes à Sibassor qu'à Djirnda. Ce gradient atypique a déjà été signalé en Casamance (LHOMME, 1981; LE RESTE, 1982; LHOMME et GARCIA, 1984).

Filets fixes et killis ne coexistent qu'à Sibassor. Les premiers capturent régulièrement des crevettes plus grosses que celles pêchées par les seconds (fig. 11). Par ailleurs, aux trois dates où des pêches ont été réalisées avec les deux engins à Djirnda, Foundiougne et Sibassor, les résultats sont identiques : les crevettes pêchées avec les filets fixes sont plus grandes (fig. 14). Ces résultats sont conformes à ceux obtenus par LHOMME (1981).

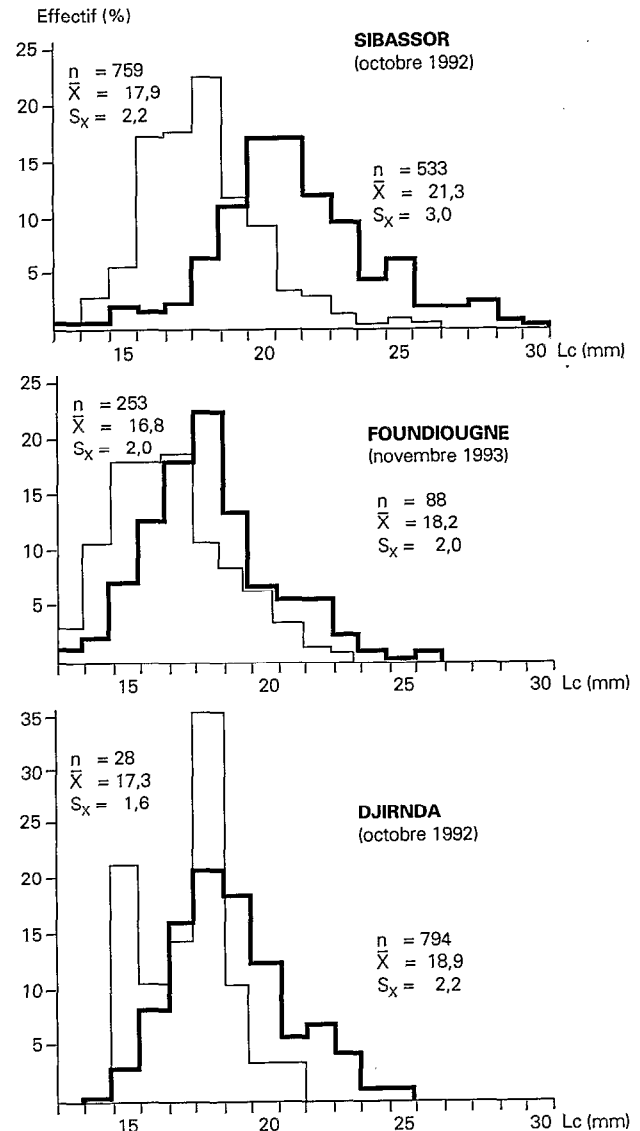


FIG. 14. — Taille des crevettes pêchées avec les filets fixes (à droite) et avec les filets trainants (à gauche) dans le Saloum. *Size of shrimps fished with fixed nets (right side) and hand nets (left side) in the Saloum estuary.*

DISCUSSION

Les observations de de BONDY (*op. cit.*) dans le Saloum ont été réalisées juste avant la diminution dramatique de la pluviométrie dans la zone sahélienne. Depuis cette époque, la salinité a fortement augmenté en saison humide puisqu'elle était de 16 ‰ à Foundiougne en octobre 1967. En revanche, la sali-

nité a peu changé en fin de saison sèche puisqu'elle atteignait déjà 51 ‰ en juin-juillet. Quant à la situation haline observée par LHOMME (*op. cit.*) en 1972-1973, elle correspond déjà à celle que nous avons décrite.

Les variations saisonnières des prises, elles, n'ont pas changé depuis qu'elles sont connues, c'est-à-dire depuis 1967.

Contrairement à la Casamance où le cycle saisonnier des captures, en même temps que la salinité, a considérablement varié depuis 1970 (LE RESTE, 1992), le Saloum peut être considéré comme un écosystème relativement stable.

