

Biologie et exploitation de la crevette pénaeide au Sénégal

F Lhomme
et S Garcia

Abstract

This paper gives a digest of the main results obtained during many years of research in Senegal and concerns all aspects of shrimp biology, dynamics and exploitation, such as growth, mortality, migration, reproduction, selectivity, recruitment life cycles, seasonal and long-term variability, artisanal and industrial fisheries, potential productivity and management. It provides for an assessment of priorities for research and management.

1 Introduction

La pêcherie crevettière du Sénégal est intéressante dans la mesure où son historique, ainsi que la structure des ressources exploitées et les interactions entre les divers modes d'exploitation sont une bonne illustration des difficultés que l'on peut rencontrer dans l'aménagement d'une ressource multispécifique commune à deux pays, exploitée, à la fois par une pêche industrielle et artisanale, et dont la stratégie d'exploitation a nettement évolué avec le temps, sous les contraintes biologiques et économiques.

Ce travail résume les résultats obtenus après plusieurs années de recherche et de collecte des données sur la pêche crevettière du Sénégal et plus généralement sur la pêche chalutière. Pour garder au document un format raisonnable, seuls les résultats les plus pertinents pour la compréhension et l'aménagement du système d'exploitation ont été conservés. La quantité de résultats est cependant importante et les lecteurs voudront bien excuser les difficultés de compréhension qui peuvent en découler, et se référer aux références d'origine pour de plus amples détails.

Dans un premier temps, le document résume les informations biologiques disponibles en matière de croissance, mortalité, migrations, reproduction, sélectivité, recrutement, chronologie des cycles vitaux et variations des caractéristiques biologiques des stocks, insistant sur les différences entre les deux stocks du Sénégal (St-Louis au nord et Roxo-Bissagos au sud) et les éventuelles variations interannuelles.

Dans un deuxième temps, on procède à la description des pêcheries, artisanale et industrielle (en insistant sur l'aspect multispécifique de cette

dernière), de la collecte et du traitement des statistiques de pêche, des caractéristiques des engins de pêche et des captures, des prises accessoires et rejets, etc.

L'utilisation de ces statistiques permet ensuite d'évaluer les potentiels de capture en mer, dans les conditions actuelles d'exploitation des juvéniles en estuaire.

Les variations naturelles interannuelles de production étant une caractéristique importante des stocks à vie courte, un paragraphe a été consacré à leur analyse en mer et en estuaire.

En ce qui concerne l'aménagement, les mesures actuellement en vigueur ont été résumées et le point sur les informations pertinentes actuellement disponibles a été fait: potentiels et niveaux d'exploitation, interactions entre types d'exploitation, interactions entre les exploitations des divers groupes-cible de la pêche démersale sénégalaise, partage des ressources entre le Sénégal et la Guinée-Bissau.

Le travail se termine par une série de recommandations en matière de recherche et d'aménagement.

2 Résumé des informations biologiques disponibles

2.1 Environnement et distribution géographique

La zone concernée par cette étude se situe entre 11°30 N et 17° N (fig 1A et 1B). Bien que située au-dessous du tropique du Cancer, cette région est le siège de variations saisonnières de température très importantes sur le plateau continental (environ 12°C d'amplitude) qui lui donnent un caractère tempéré. Les fleuves sont, en revanche, de type nettement tropical avec une saison de crue très marquée et très courte, et des apports d'eaux douces plutôt limités (les variations de salinité sont indiquées sur la figure 2).

Si le fleuve Sénégal mérite son nom, les autres affluents continentaux situés plus au sud (Sine Saloum et Casamance) sont en réalité des rias submergées, avec un bassin versant réduit, des apports d'eau douce faibles et des périodes de sursalure saisonnières.

Il existe deux stocks de crevettes, l'un situé au nord du Cap Vert (stock de St-Louis) et l'autre au sud (stock de Roxo-Bissagos). La différence essentielle entre les deux stocks résidant dans une importance bien moindre des apports d'eau douce.

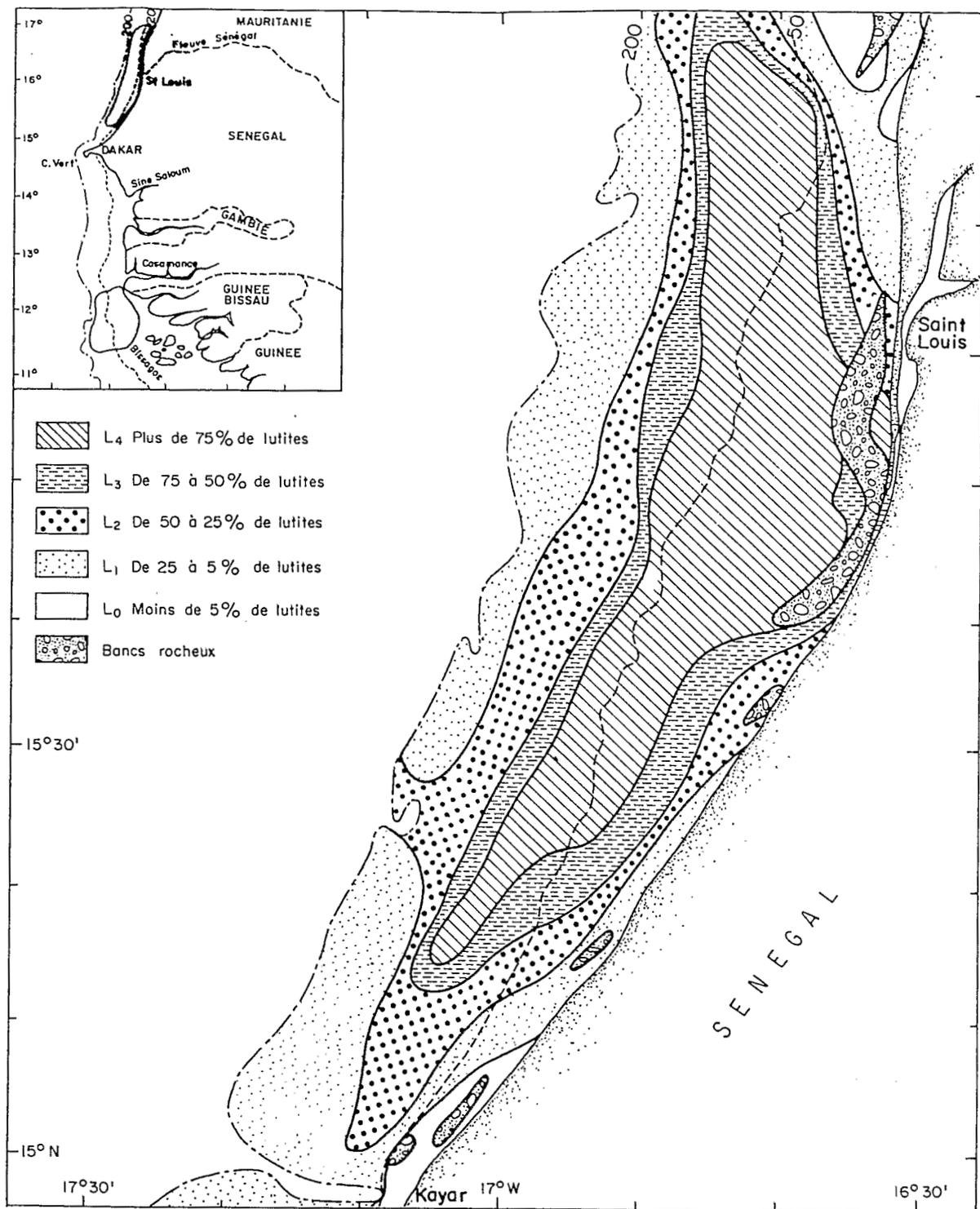
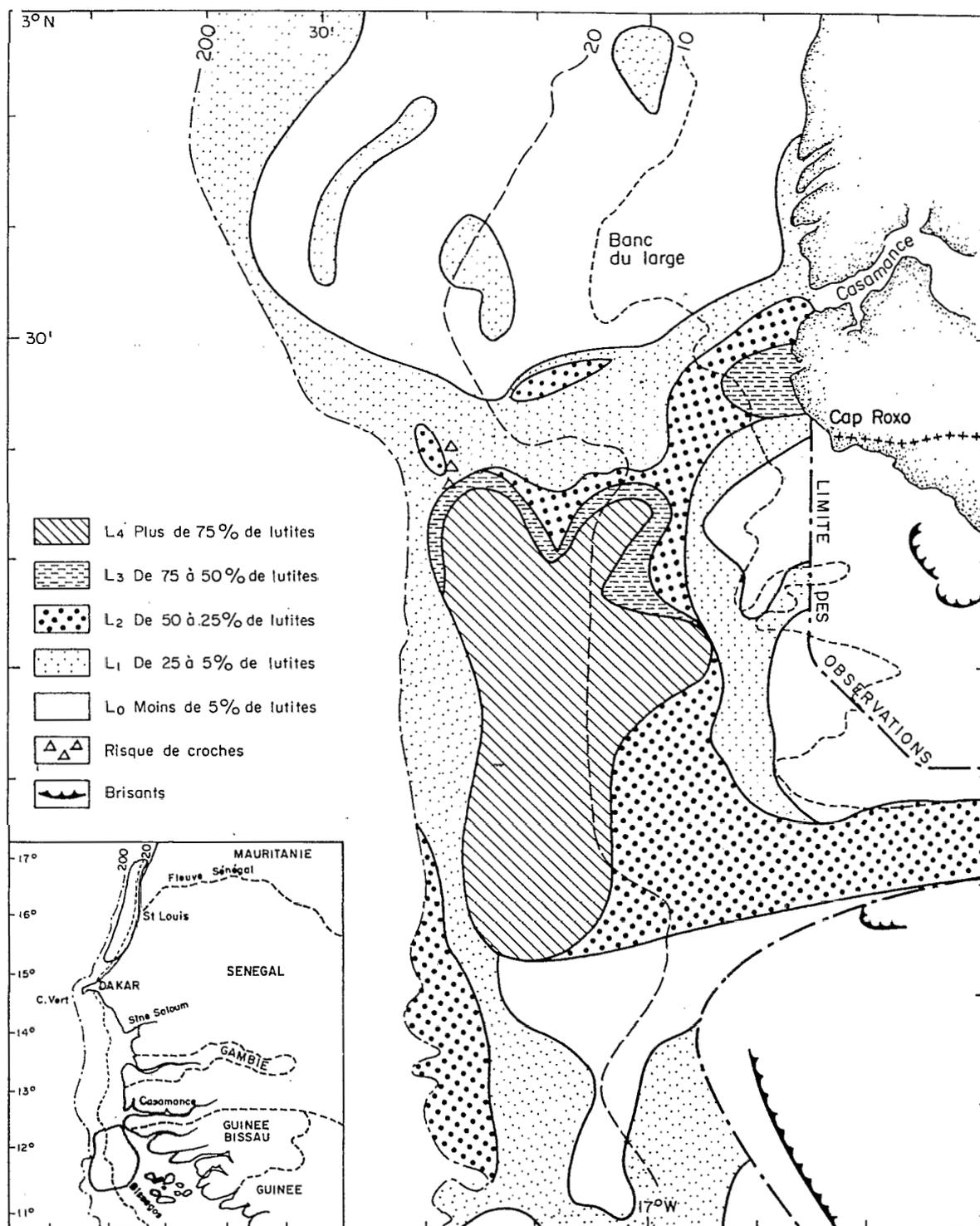


Fig 1 Position et nature sédimentologique des fonds de pêche à la crevette du Sénégal (d'après Domain. 1977)



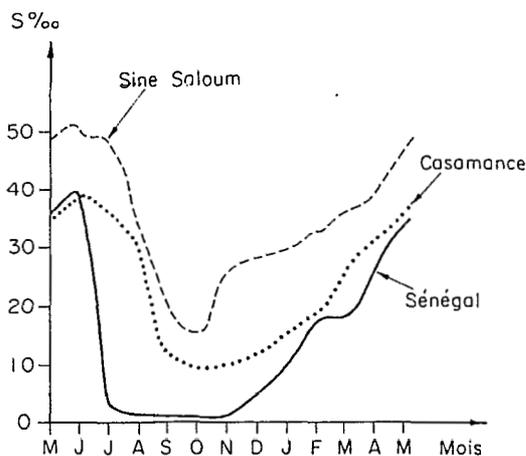


Fig 2 Evolution saisonnière des salinités dans le fleuve Sénégal (Rochette, 1964), Foundiougne (dans le Sine Saloum, De Bondy, 1968) et Ziguinchor (Casamance, d'après Brunet-Moret, 1970)

une pêche artisanale plus faible et des nurseries plus limitées, dans le Nord.

La carte sédimentologique simplifiée des fonds situés au large du Sénégal est donnée sur les figures 1A et 1B. Elle montre clairement l'existence de deux grandes zones vaseuses au nord du Sénégal (fonds de St-Louis) et entre le Sénégal et la Guinée Bissau (fonds de Roxo Bissagos), encadrées de fonds plus durs, plus ou moins rocheux juste au sud du cap Vert ou constitués de sables purs, au large de la Casamance. Ces deux zones sont le siège d'une intense exploitation crevettière depuis 1966, date d'une profonde reconversion de la pêche chalutière sénégalaise (voir paragraphe 3).

La pêche artisanale des crevettes est une activité traditionnelle au Sénégal. Elle se déroule dans les principaux milieux d'estuaire: l'embouchure du fleuve Sénégal, le complexe Sine-Saloum-Gambie ainsi que dans la Casamance.

2.2 Croissance

2.2.1 Croissance des juvéniles Elle a été étudiée par la méthode des progressions modales sur des échantillons collectés sur le terrain (dans le cas du Sine-Saloum) ou au marché de St-Louis (dans le cas du fleuve Sénégal). Dans ce dernier cas seulement, les paramètres de l'équation de von Bertalanffy ont été calculés. Les accroissements observés sont les suivants:

âge relatif* (semaines)	0	1	2	3	4	5
taille (LCmm) ^{1/}	16.0	17.6	19.2	20.8	22.0	23.4

accroissements (mmLC)	1-6	1-6	1-6	1-2	1-4	1-4
	6	7	8	9	10	
	24.8	26.0	27.2	28.2	29.4	
	1.2	1.2	1.0	1.2	—	

*a partir d'une borne arbitraire $t = 0$ à 16 mm de longueur céphalothoracique

¹LC indique la longueur céphalothoracique et LT la longueur totale

Les paramètres de l'équation de von Bertalanffy sont $LC_x = 52.8$ mm, $LT_x = 25.4$ cm et $K = 0.045$ si t est exprimé en semaines ou $K = 0.19$ si t est exprimé en mois. Les accroissements théoriques exprimés en longueur totale varient de 4.6 à 2.9 cm LT/mois pour des juvéniles de 1 à 10 cm de longueur totale.

Dans le Sine Saloum, seule une croissance moyenne a pu être calculée sur une période relativement courte (5 semaines) et on a obtenu 5 mm LC/mois (entre 11 et 16 mm LC) ou 2.4 cm LT/mois (de 4.8 à 7.2 cm LT).

La comparaison des accroissements moyens à une taille de 6.0 cm LT dans ces 2 nurseries indiquerait une croissance plus rapide (3.6 cm LT/mois) dans le fleuve Sénégal (contre 2.4 cm LT/mois dans le Sine Saloum qui est un milieu sursalé en permanence).

2.2.2 Croissance des adultes en mer Son étude a été rendue difficile par l'existence de variations saisonnières de croissances importantes liées aux variations hydroclimatiques. De bons résultats ont été obtenus par marquage et la comparaison de ces derniers avec les progressions modales a permis, d'une part, de confirmer l'existence des variations saisonnières, et d'autre part de calculer des courbes de croissance différentes pour les diverses saisons. Les résultats obtenus pour les deux sexes sont donnés ci-après:

Période	Femelles		Mâles	
	K/mois	LC _x (mm)	K/mois	LC _x (mm)
1-11/1-2	0.17	39.0	0.22	29.0
1-2/15-4	Croissance nulle			
15-4/1-8	0.38	43.2	0.50	31.3
1-8/1-11	0.27	42.8	0.32	28.6

On a pu aussi montrer qu'il existait une relation entre K et la température. Par exemple, les valeurs trouvées pour les femelles sont données ci-après:

K	0	0.17	0.27	0.38
t°C	14.3	15.6	18.3	22.1

On verra ultérieurement que le recrutement est pratiquement continu et il est clair que chaque cohorte aura, en fait, un schéma de croissance propre, dépendant de la date de naissance.

Pour schématiser ce phénomène, nous avons représenté sur la *figure 3* les croissances théoriques des 12 cohortes recrutées chaque mois à 25 mm LC sur le stock de St-Louis et qui disparaissent de la population après 18 mois d'existence en mer. Dans cette région où le recrutement le plus important se produit de décembre à mai (période où la croissance est faible ou nulle), il existe donc, en fin d'année, un groupe dominant de taille homogène mais composé d'individus d'âges très différents.

Il est important de noter qu'il n'existe donc pas au Sénégal de loi de croissance ni de relation âge-longueur unique. Cet aspect de la croissance entraînant une certaine variabilité dans l'âge à la maturation, l'âge à la première capture, etc. . . il nous a paru utile de donner à titre d'exemple la courbe de croissance et la chronologie des événements principaux pour les cohortes nées sur le fond de St. Louis en septembre, en saison chaude (il s'agit de l'une des plus importantes) (*fig 4*) et sur le

fond de Roxo-Bissagos en janvier, en saison froide (*fig 5*).

Il est clair cependant que ces courbes ne sont pas généralisables à toutes les cohortes et permettent seulement de souligner quelques différences dans la chronologie des cycles vitaux pour les cohortes nées en saison chaude ou froide, à St-Louis ou à Roxo-Bissagos.

2.3 Mortalités

Elles n'ont pu être étudiées que pour les adultes en utilisant les techniques du marquage à l'aide de disques de Petersen (Neal, 1969).

2.3.1 Mortalité en fonction de l'âge L'analyse des taux de recapture en fonction de la taille (ou de l'âge) permet d'approcher ce phénomène. Deux cas fréquents sont donnés sur la *figure 6*. L'exemple le plus classique correspond à la *figure 6A*: le taux de recapture augmente jusqu'à 25–30 mm LC puis décroît régulièrement. La partie gauche de la courbe est liée à une mortalité additionnelle due à la marque et au phénomène de recrutement partiel. Le maximum observé correspond le plus souvent à la classe de taille ou au groupe le plus important. La partie droite de la courbe peut être due à une diminution de la mortalité totale et en particulier à une diminution de la mortalité par pêche avec la taille ou avec l'âge.

La *figure 6B* donne un autre exemple de courbe, plus rare. Ce type de courbe a également été noté par Garcia (1978) en Côte d'Ivoire où il est

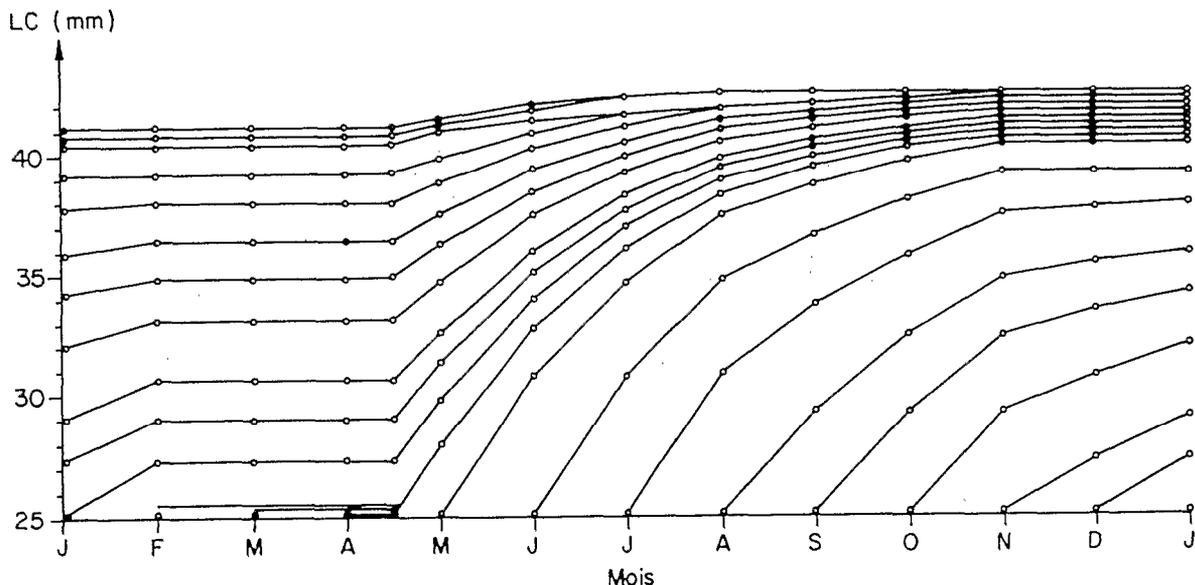


Fig 3 Croissance théorique des femelles en mer sur le fond de St-Louis (taille moyenne au recrutement fixée à 25 mm LC)

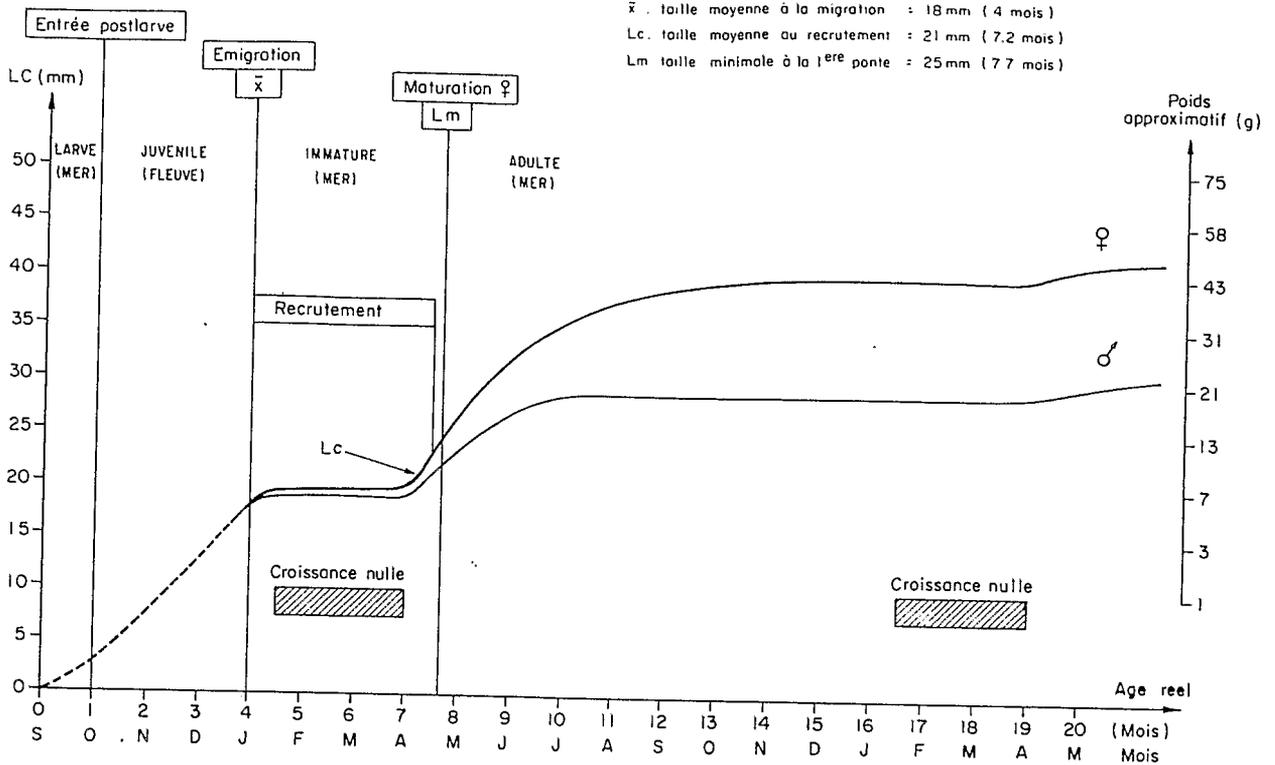


Fig 4 Courbe de croissance théorique des individus nés en septembre (saison chaude) sur le fond de pêche de St-Louis

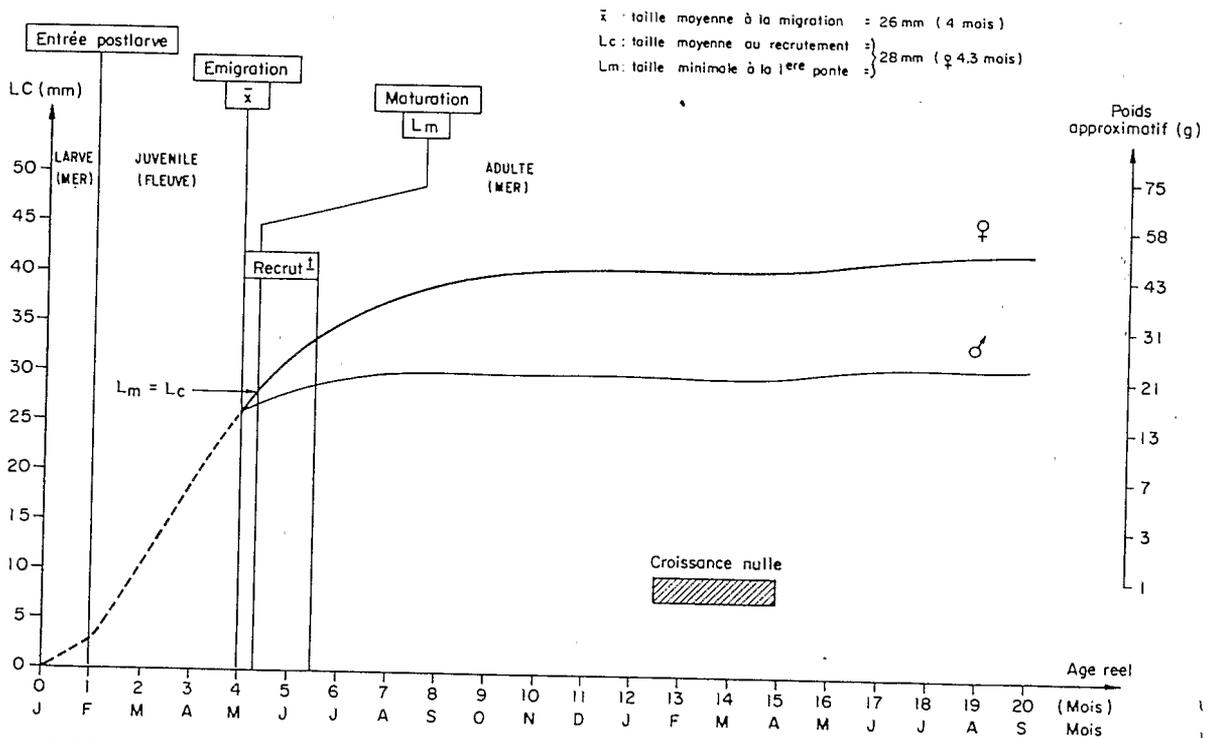


Fig 5 Courbe de croissance théorique des individus nés en janvier (saison froide) sur le fond de pêche de Roxo-Bissagos

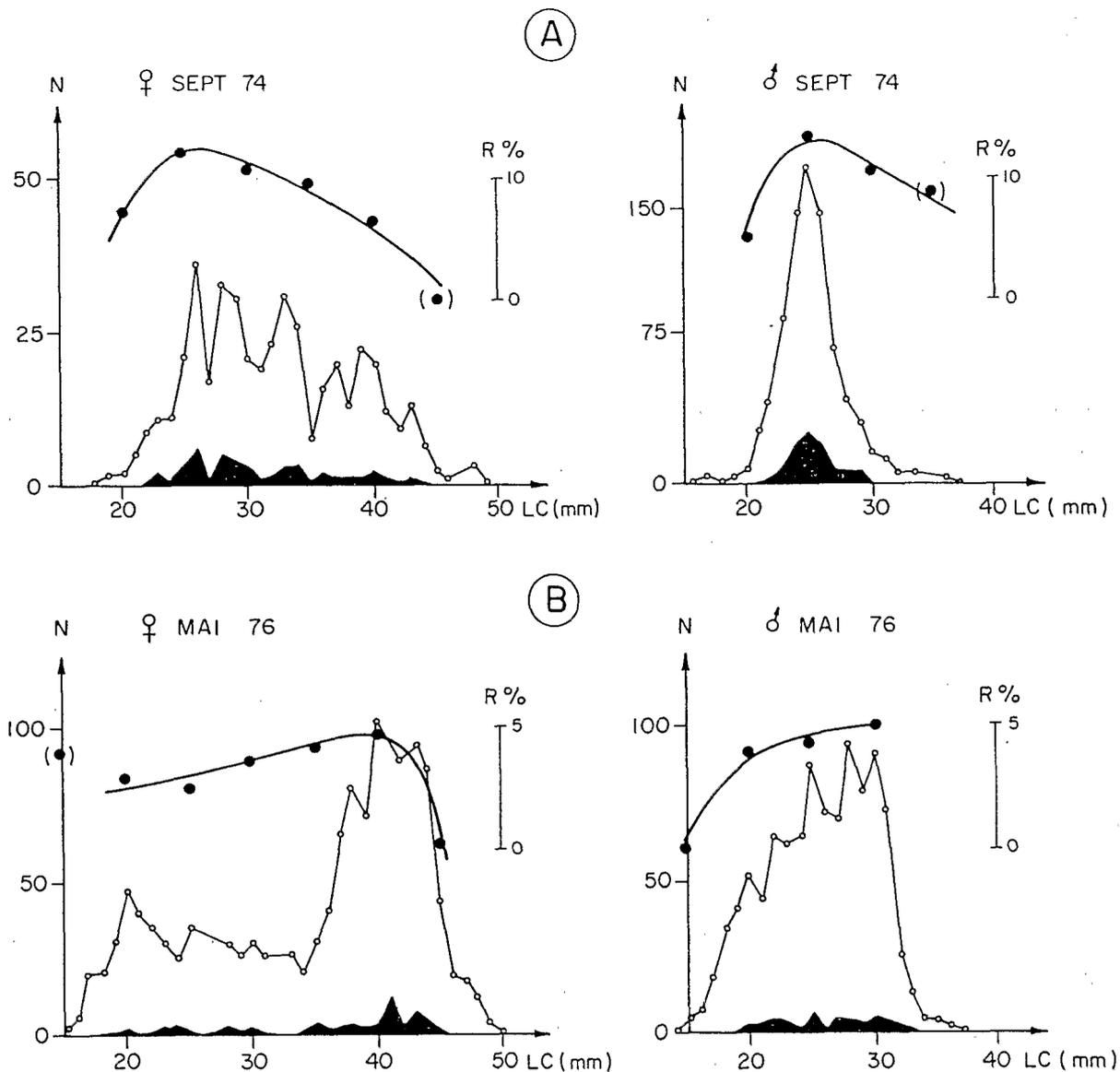


Fig 6 Variations du taux de recapture en fonction de la taille et distribution de fréquence des tailles des individus marqués (en blanc) et recapturés (en noir) sur le fond de pêche de Roxo-Bissagos

observé en même temps que se produisent d'importants changements saisonniers de capturabilité. Il est intéressant de noter que le maximum correspond là encore aux groupes les plus abondants. Cette observation tend à confirmer l'analyse de Garcia (1978) suivant laquelle chez les pénaeides, où la pêche est très dirigée, la mortalité par pêche est liée à l'abondance.

2.3.2 Mortalité naturelle apparente et mortalité par pêche Une série de marquages a été entreprise

sur les fonds de St-Louis et Roxo-Bissagos entre 1975 et 1976. Les résultats suivants, obtenus par les méthodes préconisées par Gulland (1969)¹ ont été retenus.

	q	Z /mois	F /mois	X /mois
St-Louis	0.0007	1.19	0.22	0.97
Roxo-Bissagos	0.0005	1.11	0.16	0.95

¹ Etude de l'évolution dans le temps des recaptures par unité d'effort de pêche

Les valeurs de q peuvent être comparées en les ramenant à une surface standard de 100 milles carrés et on a obtenu les valeurs de 0.0030 pour St-Louis et 0.0040 pour Roxo-Bissagos. Il est intéressant de noter:

- la similitude des valeurs de X (la mortalité naturelle apparente), qui paraissent en outre donner une estimation très surestimée de M si on se réfère aux données de la littérature.
- la similitude des valeurs de F et de q compte tenu de la précision (non calculée) que l'on peut espérer obtenir par l'utilisation de telles méthodes d'estimation.

Dans la mesure où il est bien connu que les marquages donnent souvent une valeur biaisée de M et si l'on admet avec Gulland (1971) que F est proche de M quand le stock est exploité à un niveau proche de MSY , il découle des résultats précédents et de l'analyse des modèles de production (voir plus loin) que M devrait être proche de 0.22 et supérieure à 0.16. Cette conclusion tend à corroborer de manière indirecte les travaux de Garcia (1978) qui donne $M = 0.20-0.25$, pour la même espèce en Côte d'Ivoire.

2.4 Migrations des adultes en mer

Elles ont été étudiées par marquage. Les déplacements observés sont faibles et lents. Ils sont parallèles à la côte pour le fond de St-Louis qui est très allongé et où les courants sont également parallèles à la côte. Ils n'ont pas de direction privilégiée sur le fond de Roxo beaucoup plus vaste et où le système des courants est plus complexe. Une liaison très nette entre les changements saisonniers des courants sur le fond de St-Louis et les changements de direction des migrations a été mise en évidence.

2.5 Reproduction

2.5.1 Taille à la première ponte Le critère de maturation choisi pour cette étude (observation visuelle externe, échelle de De Vries et Lefèvre, 1969, stades pré-ponte IV et ponte V) conduit à déterminer une taille à la première ponte. L'analyse de l'évolution du pourcentage d'individus au stade IV + V en fonction de la taille, dans les débarquements des crevettiers de Dakar par un échantillonnage intensif et régulier de 1973 à 1977 indique que la taille à la première ponte (déterminée par l'intersection de la courbe lissée avec l'axe des x) est de 25 mm LC pour St-Louis et 28 mm LC pour Roxo-Bissagos. A titre tout à fait indicatif cela correspond par exemple à un âge de 7.7 mois et 4.3 mois (respectivement) pour les cohortes principales définies précédemment

(paragraphe 2.1, figures 4 et 5).