Variations spatio-temporelles des prises et des tailles

VARIATIONS DES PRISES

La mise en perspective du cycle saisonnier dans le Saloum avec ceux observés en Casamance pour différentes situations halines semble indiquer que, du fait des variations spatio-temporelles considérables de la salinité, les maxima de prises ont peu de signification biologique. D'où probablement les difficultés rencontrées quand on essaye de les rattacher à des maxima de ponte ou à des recrutements de post-larves (LHOMME, 1981; LE RESTE, 1982; LHOMME et GARCIA, 1984).

La permanence de la reproduction tout au long de l'année au sud du Sénégal, avec des pics peu marqués et chronologiquement instables (LHOMME, LHOMME et GARCIA, *op. cit.*) contrairement à ce qui se passe au nord (LHOMME, LHOMME et GARCIA, *op. cit.*) ou en Côte-d'Ivoire (GARCIA, 1977), est peut-être en partie une conséquence de la variabilité de la salinité dans les nourriceries qui conditionne la chronologie et l'importance des recrutements en mer. En retour, elle peut être considérée comme une adaptation à cette variabilité.

La relation négative entre prises et salinité observée dans le Saloum est inverse de celle notée en Casamance entre 1965 et 1983 (LE RESTE, 1992). En fait, en 1984, alors que la salinité avait atteint un niveau record dans l'estuaire de la Casamance et qu'il avait fonctionné pour la première fois depuis 1967 (début des observations), dans la portion où est localisée la pêcherie, comme estuaire inverse durant toute l'année, les captures s'étaient effondrées, probablement parce qu'un seuil de salinité avait été dépassé, seuil au-delà duquel la relation entre prises et salinité était devenue négative. La relation inverse, qui était l'exception en Casamance, semble être la norme dans le Saloum.

De telles inversions ont parfois été rapportées mais elles concernent les prises en mer en fonction de la pluviométrie ou du débit des fleuves (GUNTER et EDWARDS, 1969; BARRETT et GILLESPIE, 1973, 1975;

LHOMME et GARCIA, 1984; VANCE *et al.*, 1985). La relation négative (donc positive avec la salinité) est alors observée dans la zone où la pluviométrie est la plus forte.

La concomitance de la saison de pêche le long du Saloum pose un problème. Nous avons vu que les maxima de prises n'avaient probablement pas de signification biologique et ne pouvaient donc être reliés automatiquement à des maxima de pontes. Mais si les pontes sont suffisantes toute l'année pour qu'apparaisse un maximum de prises quand la salinité est convenable, on pourrait s'attendre à ce que la durée de la saison de pêche diminue de l'aval vers l'amont, ce qui n'est pas le cas. Cela est probablement dû à l'interférence d'un autre paramètre que la salinité et qui pourrait être la vitesse du courant.

En Casamance, alors que la salinité seule ne permet d'expliquer que 12 % de la variabilité de la taille, la prise en compte des deux paramètres salinité et vitesse du courant permet d'expliquer 68 % de cette variabilité (LE RESTE, 1987). Si l'amplitude de variation de la taille en fonction de la salinité, entre 10 et 55 ‰, est relativement faible (4,5 mm), celle que l'on peut observer en fonction de la seule vitesse du courant, entre 30 et 100 cm.s⁻¹, est de 8,8 mm, soit deux fois plus importante. La relation entre taille et vitesse du courant étant négative, la diminution de la vitesse vers l'amont permet de compenser la sursalure. Or, les prises sont conditionnées en grande partie par la taille des crevettes comme le montre la concomitance des maxima de prises et des maxima de taille à l'échelle annuelle. La saison de pêche se situe ainsi toujours en saison humide, quand la salinité est la plus tolérable mais dans des limites de salinité qui sont de plus en plus larges vers l'amont. Concernant le rôle du courant, il est peut-être intéressant de noter que les centres de pêche de Djirnda et Foundiougne correspondent à des anomalies négatives le long du gradient de vitesse aval-amont (fig. 6).

VARIATIONS DES TAILLES

LHOMME (1981) et LHOMME et GARCIA (1984), se basant sur des mesures effectuées seulement durant une saison humide, avaient noté une diminution de la taille en août et l'avaient associée à la diminution de la salinité. En réalité, à l'échelle annuelle, on constate que la taille tend à augmenter quand la salinité diminue, à partir de juillet, et à diminuer quand la salinité augmente. Dans le contexte hyperhalin du Saloum, ce serait donc plutôt l'augmentation de la salinité qui tendrait à chasser les plus grands individus et à provoquer une diminution de la taille moyenne.

Ces résultats sont tout à fait en accord avec ceux obtenus en Casamance. Dans le cadre d'une étude

sur les variations spatio-temporelles de la taille en fin de saison sèche et en fin de saison humide, où l'influence de l'environnement était supposée prépondérante, une relation quadratique entre la taille et la salinité avait été trouvée, la taille étant maximale pour une salinité de 29 ‰ (LE RESTE, 1987). Une relation quadratique avait également été trouvée entre le poids moyen annuel des crevettes pêchées et la salinité; il était maximal pour une salinité de 41-47 ‰ en fin de saison sèche et de 20-32 ‰ en fin de saison humide à Ziguinchor. L'osmorégulation n'a malheureusement pas été étudiée expérimentalement chez *P. notialis*. Chez une espèce morphologiquement très proche, *P. duorarum*, l'isosmotie entre hémolymphe et milieu est atteinte pour une salinité plus faible chez les juvéniles que chez les subadultes (CASTILLE et LAWRENCE, 1981); chez ces derniers, l'osmorégulation est bien assurée entre 20 et 41 ‰ et le taux de survie est élevé entre 20 et 54 ‰ (BURSEY et LANE, 1971).

L'absence de relation entre taille et salinité pendant la saison de pêche peut s'expliquer par le fait que, la salinité devenant moins stressante, d'autres phénomènes interfèrent, notamment les variations de taille liées au développement et à la succession des cohortes (SAINT AMANT *et al.*, 1963; LE RESTE, 1971; GALOIS, 1975; STAPLES, 1980; COLES et GREENWOOD, 1983; BENFIELD *et al.*, 1989; HAYWOOD et STAPLES, 1993). Il est également possible, comme nous le verrons ultérieurement, que les modalités d'exploitation soient en partie responsables de l'absence de relation entre taille et salinité pendant la saison de pêche.

Il est intéressant de noter qu'en octobre 1992 la taille des crevettes pêchées avec les filets fixes a été plus grande à Sibassor qu'à Djirnda bien que la salinité ait été moins favorable à cette dernière localité. Cette observation rejoint celle de DE BONDY (*op. cit.*) qui s'était étonné de trouver à Kaolack, dans des conditions de salinité bien moins favorables qu'à Foundiougne, des crevettes plus grosses. Ce gradient atypique (GARCIA et LE RESTE, 1981) mais très souvent observé en Casamance (LHOMME, 1981; LE RESTE, 1982, 1987) s'explique très probablement par la relation négative entre taille et vitesse du courant (LE RESTE, 1987) évoquée précédemment. Le gradient de taille doit cependant s'inverser assez rapidement quand la salinité devient trop forte en amont, comme cela a été observé en Casamance (LE RESTE et COLLART-ODINETZ, 1987); il est donc probable qu'en dehors de la saison de pêche le gradient de taille est négatif vers l'amont.

Exploitation

La pêche des crevettes avec le killi est traditionnelle dans le Saloum. Les filets fixes ne sont utilisés que depuis peu, à l'initiative d'une usine installée à Djifère en ce qui concerne Djirnda et à celle de pêcheurs venus de Casamance et de Gambie en ce qui concerne Sibassor.

La différence de taille des crevettes pêchées avec les deux engins traduit le fait bien connu que les killis travaillant sur de petits fonds le long des berges capturent des crevettes en cours de croissance alors que les filets fixes capturent les crevettes lors de leur migration de retour vers la mer.

Ce résultat rejoint l'observation faite quant à la taille des crevettes pêchées plus petites à Foundiougne qu'en Casamance où, jusqu'en 1985, l'exploitation était réalisée presque exclusivement avec des filets fixes. Même dans le premier scénario où, du fait de la dessalure, les crevettes pêchées en Casamance étaient relativement petites, elles étaient malgré tout plus grosses qu'à Foundiougne.