2.5.2 Saisons de ponte Un échantillonnage régulier au port a permis d'obtenir le pourcentage de femelles au stade (IV + V), mois par mois, de 1972 à 1977. L'importance de la reproduction dépendant non seulement de ce pourcentage mais aussi de l'abondance réelle du stock, un *indice de fécondité potentielle* a été calculé en utilisant:

- la cpue mensuelle en nombre (indice d'abondance)
- le sex-ratio mensuel
- le % de femelles mûres
- la fécondité individuelle moyenne des femelles mûres, fonction de la taille moyenne des femelles capturées et de la relation de fécondité. Cette dernière étant inconnue pour *P. notialis* nous avons utilisé celle de Martosubroto (1974) pour *P. duorarum* espèce très voisine et longtemps confondue avec l'espèce considérée ici.

Le produit de ces 4 paramètres permet d'obtenir un indice de fécondité de la population qui tient compte des variations saisonnières de l'abondance des femelles, de leur état de maturation et de leur âge, comme l'ont recommandé Le Reste (1977) et Garcia (1978).

Les variations de l'indice de fécondité potentielle sur une année moyenne sont indiquées sur les figures 7A et 8A.

Pour le stock de St-Louis on distingue une saison de ponte bien marquée d'août à décembre, avec un maximum très bien défini de septembre à novembre. Certaines années un schéma bimodal est observé, avec un maximum en début et un autre en fin de saison chaude.

Pour le stock de Roxo-Bissagos, la reproduction s'étend sur toute l'année et se présente sous l'aspect de pics irréguliers en chronologie et en intensité. Des maximums importants sont observés en saison chaude (août) en période de transition (novembre) mais également en pleine saison hydrologique froide (janvier). On peut considérer qu'il existe en moyenne un cycle saisonnier peu marqué avec une période de pont relativement plus intense de août à janvier.

2.5.3 Variations interannuelles de reproduction Il a déjà été indiqué qu'il existait quelques différences dans les variations saisonnières de reproduction, d'une année sur l'autre. Bien que la reproduction n'ait pas été analysée en détail il a paru important d'attirer l'attention sur un autre type de variations interannuelles. La figure 9 montre l'évolution du pourcentage de complètes femelles

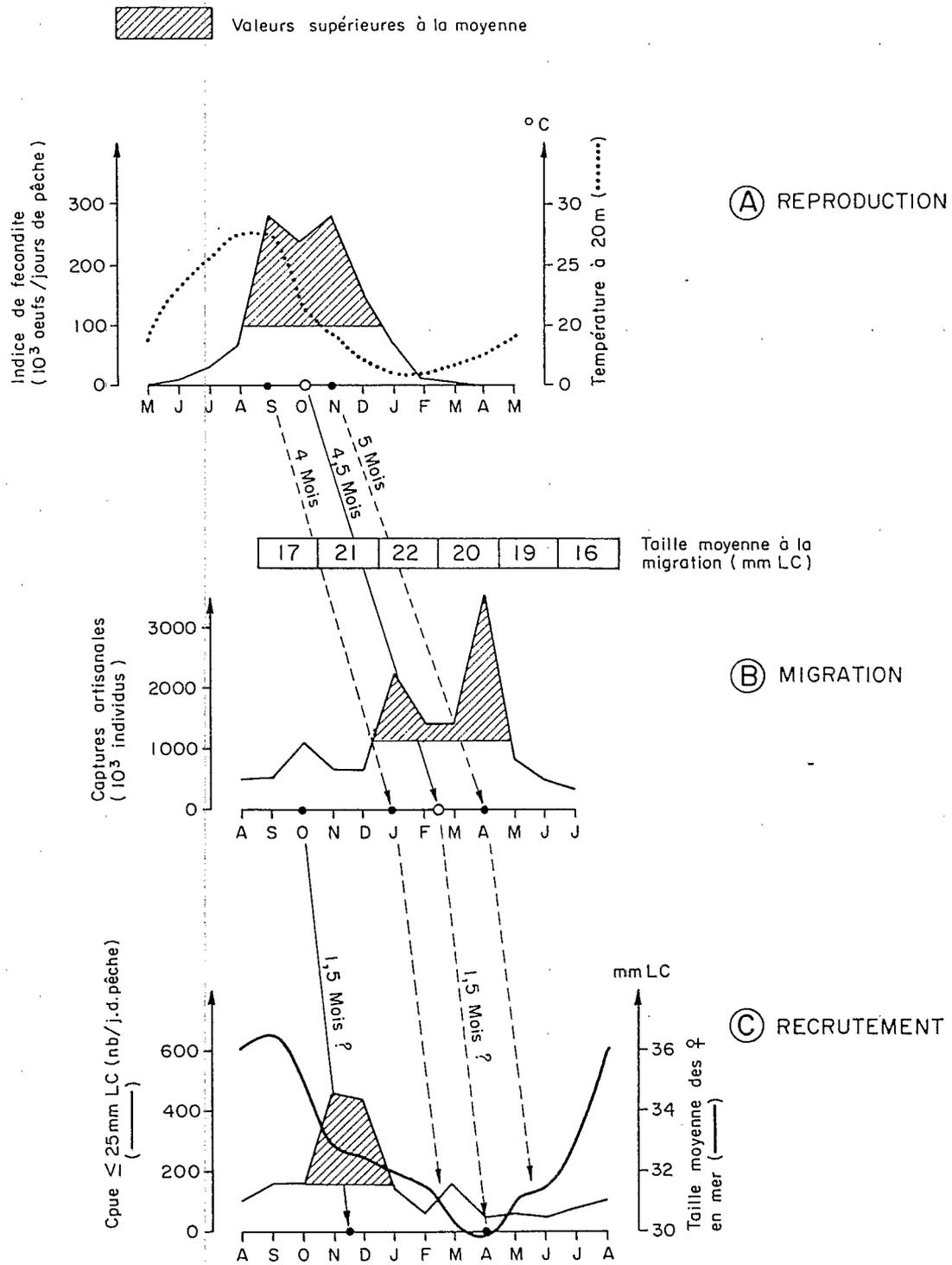


Fig 7 Chronologie du cycle vital pour le stock de St-Louis (voir texte)

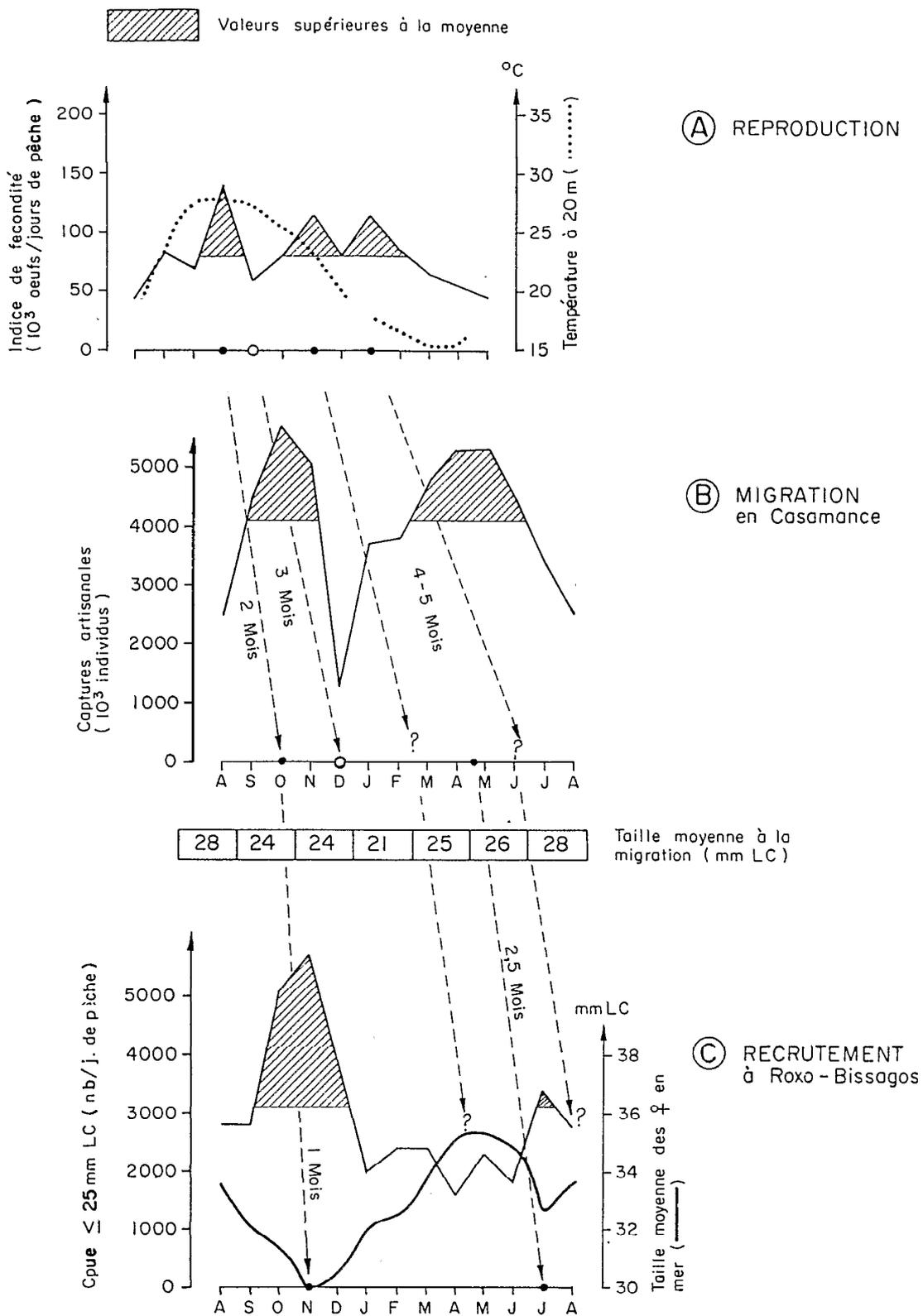


Fig 8 Chronologie du cycle vital pour le stock de Roxo-Bissagos (voir texte)

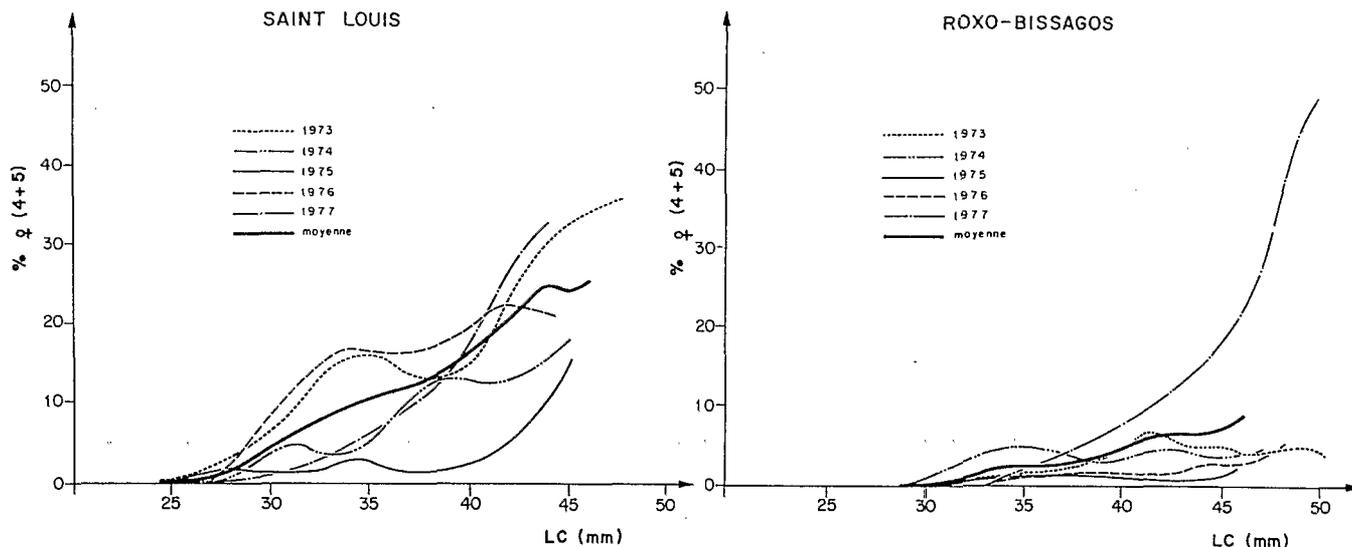


Fig 9 Evolution du pourcentage de femelles mûres en fonction de la taille pour les années 1973 à 1977

mûres avec la taille de 1973 à 1977 chaque courbe est basée sur l'échantillonnage d'une année ainsi que l'évolution moyenne pour toute la période considérée. Ces courbes très globales sont difficiles à analyser mais elles sont une manifestation résumée de l'intensité de la reproduction à l'échelle de l'année et elles montrent qu'il existe des variations très importantes d'une année sur l'autre qui ne sont pas liées, comme on pourrait le penser, à des différences dans la distribution saisonnière de l'effort de pêche annuel d'une année sur l'autre.

Les pourcentages observés sont excessivement faibles en 1975 pour les 2 zones de pêche considérées alors qu'ils sont anormalement élevés en 1977 à Roxo-Bissagos.

La relation précise entre ces observations et la reproduction des stocks n'est pas établie mais il est certain que des variations interannuelles de reproduction existent.

2.5.4 Variations géographiques Bien que les températures et leurs variations saisonnières dans les 2 fonds de pêche soient comparables, il existe des différences nettes entre les deux fonds

- les pourcentages de femelles mûres observées sont toujours beaucoup plus faibles à Roxo-Bissagos quelles que soient les tailles ou les années considérées;
- la ponte se produit en moyenne à une taille plus faible (25 mm LC) à St-Louis qu'à Roxo-Bissagos (28 mm LC);
- les variations saisonnières de reproduction ont des amplitudes très différentes.

2.5.5 Ponte et conditions de milieu La plupart des travaux sur la reproduction des pénaeïdes relie la ponte à la température de l'eau et à ses variations. L'amplitude importante des variations thermiques au Sénégal (12°C) devrait conduire à l'existence de saisons de ponte très marquées (type tempéré). C'est bien le cas à St-Louis où la saison de ponte correspond à la transition entre saison chaude et saison froide. Lorsque deux maximums existent, certaines années, ils correspondent aux deux transitions entre la saison chaude et la saison froide (Fig 7A). Ce phénomène est d'ailleurs généralement observé dans le Golfe de Guinée (Isra-Orstom, 1979).

Le schéma observé à Roxo-Bissagos diffère légèrement dans la mesure où les individus aux stades IV et V existent toute l'année. Les valeurs les plus élevées sont cependant observées pendant la pleine saison chaude et pendant la transition entre la période chaude et la période froide et ce jusqu'en janvier où la température est déjà très basse (environ 17° en moyenne).

2.6 Migration des subadultes vers la mer

La signification de l'effort de pêche dans une pêcherie artisanale de ce type a été discutée très en détail par Garcia (1978) ainsi que la validité des divers indices d'abondance que l'on peut obtenir comme indicateurs de l'intensité de la migration. Il a en particulier indiqué que l'effort et l'abondance variaient saisonnièrement dans le même sens, et que la capture totale était le plus souvent un indice de migration utilisable, dont les variations saisonnières étaient cependant vraisemblablement

exagérées. C'est cet indice (captures totales en nombre) que nous avons retenu, en l'absence de données fiables d'effort. Dans le fleuve Sénégal, le cycle saisonnier est net. La migration est continue et présente un pic secondaire en octobre (correspondant à la crue annuelle) et une saison principale de décembre – janvier à avril – mai (Fig. 7B). Dans la Casamance, la migration est également continue et présente deux pics d'égale importance: le premier en octobre, correspondant à la crue annuelle, le second en avril – mai (Fig. 8B). Malgré leur différence d'allure, les deux cycles de migration concordent relativement bien, le pic d'octobre étant mieux marqué en Casamance que dans le fleuve Sénégal.

2.7 Sélectivité

L'étude a été réalisée par la méthode de la double poche avec des mailles de 20, 25, 30, 35, 40 et 50 mm de côté correspondant à des ouvertures de maille¹ de 37, 46, 54, 62, 73 et 94 mm. Le maillage de la double poche était de 10 mm de côté. Les courbes obtenues sont données sur la figure 10. On remarque que les courbes correspondant aux mailles de 37 à 62 mm d'ouverture sont très voisines tandis que les courbes correspondant aux mailles de 73 et 94 mm, identiques entre elles sont très largement décalée et de pente plus forte (avec un intervalle de sélection beaucoup plus étendu).

On remarque également que les courbes ne sont pas exactement symétriques (la longueur à 50%, l_{50} , est différente de la longueur moyenne de sélectivité, l_s). Les valeurs moyennes des coefficients de sélection sont respectivement 0.450 et 2.08, lorsque les longueurs céphalothoraciques ou les longueurs totales sont utilisées.

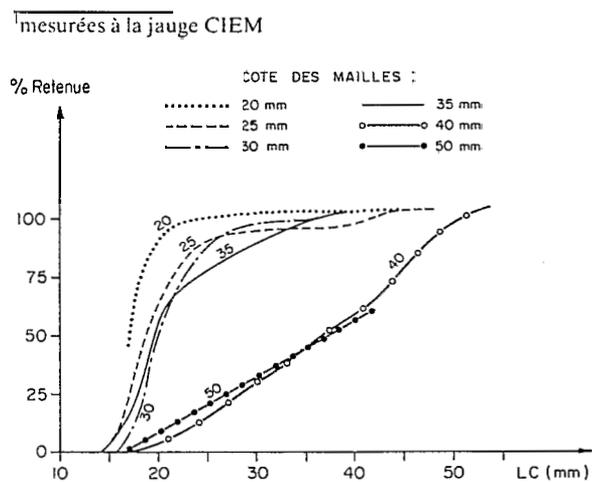


Fig 10 Courbes de sélectivité (sexes confondus)

Des différences liées au sexe ont été observées: au-dessous de 20 mm de longueur céphalothoracique, le pourcentage de rétention des mâles semble inférieur à celui des femelles. La signification de cette différence n'a pas été testée mais elle avait déjà été suggérée pour la même espèce en Côte d'Ivoire (Garcia, 1974). Le phénomène s'inverse au-dessus de 20 mm.

L'analyse des conséquences d'un changement de maillage, utilisant la méthode de Cadima (1977), indique que le passage de la maille actuelle de 37 mm à une maille de 62 mm, entrainerait une perte immédiate, en poids, négligeable (dans les quelques semaines suivant l'application du nouveau maillage) de l'ordre de 3% et un gain à long terme équivalent si le taux d'exploitation atteint 0.5. Ce résultat signifie que la maille des crevettes pourrait être portée à 62 mm sans affecter de manière appréciable la rentabilité de la pêche, tout en améliorant sensiblement la survie des juvéniles des espèces associées.

2.8 Recrutement

2.8.1 Périodes de recrutement Elles sont indiquées de manière indirecte par les périodes de migration hors des lagunes (cf. paragraphe 2.5). On a également essayé de les suivre par l'abondance de juvéniles de petite taille ($LC \leq 25$ mm) dans les captures pour déceler un éventuel temps de latence entre migration et arrivée dans les captures (Fig. 7C et 8C).

Les courbes obtenues sont très similaires pour les deux stocks considérés avec un maximum très net en novembre ou novembre – décembre sur un cycle saisonnier bien marqué à recrutement continu.

Dans les deux cas, il semble que les recrues quittant l'estuaire en octobre soient parfaitement reconnaissables dans les captures dès novembre après un temps de latence similaire à celui que l'on observe, par exemple, en Côte d'Ivoire (Garcia, 1978). En revanche, dans les deux cas, la forte migration de janvier à mai n'est pas représentée, au niveau des captures de la pêche industrielle (Fig 7 et 8C).

En ce qui concerne le stock de St-Louis, l'évolution saisonnière de la taille moyenne dans la population, qui passe par un minimum en mars – avril – mai, confirme cependant que le recrutement principal se produit de janvier à juin avec un maximum en avril. Il se produirait donc à une taille supérieure à 25 mm LC et on doit noter en effet que c'est à cette période que la taille à la migration est la plus élevée (Fig 7B). Le temps de latence serait d'environ 1.5 mois.

En ce qui concerne le stock de Roxo-Bissagos, la situation paraît plus complexe. En effet, l'évolution de la proportion de juvéniles de petite taille dans les captures et celle de la taille moyenne dans la population suggèrent toutes deux un recrutement important en octobre-novembre-décembre, vraisemblablement lié à la période des crues alors que l'importante migration de janvier à juin n'apparaît pas au niveau du recrutement. Notons cependant que cette migration se produit également à une taille très élevée, plus élevée que celle que l'on observe à St-Louis et pour la plupart des stocks de pénaeides côtiers du monde (Ceci doit vraisemblablement être mis en liaison avec le biotope d'antiestuaire très particulier de la Casamance dont la salinité est supérieure à celle de la mer pendant une bonne partie de l'année). Les jeunes recrues de grande taille seraient donc confondues avec les crevettes plus âgées, recrutées auparavant d'autant que le stock d'adultes étant situé loin dans le sud (Fig. 1) le temps de latence pourrait être plus long (2.5 mois) et susceptible de permettre une croissance importante en cette période chaude de l'année. Le résultat serait que le recrutement de janvier à juin ne peut être détecté directement à partir des captures si ce n'est par le petit pic de juillet, auquel correspond d'ailleurs une petite chute de la taille moyenne (Fig. 8C) ce qui donnerait un temps de latence très approximatif de 2.5 mois.

Dans la suite de cette analyse nous admettrons faute de données contraires, que les événements qui se déroulent dans la Casamance sont un bon exemple de ce qui se passe dans les autres très nombreuses nurseries qui alimentent le fond de pêche de Roxo Bissagos. Ceci devrait cependant être vérifié, en particulier en Guinée Bissau, avant que les conclusions de ce travail pour ce stock soient considérées comme définitives.

2.8.2 Taille et âge à la première capture La combinaison de la courbe de sélectivité et de la courbe de recrutement permet de calculer la courbe réelle d'entrée dans la pêcherie. La courbe de sélectivité pour la maille utilisée au Sénégal (20 mm de côté) est donnée sur la figure 10. La courbe de recrutement indiquant pour chaque taille le pourcentage de la population totale (mer + estuaire) qui se trouve sur le fond de pêche en mer est difficile à obtenir. Elle a été approchée en considérant qu'en deçà d'une certaine taille ($\bar{X} - 2$ écarts type) tout les individus sont encore en estuaire (recrutement = 0%) et qu'au delà d'une taille ($\bar{X} + 2$ écarts type) tous les individus sont en mer (recrutement 100%). La taille \bar{X} est la taille moyenne à la

migration et l'écart type est celui de la distribution des crevettes en migration. Entre les points () et 100% une simple droite a été tracée.

La figure 11 montre les résultats.¹ On voit en particulier, qu'à cause d'une taille à la migration plus grande, la taille moyenne à la première capture est plus élevée à Roxo Bissagos (28 mm LC) qu'à St-Louis (21 mm LC).

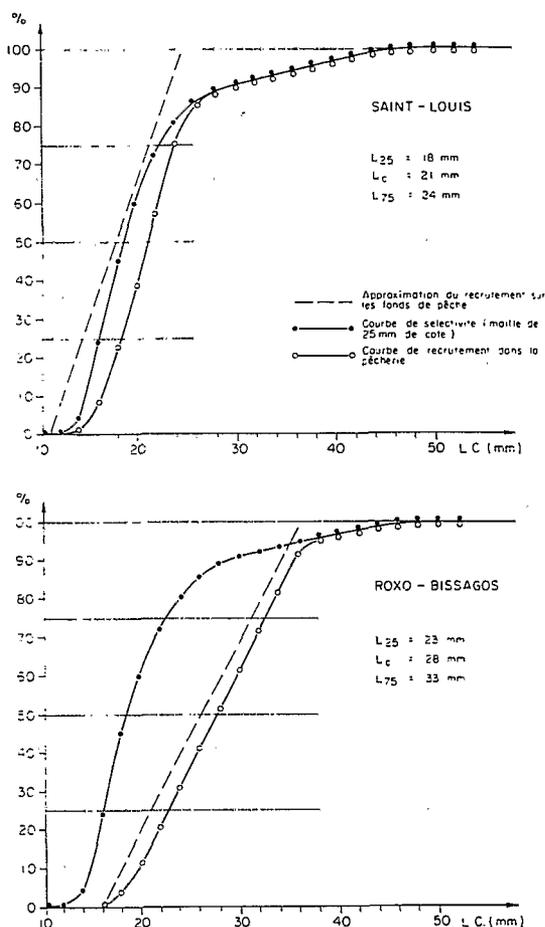


Fig 11 Détermination de la taille au recrutement pour les fonds de pêche de St-Louis et Roxo-Bissagos

A titre indicatif et toujours pour souligner la variabilité des phénomènes la courbe de recrutement en fonction de la taille a été transformée en courbe de recrutement en fonction de l'âge (Fig. 12) pour les 2 cohortes types définies (St-Louis/septembre et Roxo Bissagos/janvier). On voit que l'âge à la première capture varie, pour des

¹ la courbe de sélectivité utilisée ici est celle correspondant au maillage de 25 mm de côté, très proche du maillage le plus couramment utilisé au Sénégal et pour laquelle de meilleures données étaient disponibles pour les petites tailles.

raisons naturelles de 4-3 mois dans le premier cas à 7-4 mois dans le deuxième, la différence étant essentiellement due aux différences dans la taille à la migration et à la date du recrutement en mer par rapport à la période où la croissance est nulle.

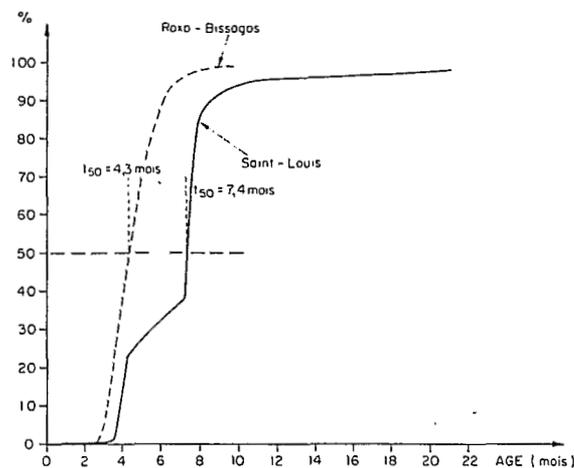


Fig 12 Courbes de recrutement en mer en fonction de l'âge (femelles) pour deux cohortes particulières (St-Louis, nées en septembre et Roxo-Bissagos, nées en janvier)

2.9 Chronologie des cycles vitaux

La comparaison des cycles saisonniers de reproduction, migration et recrutement (Fig. 7 et 8) permet de proposer une chronologie moyenne pour les cycles vitaux des 2 populations considérées.

En ce qui concerne St-Louis, la figure 7 montre que le décalage entre la ponte et la migration est de 4 à 5 mois approximativement. Si la période larvaire est d'environ 1 mois comme on l'admet généralement la durée du séjour en lagune serait de 3 à 4 mois. Le recrutement dans les captures se ferait 1-5 mois plus tard à âge de 5-5-6-5 mois.

Sur le fond de Roxo-Bissagos, la figure 8, plus difficile à interpréter suggère un âge à la migration très variable, de 2-3 mois au moment de la crue à 4-5 mois en pleine saison sèche (lorsque la salinité de la Casamance est plus élevée). Le recrutement dans les captures se produirait 1 mois plus tard en période de crue et environ 2-5 mois plus tard en saison sèche.

Ces valeurs sont, bien entendu données à titre indicatif car d'une saison à l'autre, la durée du séjour en estuaire varie de même que les vitesses de croissance entraînant l'existence de chronologies différentes d'une cohorte à l'autre.

Il existe également des variations interannuelles dans la taille à la migration (cf. paragraphe 3.2.2), susceptibles de modifier ce schéma moyen.

2.10 Variations des caractéristiques biologiques

2.10.1 Variations saisonnières de la densité Les variations de la prise, de l'effort et de la cpue, considérées ici comme un indice de densité, sont indiquées sur la figure 13. Ces dernières sont bien marquées à St-Louis et à peine perceptibles à Roxo-Bissagos. Les deux cycles ne sont pas exactement synchrones mais dans les deux cas la densité est plus élevée pendant la deuxième moitié de l'année.

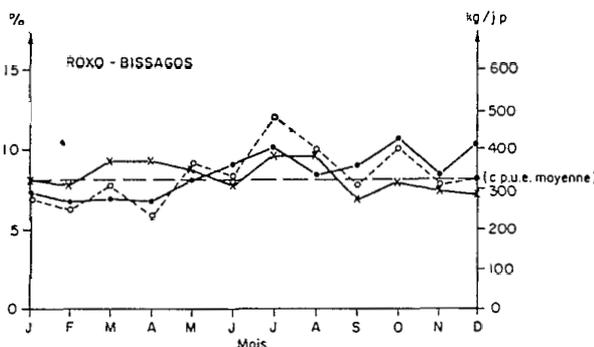
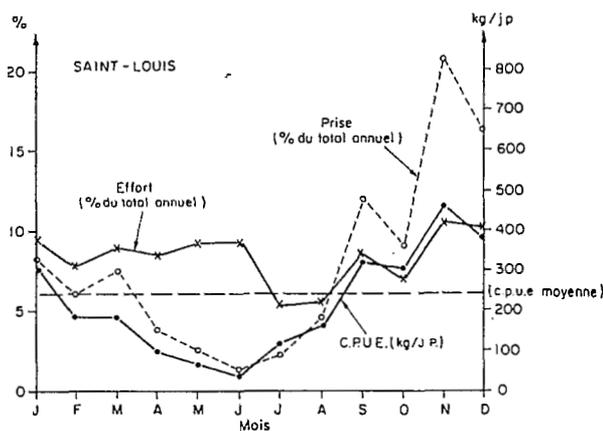


Fig 13 Variations saisonnières moyennes (1973-1976) de la prise, de l'effort de pêche, de la cpue

2.10.2 Variations de la taille moyenne

a) Variations saisonnières: elles sont représentées sur la figure 14. Il existe un cycle annuel très net. Les variations sont plus nettes pour les femelles que pour les mâles. Il est intéressant de noter que bien que les deux stocks de St-Louis et Roxo-Bissagos aient des hydroclimats très semblables (tout au moins en ce qui concerne la température), les variations saisonnières de taille moyenne sont pratiquement opposées.

b) Variations interannuelles. La figure 15 représente les variations de la taille moyenne annuelle

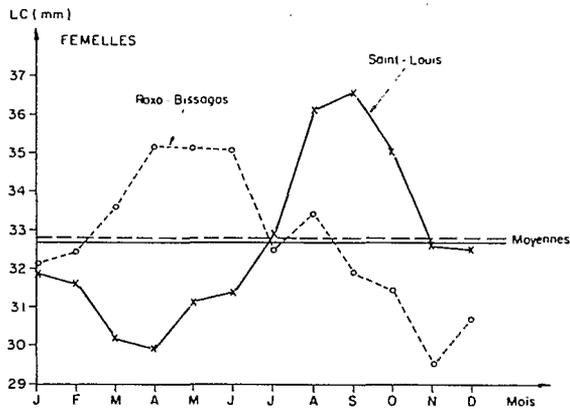


Fig 14 Evolution de la taille moyenne mensuelle en mer

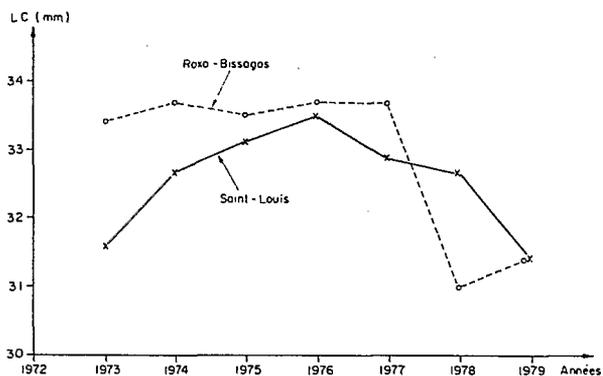


Fig 15 Evolution de la taille moyenne annuelle en mer

dans les captures de 1973 à 1978. On note une diminution progressive sur St-Louis depuis 1976, et une chute plus rapide sur Roxo depuis 1977.

2.10.3 Variations du sex-ratio

a) *En fonction de la taille (Fig. 16).* La courbe a une forme très caractéristique semblable à celle donnée par Garcia (1974) pour la même espèce en Côte d'Ivoire, mais largement décalée vers les petites tailles. En revanche les courbes de St-Louis et Roxo sont très proches. Ceci indique que ce type de courbe n'est pas caractéristique d'une espèce mais plus vraisemblablement d'un stock précis sous un certain régime d'exploitation (Garcia et Le Reste, 1981).

b) *Variations saisonnières.* Des variations ont été observées mais elles sont difficiles à interpréter. Le pourcentage de femelles est élevé en février, mai-juin et novembre-décembre à St-Louis. Il est élevé de février à juin et en novembre-décembre à Roxo-Bissagos.

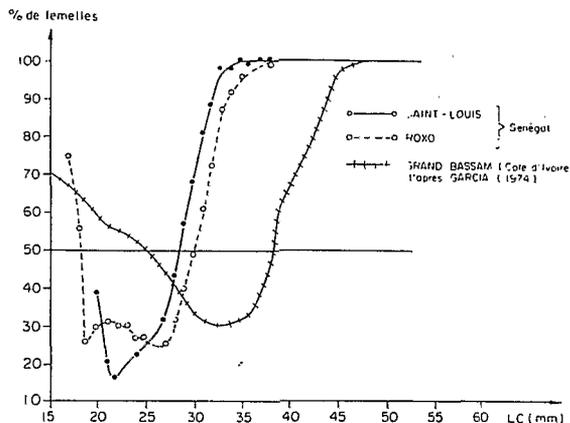


Fig 16 Variations du sex-ratio en fonction de la taille, au Sénégal et en Côte d'Ivoire

3 Descriptions des pêcheries

3.1 La pêche industrielle en mer

3.1.1 *Les espèces exploitées* La pêche chalutière a commencé vers 1950 au Sénégal. Jusqu'en 1965, elle a exploité le large plateau sénégalais au sud du Cap Vert, jusqu'à la Casamance. Les espèces recherchées sont des poissons nobles de fonds durs: dorades roses (*Pagrus ehrenbergi*), pageots (*Pagellus coupei*), dorades grises (*Diagramma mediterraneum*) et mérou (*Ephinephelus aeneus*). Les rougets (*Pseudupeneus prayensis*) sont fréquents et les soles (*Cynoglossus spp*) plutôt rares. Les débarquements totaux sont donnés sur fig. 17.