Il est impossible de dire dans quelle mesure le fait de pêcher les crevettes à une plus grande taille, avec les seuls filets fixes, permettrait d'augmenter les captures pondérales dans le Saloum. Il est probable, en tout cas, étant donné l'augmentation rapide du prix au kilo avec la taille, que la valeur des prises serait supérieure. En Casamance, l'exploitation, depuis 1985, de la population en cours de croissance en sus de celle des crevettes en migration qui était seule pratiquée auparavant, semble avoir entraîné un manque à gagner de plusieurs centaines de millions de francs CFA (LE RESTE, 1993).

Par ailleurs, l'exemple de la Casamance montre que, si l'exploitation intensive de la population migrante pendant plusieurs années n'a pas entraîné de diminution de la taille des crevettes pêchées (LE RESTE, 1992), celle des crevettes en cours de croissance semble avoir entraîné un rajeunissement de la population par élimination des plus grands individus (LE RESTE et DIALLO, 1994) comme cela est parfois observé en mer en cas de surexploitation (CAILLOUET et KOI, 1981; UNAR et NAAMIN, 1984). À Foundiougne, l'absence de relation entre taille et salinité pendant la saison de pêche pourrait ainsi s'expliquer en partie par le fait qu'une fraction importante de la population est pêchée avant que les crevettes n'aient atteint la taille de migration déterminée par le contexte environnemental.

Les rendements obtenus avec les filets fixes à Djirnda et Sibassor pendant la saison de pêche, un

peu supérieurs en 1993, avec 15 kg par sortie, à ceux obtenus à Foundiougne avec les killis peuvent faciliter le développement de ce type de pêche.

Il n'est cependant pas aisé de promouvoir l'utilisation des filets fixes lorsque les killis sont trop nombreux car leurs rendements sont alors hypothéqués par ces derniers. Cela explique probablement l'absence de filets fixes à Foundiougne ; un pêcheur venu

travailler avec ces engins en novembre 1993, pendant quatre nuits, a obtenu un rendement moyen de 4,8 kg alors que celui des killis le même mois était de 12,7 kg. Dans cette zone, la promotion des filets fixes passe probablement par une forte diminution des killis.