Débarquements
(10³ tonnes)

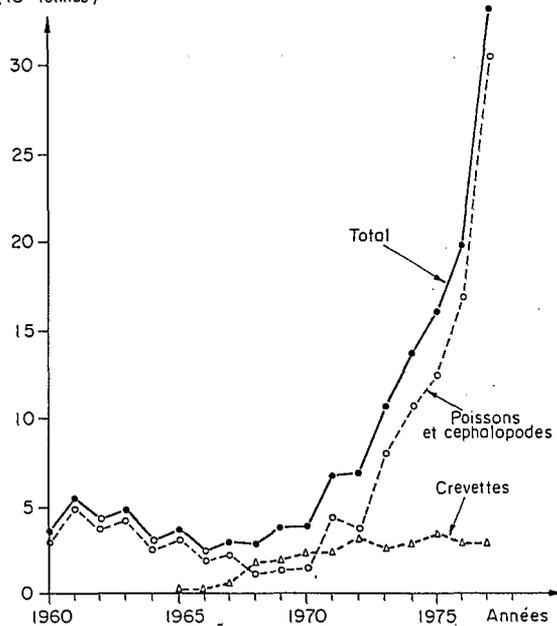


Fig 17 Débarquements de la flotte chalutière de 1960 à 1977

Dès 1965 la découverte et la mise en exploitation des fonds à crevettes au nord et au sud du Sénégal entraînent une mutation radicale de la pêcherie. Comme le montre la figure 18, le nombre de bateaux consacrés à la crevette augmente très rapidement de 1965 à 1970 au détriment des chalutiers pêchant le rouget ou les autres espèces. La composition spécifique des débarquements à Dakar change également profondément comme le montre la figure 19. Les espèces 'grises' caractéristiques des fonds vaseux dominent dès 1968 avec les crevettes. Ce sont surtout des soles (*Cynoglossus spp*) des capitaines (*Pseudotolithus*), des 'thieckems' (*Galeoïdes*).

A partir de 1970 une évolution inverse se produit. Les stocks de crevettes étant pleinement exploités, la flottille se diversifie à nouveau et plusieurs activités spécifiques nouvelles se dégagent: pêche spécialisée des rougets, des céphalopodes, des brotules, des soles, etc. Les diverses redistributions de l'effort de pêche de la flotte chalutière du Sénégal sur une ressource multisécifique compliquent l'analyse des stocks de crevettes et de leurs réactions à l'exploitation.

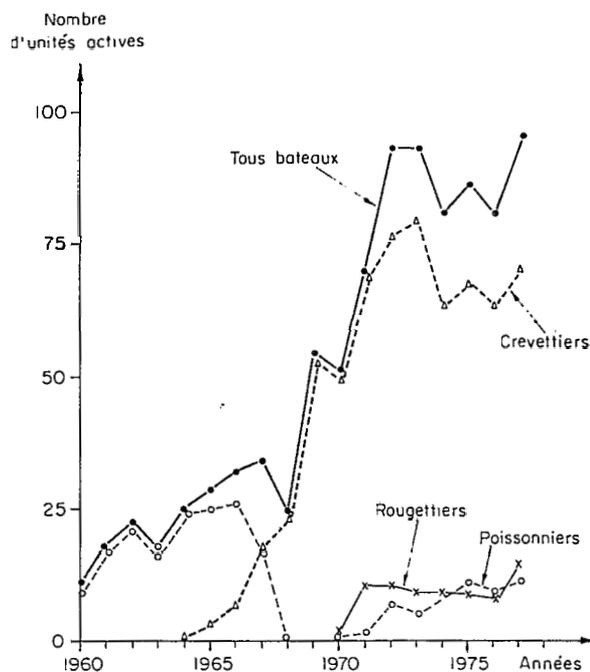


Fig 18 Effectifs de la flotte chalutière de 1960 à 1977

3.1.2 La flotte chalutière L'évolution des effectifs de la flottille chalutière dakaroise et de sa composition sont données sur la figure 18. Composée d'unités de 100 à 300 ch. avant 1965, la flotte s'enrichit de nombreuses unités de 300 à 450 ch. entre 1965 et 1972, destinées surtout à la pêche à la crevette.

3.1.3 Les fonds de pêche à la crevette La répartition géographique détaillée de l'effort dirigé sur les crevettes est indiquée sur les figures 20 et 21. La comparaison de ces cartes avec la figure 1 montre la relation entre les concentrations de crevettes et la répartition des sédiments fins. Pour le fond de St-Louis la concordance est excellente et la pêche

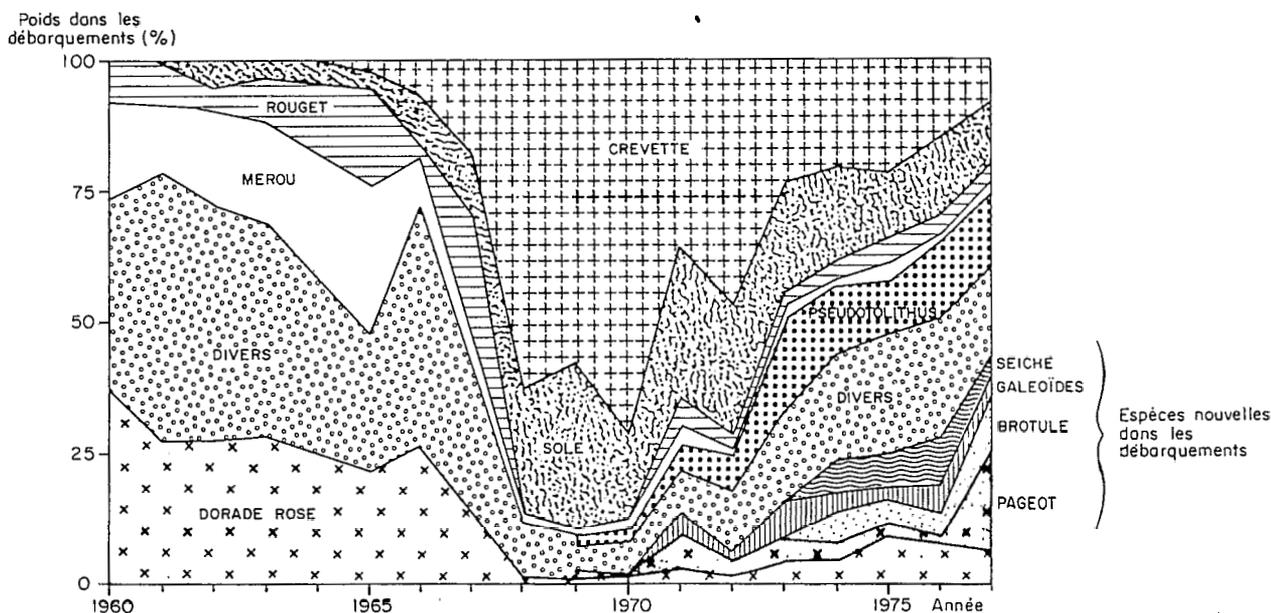


Fig 19 Evolution de la composition spécifique des débarquements de la flotte chalutière de 1960 à 1977

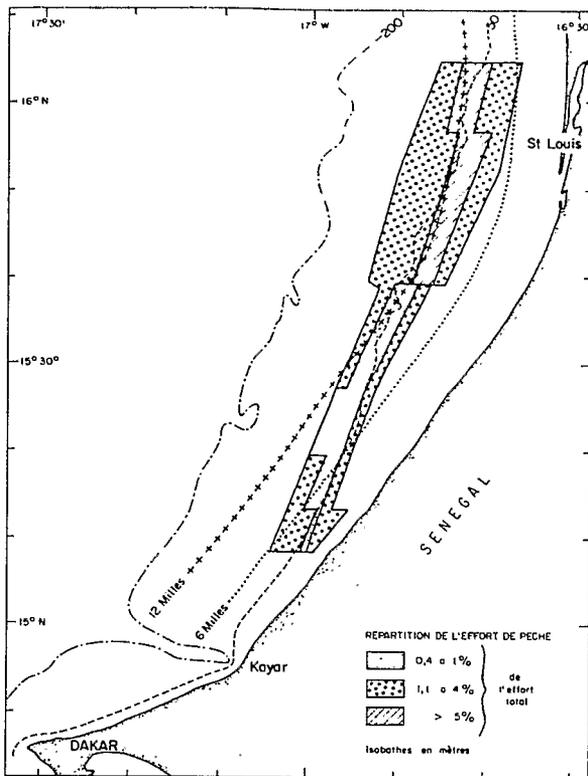


Fig 20 Zones de pêche des crevettiers au Nord du Cap Vert (fonds de St-Louis)

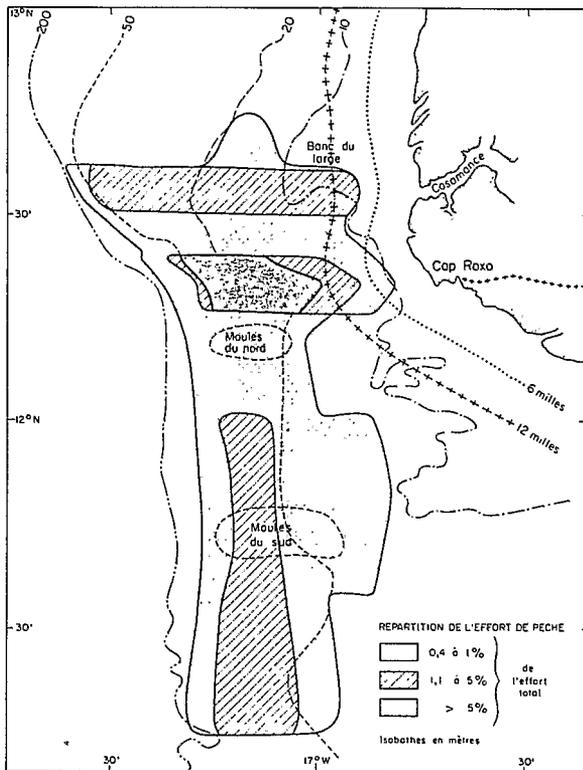


Fig 21 Zones de pêche des crevettiers au Sud du Cap Vert (fonds de Roxo-Bissagos)

s'effectue sur les zones où le pourcentage de lutites (particules de taille inférieure à 60 microns) dépasse 50%. La relation est beaucoup moins nette pour le fond de Roxo-Bissagos où l'espèce est exploitée sur des fonds sablo-vasseux ou même sableux.

La répartition bathymétrique de l'effort de pêche sur les deux fonds est donnée sur la figure 22.

La surface des fonds de pêche exploités a été estimée à 420 milles carrés (St-Louis) et 800 milles carrés (Roxo-Bissagos), à partir de la distribution de l'effort de pêche.

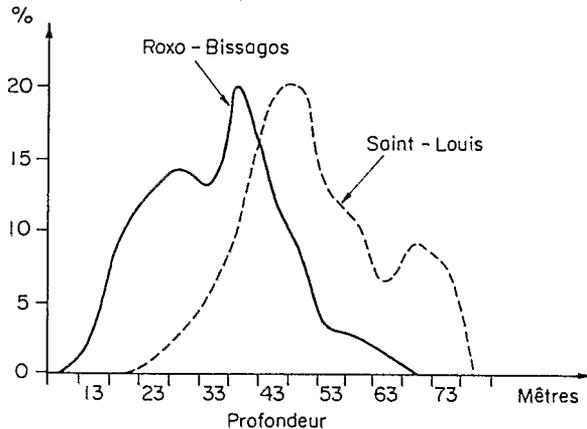


Fig 22 Répartition bathymétrique de l'effort total annuel

3.1.4 Collecte des données statistiques

Trois sources ont été utilisées:

- le pointage quotidien des unités présentes au port, permettant de calculer le temps d'absence au port;
- les enquêtes à bord des navires au moment du débarquement, permettant d'obtenir la durée de la marée, la zone de pêche, une estimation du poids total débarqué et une ventilation approximative par espèce;
- les fiches de débarquement en usine représentant la source principale d'informations, recourent les précédentes et donnent la distribution précise des captures par espèce ou groupe d'espèces. La collecte presque exhaustive de ces données permet de disposer de données de qualité.

3.1.5 *Traitement des données* Le principal problème rencontré pour le traitement des données historiques est celui de l'évaluation de l'effort de pêche dirigé sur la crevette dans une pêcherie démersale multispécifique de ce type où le biotope à exploiter constitue une mosaïque de peuplements différents que le chalutier peut exploiter

successivement d'une marée à l'autre et parfois pendant la même marée. Il est en effet primordial de bien identifier cet effort pour pouvoir calculer des indices d'abondance non biaisés par des modifications progressives de stratégie de la flottille. Les chalutiers dakarois exploitent des fonds durs (les cibles sont le rouget, les sparidés, les céphalopodes) ou divers types de fonds meubles très côtiers (pour les soles et les Sciaenidés), du plateau (pour les crevettes et les *Galeoïdes*), ou du sommet du talus (pour la brotule).

La présence des crevettes dans les captures, en pourcentage très dominant, accompagnées de soles et autres poissons 'gris' (Sciaenidés, *Galeoïdes*, etc . . .) indique que la pêche a eu lieu sur les fonds meubles sablo-vaseux ou vaseux caractéristiques des fonds à crevettes. Le mélange d'espèces incompatibles (rougets ou brotules par exemple) permet d'éliminer aisément un certain nombre de marées mixtes non utilisées pour calculer la cpue. A l'intérieur du groupe crevette/sole/poisson 'gris', au sein duquel s'est effectuée la plus importante redistribution de l'effort des crevettiers après 1970, les marées orientées plutôt vers l'un de ces éléments sont définies à l'aide d'un 'seuil critique' (pourcentage en poids) de présence de l'espèce-cible dans la capture. Ces seuils ont été calculés après examen de la composition spécifique des marées de tous les bateaux (une centaine) pendant un an et en utilisant les connaissances empiriques disponibles sur certaines unités de la flotte de pêche et leurs habitudes. Le traitement final a été effectué sur ordinateur à l'aide d'un programme de tri séquentiel.

Les marées 'pures', dirigées vers les crevettes, ainsi définies ont servi à calculer la cpue. Le rapport des prises totales et des cpue permet de calculer un effort total appliqué à la crevette.

Le problème de la définition d'un effort spécifique dans une pêcherie multispécifique est toujours très ardu. Il est difficile de trouver une solution entièrement satisfaisante et en l'occurrence il est clair que la procédure utilisée ici a pour résultat d'éliminer les marées où faute d'une abondance suffisante des crevettes le chalutier a été contraint de changer de stratégie en cours de marée. En conséquence il est possible que la diminution de l'abondance sous l'action de l'effort de pêche ait été quelque peu sous-estimée.

Les modifications progressives de puissance motrice des unités de pêche dans la flottille ont également été prises en compte en effectuant une standardisation des puissances de pêche relatives à partir d'une relation entre la cpue moyenne annuelle des bateaux et leur puissance motrices.

3.1.6 Résultats

a) *Evolution de la stratégie* La figure 23 montre que le pourcentage de la capture totale de crevettes qui a été obtenu au cours de marées considérées comme des 'marées à crevettes' a très sensiblement baissé depuis 1969, ce qui traduit bien le changement progressif de stratégie de pêche des patrons qui, de plus en plus, effectuent des marées mixtes au gré des abondances rencontrées, et recherchent de plus en plus souvent directement le poisson, pour des raisons économiques liées à une diminution progressive de l'abondance des crevettes et à une hausse des coûts de production, consécutive à la hausse du prix du carburant.

Une étude récente non publiée de la FAO montre que ces changements de stratégie ont affecté différemment les bateaux de types différents. A titre d'exemple, en 1978, les chalutiers congélateurs et les glaciers¹ de 50 tonneaux de jauge brute d'un armement de Dakar ont débarqué les espèces suivantes:

	Crevette	Sole	Capitaine	autres
Congélateurs	66%	19%	2%	13%
Glaciers	7%	32%	38%	23%

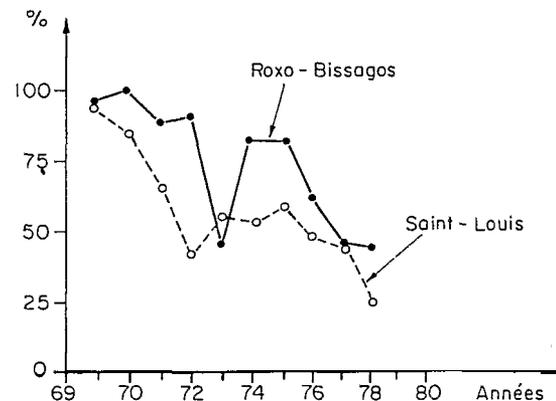


Fig 23 Pourcentage de la capture totale annuelle obtenue au cours de marées dirigées exclusivement sur les crevettes

On voit bien que les 'crevettiers' glaciers ont nettement changé de stratégie et exploitent maintenant en réalité le poisson, ce qui n'est pas le cas des congélateurs. La figure 25 donne l'évolution des rendements par groupes d'espèces depuis 1971. Il est clair que les congélateurs se sont davantage spécialisés sur la crevette après 1973 alors que les glaciers ont diversifié leur activité, diminuant leurs rejets mais dirigeant surtout une part de plus en

¹Bateaux conservant leur capture dans la glace.

plus importante de leur effort sur d'autres espèces que la crevette.