Manuscrit accepté par le Comité de rédaction le 3 mai 1995

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BARRETT (B. B.), GILLESPIE (M. C.), 1973. — Primary factors which influence commercial shrimp production in coastal Louisiana. *La. Wildl. Fish. Comm. Tech. Bull.*, 9 : 1-28.
- BARRETT (B. B.), GILLESPIE (M. C.), 1975. — Environmental conditions relative to shrimp production in coastal Louisiana. *La. Wildl. Fish. Comm. Tech. Bull.*, 5 : 1-22.
- BENFIELD (M. C.), BOSSCHIETER (J. R.), FORBES (A. T.), 1989. — Growth and emigration of *Penaeus indicus* H. Milne Edwards (Crustacea : Decapoda : Penaeidae) in the St. Lucia Estuary, Southern Africa. *Fish. Bull., U.S.*, 88 : 21-28.
- BONDY (E. DE), 1968. — *Observations sur la biologie de Penaeus duorarum au Sénégal*. Orstom, Doc. sci. Cent. Rech. océanogr. Dakar-Thiaroye, 16, 50 p.
- BOUSSO (T.), 1991. — *Exploitation des stocks dans « l'estuaire » du Sine Saloum, évolution depuis 20 ans*. Orstom, Doc. sci. Cent. Rech. océanogr. Dakar-Thiaroye, 130, 29 p.
- BURSEY (C. R.), LANE (C. E.), 1971. — Osmoregulation in the pink shrimp *Penaeus duorarum* Burkenroad. *Comp. Biochem. Physiol.*, 39A : 483-493.
- 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.
- CASTILLE (F. L.) JR., LAWRENCE (A. L.), 1981. — The effect of salinity on the osmotic, sodium and chloride concentrations in the hemolymph of euryhaline shrimp of the genus *Penaeus*. *Comp. Biochem. Physiol.*, 68A : 75-80.
- COLES (R. G.), GREENWOOD (J. G.), 1983. — Seasonal movement and size distribution of three commercially important Australian prawn species (Crustacea : Penaeidae) within an estuarine system. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.*, 34 : 727-743.
- DEME-GNINGUE (I.), DIOUF (P. S.), 1994. — Variabilité spatio-temporelle de l'environnement de l'ichtyofaune dans l'estuaire du Saloum (Sénégal). *Doc. sci. Cent. Rech. océanogr. Dakar-Thiaroye*, sous presse.
- GALOIS (R.), 1975. — *Biologie, écologie et dynamique de la phase lagunaire de Penaeus duorarum en Côte-d'Ivoire*. Thèse doct. spéc. univ. Aix-Marseille, 120 p.
- GARCIA (S.), 1977. — *Biologie et dynamique des populations de crevettes roses (Penaeus duorarum notialis Perez Farfante, 1967) en Côte d'Ivoire*. Paris, Trav. Doc. Orstom, 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.
- GUNTER (G.), EDWARDS (J. C.), 1969. — The relation of rainfall and fresh-water drainage to the production of the penaeid shrimps (*Penaeus fluviatilis* Say and *Penaeus aztecus* Ives) in Texas and Louisiana waters. *FAO Fish. Rep.*, 57 : 875-892.
- HAYWOOD (M. D. E.), STAPLES (D. J.), 1993. — Field estimates of growth and mortality of juvenile banana prawns (*Penaeus merguensis*). *Mar. Biol.*, 116 : 407-416.
- LE RESTE (L.), 1971. — Rythme saisonnier de la reproduction, migration et croissance des postlarves et des jeunes chez la crevette *Penaeus indicus* H. Milne Edwards en baie d'Ambaro, côte nord-ouest de Madagascar. *Cah. Orstom, sér. Océanogr.*, 9 (3) : 279-292.
- LE RESTE (L.), 1982. — Variations spatio-temporelles de l'abondance et de la taille de la crevette *Penaeus notialis* en Casamance (Sénégal). *Oceanol. Acta*, 4 : 327-332.
- 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 de 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)*. Orstom, Doc. sci. Cent. Rech. océanogr. Dakar-Thiaroye, 133, 14 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.
- LE RESTE (L.), DIALLO (A.), 1994. — Influence des modalités d'exploitation sur la taille des crevettes dans l'estuaire de la Casamance (Sénégal). *Rev. Hydrobiol. trop.*, 27 : 57-69.
- LHOMME (F.), 1981. — *Biologie et dynamique de Penaeus notialis (Perez Farfante, 1967) au Sénégal*. Thèse doct. Univ. Paris-VI, 248 p.
- LHOMME (F.), GARCIA (S.), 1984. — «Biologie et exploitation de la crevette pénaeide au Sénégal». In J.A. GULLAND, B.J. ROTHSCHILD eds : *Penaeid shrimps : their biology and management*, New Books, Farnham, England : 111-141.
- 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.), éd. : *L'estuaire de la Casamance : environnement, pêche, socio-économie*. Doc. ISRA/CRODT, Dakar : 23-36.
- PAGÈS (J.), CITEAU (J.), 1990. — Rainfall and salinity of a sahelian estuary between 1927 and 1987. *J. Hydrol.*, 113 : 325-341.
- SAINT AMANT (L. S.), CORKUM (K. C.), BROOM (J. G.), 1963. — «Studies on growth dynamic of the shrimp, *Penaeus aztecus*, in Louisiana waters». In : Proc. Gulf and Caribb. Fish. Inst., 15 : 14-26.
- 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. II. Emigration, population structure and growth of juveniles. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.*, 31 : 653-665.
- UNAR (M.), NAAMIN (N.), 1984. — «A review of the Indonesian shrimp fisheries and their management». In GULLAND (J. A.), ROTHSCHILD (B. J.), eds : *Penaeid shrimps, their biology and management*, New Books Ltd, Farnham, England : 104-110.
- VANCE (D. J.), STAPLES (D. J.), KERR (J. D.), 1985. — Factors affecting year-to-year variations in the catch of banana prawns (*Penaeus merguensis*) in the Gulf of Carpentaria, Australia. *J. Cons. Int. Explor. Mer.*, 42 : 83-97.