Cette même étude montre également des différences importantes dans la distribution géographique de l'effort de pêche des différents types de chalutiers (entre St-Louis et Roxo-Bissagos) et dans l'évolution au cours du temps de cette distribution. Par exemple les congélateurs de 50 TJB ont pêché au Nord de Dakar jusqu'en 1973, puis uniquement au Sud dès 1974. Les congélateurs et glaciers de 120 TJB fréquentent exclusivement le fond sud (situé plus loin mais plus riche où l'abondance est plus stable). En revanche, les glaciers de 50 TJB ont pêché sur le fond nord jusqu'en 1975 et partagent leur activité entre le Nord et le Sud depuis 1976. Ils sont donc les seuls à exploiter St-Louis actuellement.

Il n'est pas douteux que ces ajustements sont la conséquence des modifications des conditions économiques d'exploitation (coût du carburant) et qu'ils sont gouvernés étroitement par le coût de fonctionnement, l'autonomie en glace, la capacité de stockage, le coût du stockage, etc.

b) *Standardisation de l'effort de pêche des crevetiers 'purs' (fig. 24)* Les relations calculées sont les suivantes:

- espèce-cible seule: $cpue = 0.023 P + 10.80$
- toutes espèces cumulées: $cpue = 0.024P + 18.70$

La cpue est exprimée en kg/heure et la puissance motrice P en chevaux. La classe de bateaux dont la puissance moyenne est 425 ch a été prise comme standard. C'est la classe la mieux représentée dans la pêcherie. Sa puissance de pêche relative (PPR) a été fixée à 1 et celle correspondant aux autres classes a été calculée simplement par le rapport des cpue correspondantes. On a obtenu les coefficients suivants.

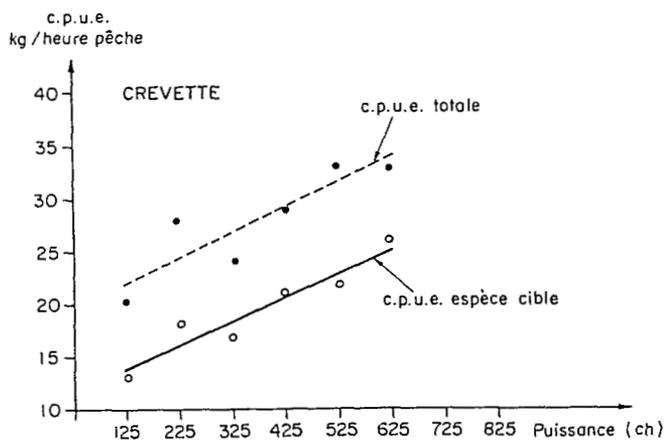


Fig 24 Evolution de la cpue en fonction de la puissance motrice

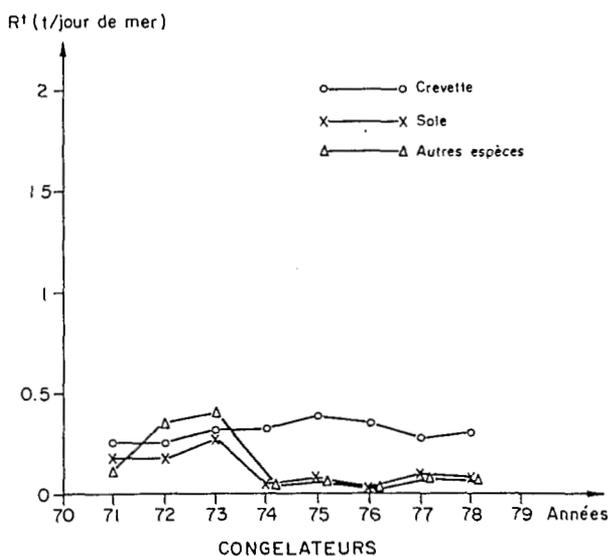
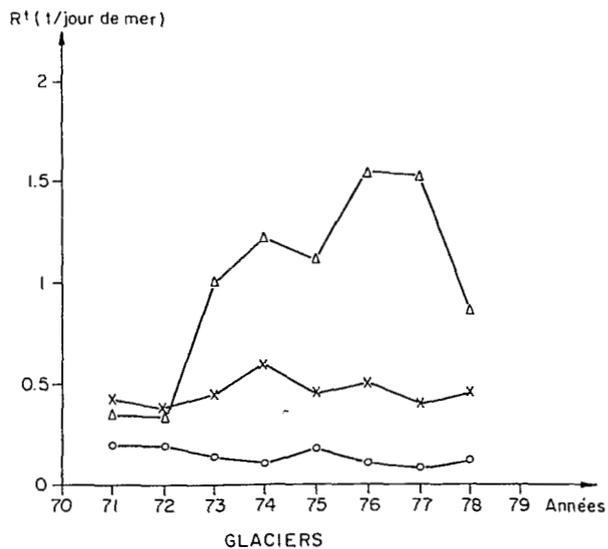


Fig 25 Evolution des rendements journaliers moyens annuels pour les crevetiers glaciers et congélateurs (50 TJB) de 1971 à 1978 (dernière année incomplète)

Puissance motrice (ch)	125	225	325	425	525	625
Puissance de pêche relative	0.66	0.77	0.89	1.00	1.11	1.22

c) *Capture accessoire* La figure 24 montre également l'évolution des cpue, toutes espèces comprises, en fonction de la puissance motrice. L'écart entre les 2 droites représente l'évolution du volume de la capture accessoire (conservée à bord) avec la puissance motrice. Les droites sont parallèles et indiquent que cette dernière est relativement constante en valeur absolue. Elle décroît cependant en valeur relative.

P(ch)	125	225	325	425	525	625
Capture accessoire %	37	34	31	29	27	25

La capture des crevettiers 'purs' se compose (en 1978) de 9% de *Sciaenidés*, 7% de soles, 4% de crabes, 2% de *Galéoides*, 1% de pageots et 5% de divers pour 72% de crevettes.

3.1.7 Les rejets Ils sont très importants dans la pêche crevettière et ont sensiblement évolué au cours du temps. Malheureusement peu d'informations quantitatives sur cet aspect sont disponibles.

Les espèces régulièrement capturées par les crevettiers peuvent être classées en 3 groupes:

- espèces totalement conservées: *Penaeus notialis*, *Cynoglossus* spp, *Pseudotolithus* et crabes *Neptunes validus* (seules les pinces sont conservées)
- espèces totalement rejetées: *Ilisha africana*, *Brachydeuterus auritus* et *Balistes capriscus*
- espèces partiellement rejetées: *Galeoides decadactylus*, *Pomadasys* spp., *Pagellus coupei*, *Arius* spp. Dans ce cas, la proportion rejetée dépend du taux de remplissage des cales du bateau et de l'abondance relative des différentes espèces pondérée par leur valeur marchande. Des données non publiées disponible au CRODT¹ ont montré une baisse récente de la taille moyenne des pageots débarqués, liée à une diminution des rejets par suite d'un relèvement de la valeur marchande des pageots de petite taille.

Ces rejets sont composés d'espèces non commercialisables et de jeunes individuels d'espèces commercialisables.

Les crevettiers congélateurs effectuent des rejets plus importants que les glaciers. Une enquête entreprise en 1978 auprès de quelques patrons de pêche a permis d'estimer les captures réelles de poissons divers par les crevettiers à environ 3-5 tonnes par jour (pour 400 ch.). Cette valeur est valable pour les 2 types de crevettiers. En revanche les débarquements journaliers de ces espèces atteignent 0.5 t par jour pour un congélateur et 2.5 t par jour pour un glacier. Les rejets peuvent donc être très grossièrement estimés à 3 t par jour pour les congélateurs et 1.2 t par jour pour les glaciers soit respectivement 86% et 34% de la capture totale.

Si l'on extrapole à toute la flotte chalutière du Sénégal (on dispose de quelques données fragmen-

taires pour les chalutiers non crevettiers) on arrive à 50 000 t de rejets environ par an alors que les débarquements totaux en poissons sont inférieurs à 40 000 tonnes.

Il est urgent d'intensifier l'étude de ce phénomène et en particulier de situer la taille moyenne des poissons rejetés par rapport à leur taille de première maturité sexuelle.

3.2 La pêche artisanale en estuaire

Elle existe dans 3 systèmes estuariens: le fleuve Sénégal dont le régime est de type tropical pur, le Sine Saloum qui est une ria envahie par la mer dont la salinité est toujours égale ou nettement supérieure à 35‰ et la Casamance, petit fleuve côtier dont le débit et la pente sont très faibles, qui est alimenté directement par la nappe phréatique, et qui présente un noyau sursalé à certaines périodes de l'année.

La pêche est très importante dans la Casamance (1 000-1 550 t par an), limitée dans le fleuve Sénégal (200-300 t par an) et très irrégulière dans le Sine Saloum (0 à 250 t par an).⁽¹⁾ Deux engins sont utilisés: le kili qui est une poche de filet tractée par deux hommes (ouverture 4 m × 1 m et ouverture de maille 16 mm) et le filet fixe (ou chalut à l'étalage) dont l'ouverture atteint 8 m × 1 m et dont la maille fait 22 mm d'ouverture. Cette poche est maintenue ouverte par deux tangons de bois et utilisée à partir d'une pirogue mouillée dans le lit du fleuve. La pirogue porte généralement 2 filets soutenus à leur autre extrémité par 2 futs métalliques servant de flotteurs.

Le kili est la seule méthode utilisée dans le Sine Saloum où les courants sont faibles, le chalut à l'étalage est le seul engin autorisé en Casamance.

3.2.1 Prises, efforts, saisons et zones de pêche

a) Fleuve Sénégal Les débarquements totaux annuels de 1960 à 1977 sont disponibles ainsi que les débarquements mensuels de 1975 à 1977 (*Annexe I*). La capture totale annuelle n'a jamais dépassé 270 tonnes.

La pêche n'est jamais nulle et les meilleures prises sont obtenues en moyenne de janvier à avril (*Fig. 26*). Elle s'effectue tout près de l'embouchure du fleuve ou à St-Louis même.

b) Sine Saloum Les données disponibles sont regroupées dans *l'Annexe II*. Aucune donnée, même approximative, sur l'effort n'est connue. Les meilleures captures sont obtenues en sep-

¹Centre de Recherches Océanographiques de Dakar Thiaroye - B.P. 2241 - Dakar - Sénégal.

⁽¹⁾on peut noter qu'il existe également une petite pêche artisanale mal connue dans la Gambie, produisant 200-400 t/an.

tembre-octobre (Fig. 26). Les captures annuelles n'ont pas dépassé les 310 tonnes et les principaux centres de débarquement sont Fatik, Kaolack et Foundiougne.

c) *Casamance* C'est une exploitation traditionnelle qui remonte au moins à 1959. Le nombre de pirogues participant à la pêche a parfois été répertorié par l'usine de regroupement et traitement des captures de Ziguinchor et il est disponible pour 1963 (valeur moyenne uniquement), 1964 à 1966 et 1970-1971 (Annexe III). Des données de captures, plus ou moins complètes, sont disponibles depuis 1960 (Annexes IV et V).

Les captures, très importantes, ne sont jamais nulles. Le schéma saisonnier est nettement bimodal avec un maximum en septembre-octobre et un autre en avril-mai-juin (Fig. 26).

La zone de pêche autorisée actuellement est comprise entre Ziguinchor et Goudomp situés respectivement à 63 et 115 km de l'embouchure.

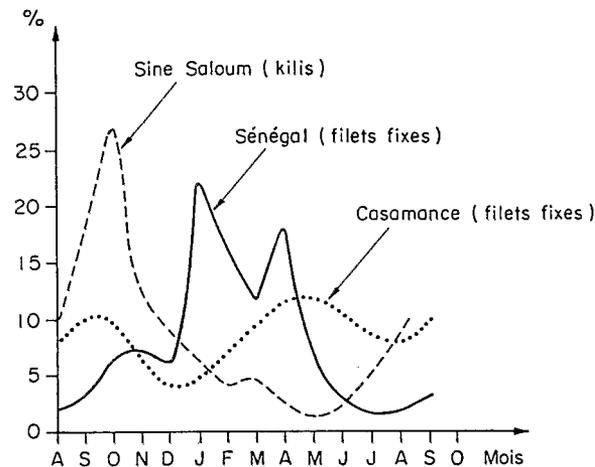


Fig 26 Variations saisonnières des captures (en pourcentage du total annuel) dans les 3 pêcheries artisanales du Sénégal

3.2.2 Taille des crevettes capturées

a) *Fleuve Sénégal* L'évolution saisonnière des tailles moyennes est donnée sur la figure 27. Il existe un cycle saisonnier simple avec des valeurs faibles pendant la période où la baisse de salinité est la plus brusque (cf. fig 2). L'histogramme total annuel est donné sur la figure 28, pour 1977-78 et la taille moyenne à la migration est de 18.9 mm (LC) soit environ 9 cm de longueur totale ($\sigma^2 = 14.12$, $n = 7349$).

b) *Sine Saloum* Les données disponibles sont incomplètes. Elles indiquent une taille minimale en septembre correspondant à la période de dessalure. L'histogramme total obtenu pendant la période d'observation (de juillet à novembre 1973)

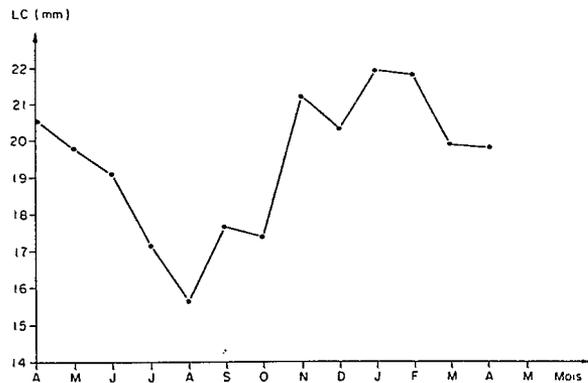


Fig 27 Evolution de la taille moyenne mensuelle des échantillons provenant du fleuve Sénégal (avril 1977 à avril 1978)

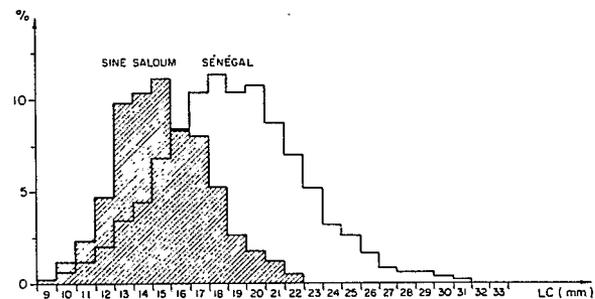


Fig 28 Histogramme total des tailles des juvéniles capturées dans le fleuve Sénégal (en 1977-1978), et dans le Sine Saloum (juillet-novembre 1973)

est donné sur la figure 28 et la taille moyenne correspondante est 15.2 mmLC ou environ 7 cm de longueur totale ($\sigma^2 = 5.82$ et $n = 2011$).

c) *Casamance* L'évolution saisonnière paraît plus compliquée que dans le fleuve Sénégal. Les tailles capturées sont élevées en saison sèche et diminuent pendant la dessalure. Cependant, un second minimum plus difficile à expliquer par l'hydrologie existe en janvier (Figure 29).

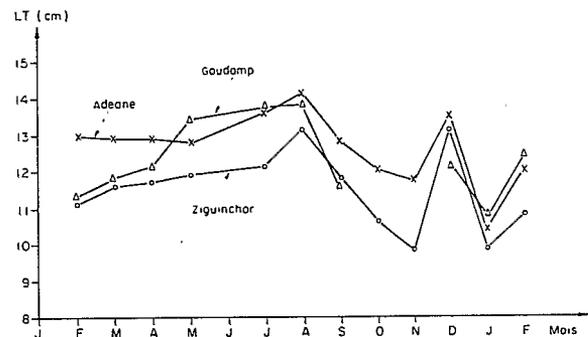


Fig 29 Evolution de la taille moyenne mensuelle des échantillons provenant de trois zones de pêche de la Casamance (1976-1977)

qui semble particulier à la Casamance. En effet, les données anciennes collectées par De Bondy (1968) indiquent pour 1966 une taille moyenne de 9.5 cm(LT) proche de celle observée dans le fleuve Sénégal, et des valeurs généralement rencontrées en Afrique de l'ouest (Garcia, 1978) avec une variance de 1.72 (pour 17 598 individus mesurés). En 1976, 47 825 individus ont été mesurés et la taille moyenne est 12.2 cm(LT) ($\sigma^2 = 4.91$). Toutes les données disponibles pour la période récente indiquent que les crevettes migrent à une

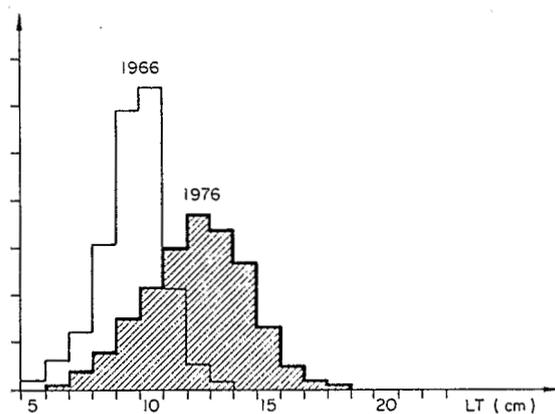
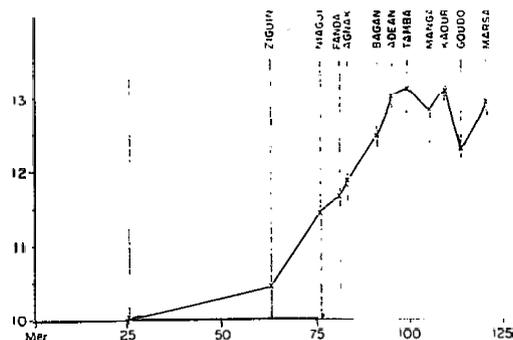


Fig 30 Histogramme total annuel des tailles dans les échantillons de captures récoltés en 1966 (d'après De Bondy, 1968), en 1976 dans la région de Ziguinchor

Une autre particularité de la Casamance réside dans la distribution des tailles en fonction de la distance à l'embouchure. Contrairement à tous les schémas généralement admis, les crevettes sont d'autant plus petites que l'on se rapproche de la mer (Fig 31). Leur taille est maximale vers Tambacoumba et tendrait peut-être à diminuer ensuite. Ce phénomène très particulier dont l'importance pour la pêche est considérable, pourrait être lié au fait qu'il existe un noyau sursalé saisonnier situé en amont de Ziguinchor.

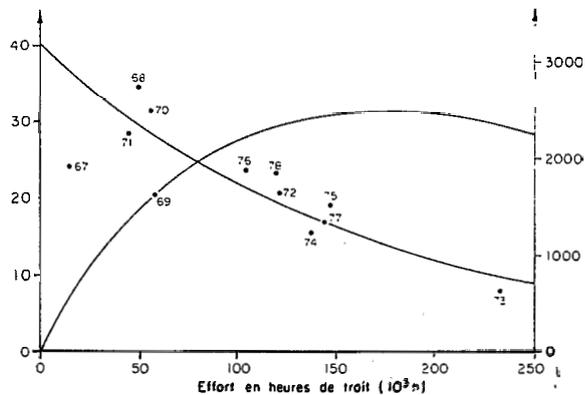
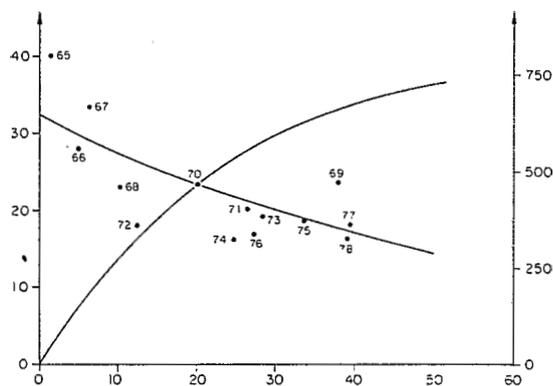


Fig 33 Modèle de Fox obtenu pour le stock de Roxo-Bissagos

Année	Saint-Louis			Roxo-Bissagos		
	Prise (t)	Effort (10 ³ h)	c.p.u.e. (kg/h)	Prise (t)	Effort (10 ³ h)	c.p.u.e. (kg/h)
1965	55	1.4	40.1	—	—	—
1966	143	5.1	27.9	6	1.6*	3.7*
1967	218	6.5	33.5	358	14.9	24.0
1968	227	9.9	23.0	1700	49.5	34.3
1969	896	38.1	23.5	1205	58.8	20.5
1970	486	20.5	23.7	1826	58.3	31.3
1971	532	26.7	19.9	1322	46.2	28.6
1972	224	12.6	17.8	2529	122.8	20.6
1973	540	28.3	19.1	1768	235.7	7.5
1974	405	25.2	16.1	2096	137.0	15.3
1975	617	33.7	18.3	2814	148.1	19.0
1976	464	27.6	16.8	2438	104.6	23.3
1977	707	39.7	17.8	2424	144.3	16.8
1978	637	38.9	16.4	2716	119.1	22.8

* valeurs non utilisées

La prise maximale moyenne (ou MSY) n'étant pas un objectif à atteindre par la flottille, pour des raisons économiques, nous avons calculé également la prise optimale moyenne (Y_{opt}) et l'effort correspondant (f_{opt}) en utilisant le critère de rendement marginal de Gulland et Boerema (1973). Ce niveau correspond à celui où l'augmentation des captures par unité d'effort devient inférieure à 10% de la cpue correspondant à une très faible taux d'exploitation. Les résultats obtenus sont:

	St-Louis	Roxo-Bissagos
M.S.Y.	750 tonnes	2 500 tonnes
f_{MSY}	63·10 ³ heures	168·10 ³ heures
$cpue_{MSY}$	11.19 kg/h	14.8 kg/h
Y_{opt}	730 tonnes	2 400 tonnes
f_{opt}	49·10 ³ heures	131·10 heures
$cpue_{opt}$	14.9 kg/h	18.4 kg/h
$f(1975-78)$	35·10 ³ heures	129·10 ³ heures
f/f_{opt}	0.72	0.98

Le stock de Roxo-Bissagos semble donc exploité au mieux de ses possibilités alors que celui de St-Louis pourrait supporter un accroissement d'effort de 28%. Ces résultats sont valables pour le régime d'exploitation actuel. Toute modification du vecteur de F en fonction de l'âge (par changement de maille ou modification du taux d'exploitation en estuaire) conduira à une révision de ces évaluations, Garcia et Lhomme (1979) ayant procédé à l'estimation des potentiels de divers stocks d'Afrique de l'Ouest, on peut comparer les productions optimales par unité de surface.

Etant donné que la productivité d'un fond de pêche en mer dépend aussi du prélèvement effectué sur le recrutement par la pêche artisanale, nous avons tenté d'en tenir compte en ajoutant la capture de la pêche artisanale au potentiel en mer calculé dans les conditions actuelles d'exploitation. Cette approche, seule possible pour le moment, ne devrait pas introduire d'erreur importante car

Fonds de Pêche	Surface milles ²	Production optimale		Productivité (tonnes/mille ² /an)	
		mer	mer + estuaire	mer	mer + estuaire
St-Louis	430	730	880	1.7	2.0
Roxo-Bissagos	800	2 400	3 900 ²	3.0	4.9
Sherbro ¹	400	1 800	2 140	4.5	5.3
Côte d'Ivoire	390	570	1 220	1.4	4.1
Bénin-Nigéria					
Cameroun ³	1 500	≈3 500	4 000	2.3	2.7
Gabon	875	1 500 ⁴	1 500	1.7	1.7

¹Sierra Leone + Liberia

²Production artisanale considérée: 200 t (Saloum) 200 t (Gambie) et 1 100 t Casamance, valeur moyenne des dernières années)

³Selon Garcia et Lhomme (1979)

⁴Capture actuelle, proche du potentiel maximum

selon Garcia (1978), à des niveaux d'exploitation en mer proches du MSY, les variations simulées du taux d'exploitation des juvéniles en estuaire influent très peu sur la prise totale (mer + lagune).

5 Les variations naturelles de production

5.1 En Casamance

Le Reste (1980) a analysé les variations interannuelles de capture dans la pêche artisanale de Casamance. L'analyse repose sur les éléments suivants:

- la taille moyenne à la migration a changé entre 1966 et 1976 (cf para. 3.2.2 c)
- la taille moyenne (et très vraisemblablement l'âge) à la migration varie d'une année à l'autre avec la salinité ambiante.
- la salinité ambiante de la Casamance est liée aux pluies des années antérieures par le jeu du lessivage des sols sursalés et de la percolation de la nappe phréatique directement dans la Casamance qui est un système hydraulique très particulier (Le Reste, 1980)

Si on représente par Y_i les captures et par P_i les pluies de l'année i , il indique que la corrélation est absente ou mauvaise entre:

- Y_i et P_i
- Y_i et $(P_i + P_{i-1})$ ou $(P_i + P_{i-1} + P_{i-2})$
- Y_i et P_{i-1}

En revanche, il y a une très bonne corrélation entre:

$$Y_i \text{ et } \frac{(P_{i-1} + P_{i-2})}{2} \text{ où } R = 0.91 \text{ (} n = 11 \text{)}$$

La corrélation est également très bonne entre

$$Y_i \text{ et } \left(\frac{1}{2} P_{i-1} + \frac{1}{4} P_{i-2} + \frac{1}{8} P_{i-3} + \frac{1}{16} P_{i-4} + \frac{1}{32} P_{i-5} \right)$$

où $R = 0.90$ ($n = 11$). La grandeur entre parenthèses est appelée 'volume déterminant' et permet de prendre en considération un certain nombre d'années antérieures avec une pondération décroissante, reflétant ainsi la 'mémoire' des événements passés conservés par ce système hydraulique particulier grâce à l'effet tampon de la nappe phréatique.

Cette dernière corrélation a été conservée par l'auteur pour servir de modèle prédictif (Fig 34) car elle rendait mieux compte des phénomènes passés (Fig 35). L'utilité de cette relation pour prédire réellement les captures doit encore être testée dans l'avenir.

Au vu de ces résultats très intéressants on peut proposer, pour expliquer le phénomène, l'hypothèse suivante: la salinité ambiante agit sur la durée

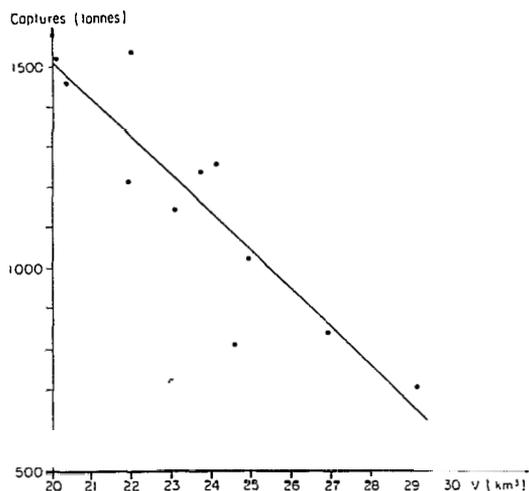


Fig 34 Captures de l'année et 'volume déterminant' pour le fleuve Casamance (d'après Le Reste, 1980), voir texte

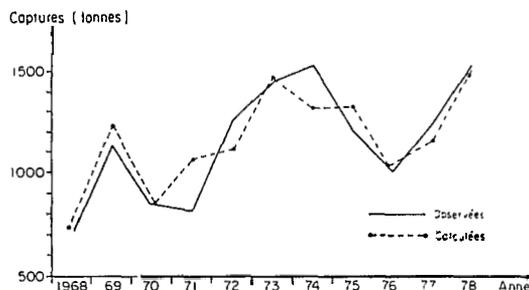


Fig 35 Captures observées et calculées pour le fleuve Casamance (d'après Le Reste, 1980)

du séjour en lagune, donc sur la taille à la migration et par là même sur la taille à la première capture dans la pêche artisanale au filet fixe et, par la suite, dans la pêche industrielle en mer. La taille à la première capture serait donc soumise à des variations naturelles d'une année à l'autre. Ces variations auraient apparemment pour conséquence, en estuaire, l'augmentation de biomasse exploitable, ce qui indiquerait d'ailleurs que la mortalité naturelle à ce stade est inférieure à la croissance en poids.

Une augmentation de biomasse associée à une augmentation de la taille à la première capture, se traduirait par une augmentation de capture dans la pêcherie artisanale même avec un effort de pêche stable et inversement.

5.2 En mer

Une relation entre les pluies et la production des stocks en mer ayant souvent été indiquée, elle a été recherchée entre les pluviométries sur le bassin versant du Sénégal et de la Casamance et la produc-

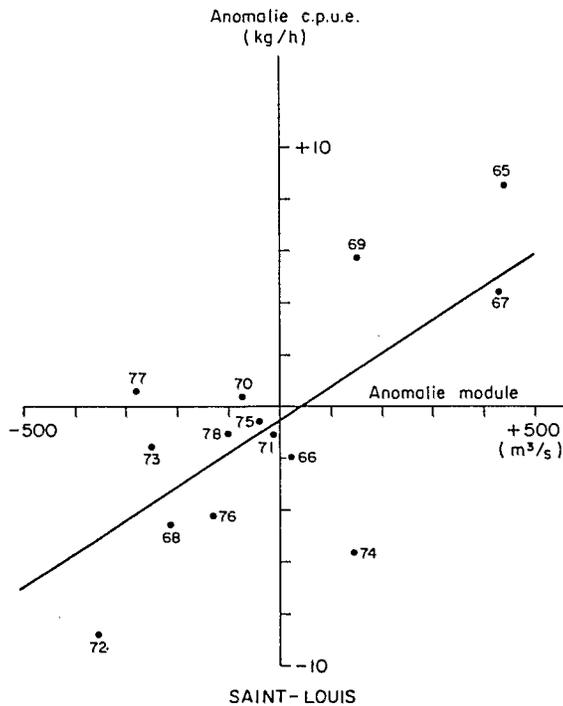
tion des fonds de St-Louis et Roxo-Bissagos.

Nous avons choisi la cpue standardisée annuelle comme indice d'abondance moyenne (supposant que d'éventuelles petites variations de la distribution saisonnière de l'effort de pêche n'avaient sur cet indice qu'un impact négligeable). Cette cpue varie également avec le niveau de l'effort de pêche qui a beaucoup varié durant les dix dernières années. Pour supprimer cette cause de variation on a considéré que les modèles de Fox, calculés pour les deux stocks considérés, représentaient la réalité et que les écarts des points par rapport à la courbe étaient des anomalies positives ou négatives (l'exploitation portant sur une seule classe d'âge les captures annuelles peuvent être considérées comme des valeurs à l'équilibre).

Ces anomalies de l'abondance ont été reliées respectivement aux anomalies de pluviométrie (écart annuel par rapport à la moyenne sur la période considérée) sur le bassin versant de la Casamance (pour Roxo-Bissagos) et aux anomalies de débit annuel moyen pour le fleuve Sénégal (dans le cas de St-Louis).

Les résultats obtenus sont résumés sur la figure 36

- St-Louis: $Y = 0.013X - 0.574$
 $N = 14$ couples
 $r = 0.72$ (hautement significatif)



- Roxo-Bissagos:

$$Y = -0.62X - 0.75$$

$$n = 12$$

$$r = 0.52 \text{ (significatif)}$$

Les anomalies sont donc très bien corrélées mais les corrélations sont de signe opposé pour les deux fonds de pêche. A St-Louis, l'abondance en mer paraît d'autant plus élevée que les apports d'eau douce sont importants alors que l'inverse est observé à Roxo-Bissagos.

L'interprétation d'une différence aussi radicale entre les deux fonds de pêche est difficile avec les éléments dont nous disposons. Il est certain qu'elle ne provient pas de l'utilisation de données climatiques différentes (pluviométrie dans un cas et débit du fleuve dans l'autre) car ces données sont très fortement corrélées dans ce cas particulier. Il semble, bien que l'ajustement des modèles de Fox ne soit pas toujours satisfaisant (cf. fig 32) qu'il ne s'agisse pas d'un artéfact car on observe effectivement que les années situées dans la partie supérieure du nuage de points pour St-Louis sont situées dans la partie inférieure pour Roxo-Bissagos.

On doit également noter que ce phénomène d'inversion apparente de la relation a été observé dans le Golfe du Mexique: Gunter et Hildebrandt (1954) ont montré une relation positive, pour P.

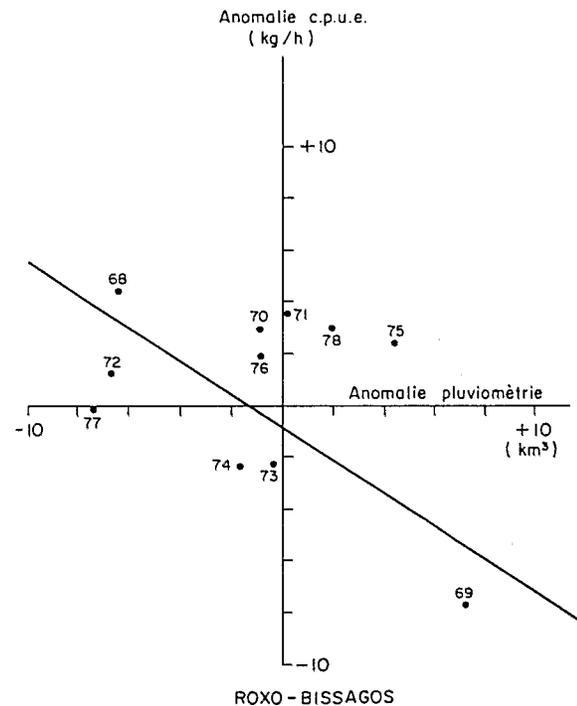


Fig 36 Relation entre les anomalies de la capture en mer et celles de la pluviométrie (stock de Roxo-Bissagos) ou des apports fluviaux (stock de St-Louis)

setiferus au Texas, entre les pluies et l'abondance en mer alors que Barret et Gillespie (1975) notent une relation négative entre les apports fluviaux et l'abondance pour la même espèce en Louisiane. Il est intéressant de noter, à ce sujet, que le Texas et la région de St-Louis, au nord du Sénégal, sont deux régions sèches avec des apports continentaux faibles (la relation y est positive) alors que la Louisiane, comme la région des Bissagos, sont des zones où les apports d'eau douce sont plus importants (la relation y est négative). Ces observations pourraient indiquer, comme le soulignent Garcia et Le Reste (1981) que la relation entre les apports d'eau douce et la production de crevettes ne serait pas linéaire mais présenterait un seuil critique au-delà duquel elle s'inverserait.

Diverses théories ont été proposées pour expliquer les relations observées: Gunter et Edwards (1969) suggèrent une action sur la surface des nurseries disponibles par l'intermédiaire de la salinité. Subramanyam (1966) envisage une action directe de la pluviométrie sur le recrutement des postlarves: par une modification des gradients de salinité entre les nurseries et la mer. Ruello (1973) pense que les relations sont plus complexes et que les apports d'eaux douces affectent à la fois la reproduction en mer, la survie et le recrutement des postlarves, la survie et la croissance des immatures ainsi que leur recrutement en mer. Les résultats obtenus en Afrique de l'Ouest permettent, en outre, de mettre en évidence l'action des apports d'eau douce sur l'âge à la migration et donc sur l'âge à la première capture dans les pêcheries. Ces modifications de l'âge à la première capture se traduisent par des variations de rendement par recrue et auraient donc une influence sur les captures totales annuelles.

6 Aménagement

6.1 Mesures actuellement en vigueur

6.1.1 *En mer* La maille actuellement couramment utilisée au Sénégal est une maille de 20 mm de côté (et 37 mm d'ouverture en moyenne). Les zones de pêche sont également règlementées. Le chalutage est interdit dans la bande côtière des 6 milles. Les chalutiers glaciers peuvent opérer à partir des 6 milles et les congélateurs à partir des 12 milles (ces limites sont indiquées sur les figures 20 et 21). Il est nécessaire d'obtenir un permis de pêche et, dans le cas de la pêche crevettière, la jauge autorisée est limitée.

6.1.2 *En estuaire* On se limite au cas de la Casamance où s'est développée l'exploitation la plus

importante. Une maille minimale de 12 mm de côté est imposée et les arts trainants sont interdits. La pêche n'est autorisée qu'entre Ziguinchor et Goudomp (où la taille des crevettes est élevée). Elle est en outre autorisée dans le chenal central et interdite dans les chenaux secondaires qui servent de nurseries.

6.2 Considérations sur la situation actuelle

La mise en place de schémas d'aménagement doit reposer sur une connaissance approfondie de la pêche, de ses caractéristiques et de ses contraintes. Dans cet ordre d'idées, on résumera dans les paragraphes suivants les données pertinentes dont le schéma d'aménagement définitif devra tenir compte.

6.2.1 Les potentiels et les niveaux d'exploitation

Ils ont été estimés au paragraphe 4. Le niveau 'optimum' se situerait autour de 730 tonnes pour St-Louis et 2400 tonnes pour Roxo-Bissagos. Le premier stock est exploité à 72% de ses possibilités et le second à 98%. Il n'y a donc pas surexploitation biologique et le stock de St-Louis pourrait même supporter un accroissement de l'effort de pêche (les rendements y sont cependant déjà plus faibles qu'à Roxo-Bissagos).

6.2.2 *Les interactions entre la pêche industrielle et artisanale* Les évaluations ci-dessus ne sont valables que dans l'état actuel d'exploitation des nurseries par la pêche artisanale et seront modifiées par tout changement dans la mortalité par pêche appliquée aux juvéniles.

Les interactions entre pêche artisanale et pêche industrielle peuvent théoriquement se produire dans les deux sens, la pêche artisanale réduisant le recrutement des juvéniles dans la pêche industrielle et cette dernière réduisant le potentiel reproducteur et, par conséquent, le nombre de larves disponibles pour repeupler les estuaires. En réalité, on tend à négliger ce dernier phénomène car jusqu'à présent on n'a pas pu mettre clairement en évidence de relation entre l'abondance des reproducteurs et celle des recrues pour les crevettes penaeïdes (Garcia et Le Reste, 1981).

En ce qui concerne le fond de St-Louis (figure 37) les relations sont simples, la nurserie est limitée à l'embouchure du fleuve Sénégal, la pêche artisanale est réduite et capture 200 tonnes/an en moyenne.

En ce qui concerne le fond de Roxo-Bissagos ces relations sont plus complexes car des nurseries existent sur la côte sud du Sénégal (Siné Saloum et Casamance), en Gambie (dans le fleuve Gambie) et en Guinée-Bissau (Rio Cacheu, Rio Geba,

etc . . .). La pêche artisanale de Casamance produit plus de 1000 tonnes par an en moyenne dans la seule partie médiane du fleuve entre Ziguinchor et Goudomp (et il n'est pas sûr que ce secteur, fortement exploité, fournisse encore un nombre significatif de recrues au fond de pêche de Roxo-Bissagos). Il n'est pas possible actuellement de connaître, même approximativement, la proportion de recrutement potentiel total du stock de Roxo-Bissagos qui est capturée en Casamance. Si l'on suppose que cette fraction est du même ordre de grandeur que le rapport entre la superficie totale des nurseries existantes et celle de la zone exploitée de Casamance, le prélèvement réalisé par la pêche artisanale ne devrait pas être très important.

En réalité l'ignorance des relations exactes entre la nurserie de Casamance et le fond de pêche de Roxo-Bissagos rend extrêmement difficile l'élaboration d'un schéma global d'aménagement. La figure 37 schématise la position des stocks en mer et des nurseries, les flèches indiquent la migration et donc le sens de l'interaction.

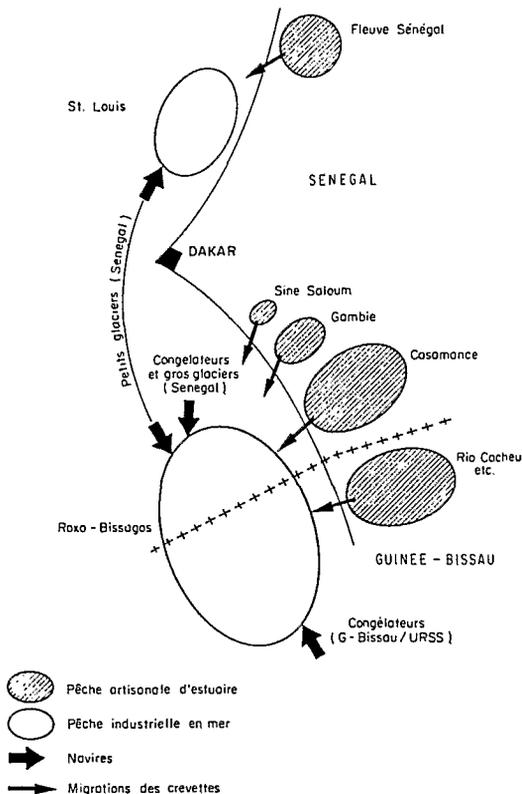


Fig 37 Schéma théorique de distribution des crevettes adultes et juvéniles, des types de pêche, et interactions éventuelles (le sens de la flèche indique le sens de l'action) sur les fonds de pêche à la crevette du Sénégal. La frontière maritime est totalement arbitraire

6.2.3 Interactions entre les deux fonds de pêche en mer En théorie il serait intéressant d'extraire de chaque stock la capture optimale (définie au paragraphe 4) en régulant la distribution de l'effort de pêche. La situation est, en fait, très complexe car les deux fonds sont situés à des distances différentes de Dakar (le coût du trajet, en carburant, est donc différent) et leur richesse est inégale (les crevettes sont moins abondantes à St-Louis). Les paramètres économiques doivent donc être pris en compte, une étude détaillée à l'aide de techniques de simulation, analogue à celle que Clark et Kirkwood (1979) ont réalisée en Australie, permettrait de définir la distribution optimale de l'effort sur les deux fonds.

En fait les conséquences de l'alternative qui est offerte aux pêcheurs sont nettement perceptibles à l'heure actuelle. Le fond de St-Louis, moins riche mais plus proche de Dakar, n'est exploité qu'à 72% de ses possibilités par des chalutiers glaciers de moins de 50 TJB (exploitant non seulement les crevettes mais aussi, et de plus en plus, les espèces de poissons associées) alors que le fond de Roxo-Bissagos, plus lointain mais plus riche, est exploité à 98% de ses possibilités par de gros congélateurs et des glaciers de plus gros tonnage (les petits glaciers sont les seuls à se déplacer saisonnièrement de St-Louis à Roxo-Bissagos). Il est permis de penser que ceci découle empiriquement de la recherche d'un certain optimum économique fonction de la richesse des fonds et des coûts respectifs d'exploitation des divers types de bateaux. Nous verrons plus loin que le fond de Roxo-Bissagos pose également le problème d'une exploitation coordonnée entre le Sénégal et la Guinée - Bissau.

La position des deux fonds de pêche par rapport à Dakar, ainsi que les types de bateaux qui les exploitent et les transferts d'effort d'un fond à l'autre, sont indiqués sur la figure 37.

6.2.4 Interactions entre les exploitations des diverses espèces cibles L'une des grandes difficultés de l'aménagement des pêches en zone tropicale est le caractère multis spécifique de l'exploitation. C'est particulièrement vrai au Sénégal où les chalutiers exploitent une mosaïque de peuplements sur lesquels l'effort est distribué en fonction de leur abondance, de leur valeur, des possibilités du marché, etc. . . Ces considérations ont gouverné l'évolution brutale de la pêche pendant les 15 dernières années (cf. paragraphe 3.1.1), évolution qui apparaît nettement si on examine la structure spécifique des débarquements (Fig 19).

On a porté sur la figure 38 les interactions existant actuellement entre l'exploitation de la crevette

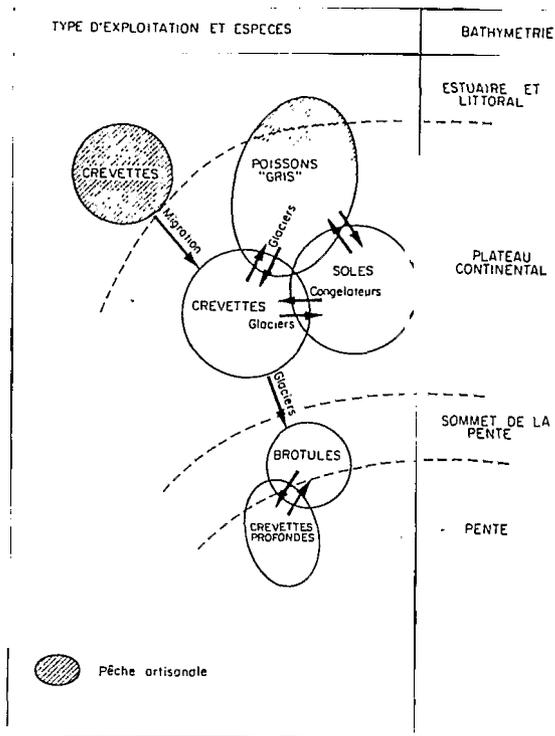


Fig 38 Interaction entre l'exploitation des principaux groupes cible exploités par la pêche crevette artisanale et industrielle au Sénégal

et celle des autres espèces de fond meuble du plateau, ou des espèces du sommet et de la pente continentale. Les flèches indiquent le sens des transferts d'effort de pêche et le type de bateau concerné est précisé. On distingue trois cibles principales: crevettes, soles (*Cynoglossus* spp) et poissons 'gris' (*Pseudotolithus*, *Galeoïdes*), ces deux dernières exploitations spécialisées étant entreprises par des crevettiers reconvertis. Selon les marées, les mêmes bateaux exploitent l'une ou l'autre de ces cibles. Les congélateurs exploitent seulement les espèces de plus grande valeur telles que les soles et les crevettes.

Il est clair que dans ces conditions l'aménagement de chaque type de ressource, ou groupe d'espèces, séparément, poserait quelques problèmes.¹ En ce qui concerne les maillages optimaux, ils sont vraisemblablement différents pour les crevettes et les poissons (on a vu au paragraphe 2.6 qu'une maille de 62 mm pourrait être utilisée sans dommage à la place de la maille actuelle de 37 mm), surtout si l'on considère les gros Sciaenidés et Sparidés. Cependant, dans la situation

¹Nous admettons que l'optimisation de l'exploitation de chaque espèce est impossible et ne considérons ici que la possibilité d'aménager les biotopes principaux, étant entendu que certaines espèces appartiennent à plus d'un biotope.

actuelle, une maille unique de 60 mm telle qu'elle a été recommandée par le Comité des Pêches de l'Atlantique Centre-Est (COPACE) pour toutes les espèces démersales du plateau (FAO-COPACE, 1980) faciliterait grandement la mise en oeuvre et le contrôle d'une telle réglementation, en attendant que le développement des services de contrôle permette la mise en place effective d'une réglementation plus fine. Dans tous les cas, cette dernière devrait être assortie de normes précises concernant les pourcentages d'espèces secondaires compatibles avec chaque type de maillage. Cette réglementation serait complexe et poserait de très sérieux problèmes de contrôle, à terre et surtout en mer.

En ce qui concerne la limitation des taux d'exploitation des différentes espèces cibles, ou groupes d'espèces, la mise en oeuvre d'une limitation par cible serait également très difficile pour les mêmes raisons.

Il est intéressant de rappeler les conclusions de Garrod (1973, p. 1984) concernant le problème de l'exploitation d'une ressource multiple. Cet auteur indique 'That multiple-stock fishery resources form a robust system; within limits they can tolerate wide variations in fishing mortality on individual stocks and, in themselves, these do not have an adverse long-term effect on the stock or its yield. The important feature is the overall mean level of fishing effort applied to the complex. . . From an administrative point of view of fisheries management this also means that there is no advantage in trying to secure a precise control of fishing mortality'. Il ajoute que les risques de destruction de stocks élémentaires diminuent si la distribution de la mortalité, sur ces stocks, peut fluctuer à court terme en fonction de leur abondance, cette stratégie fournissant un 'tampon' permettant de dévier les excès d'efforts de pêche sur d'autres éléments de la ressource.

Cette réflexion est essentielle dans le cas particulier traité dans ce travail car elle impliquerait qu'un niveau global 'optimal' d'effort soit défini, au moins pour le peuplement de fonds meubles (poissons gris, crevettes et soles) dans son ensemble, et que la distribution de cet effort soit laissée à l'appréciation des prédateurs que sont les pêcheurs. Une difficulté majeure réside dans le fait que le pêcheur n'est pas guidé par l'abondance de la ressource mais par la valeur de la capture qu'il obtient. Dans ces conditions, lorsque des différences importantes existent dans la valeur des captures provenant des divers éléments d'une ressource multiple, on peut craindre une surexploitation grave ou une extinction de l'élément dont la

valeur est la plus élevée, si aucun contrôle visant à répartir l'effort de pêche n'est assuré. La distribution fine de l'effort sur une telle mosaïque d'espèces étant difficile à contrôler directement, elle peut l'être indirectement, au moins en partie, par l'intermédiaire de taxes au débarquement. En effet, la perception d'une taxe, différente selon les espèces, modulée en fonction de leur valeur marchande et des résultats que l'on veut obtenir, devrait permettre d'égaliser à long terme les revenus procurés par l'exploitation des divers éléments de la ressource. Il est même permis d'imaginer que l'exploitation de certains éléments peu rémunérateurs (balistes, par exemple) puisse être favorisée à l'aide d'une prime au débarquement prélevée sur les taxes provenant des espèces les plus chères.

Il faut enfin noter que le mode d'exploitation d'une ressource multiple proposé par Garrod (1973) implique que les unités de pêche soient polyvalentes et puissent passer d'un élément à l'autre de la ressource. Ceci n'est pas toujours possible et la pêcherie démersale du Sénégal montre que, pour des raisons technologiques et économiques, certains types de bateaux se spécialisent parfois sur un groupe d'espèces où ils sont rentables et que leur transfert sur d'autres éléments de la ressource est difficilement réalisable.

6.2.5 Partage de la ressource et aménagement coordonné entre le Sénégal et la Guinée-Bissau Le stock de Roxo-Bissagos est commun à ces deux pays, quelle que soit la frontière maritime qui sera définie ultérieurement. Il est exploité à l'heure actuelle par des flottes basées à Dakar et à Bissau, et il n'existe pas d'accord bilatéral formel entre les deux pays permettant de fixer d'un commun accord le niveau d'exploitation du stock ou la maille autorisée pour les chaluts. Cependant, les pays côtiers de la région ont institué une Conférence Interministérielle sous-régionale sur la préservation, la conservation et l'exploitation des ressources halieutiques au sein de laquelle ce type de problème doit être négocié. Pour sa part, le Comité des Pêches de l'Atlantique Centre-Est (COPACE), organisé sous l'égide de la FAO, a déjà abordé à plusieurs reprises le thème de l'aménagement des stocks communs pour essayer de dégager au niveau régional un consensus sur les méthodes de répartition des ressources communes. Dans le cas d'un stock comme celui-ci, le problème ne devrait pas être trop difficile à résoudre en ce qui concerne les adultes car la répartition est bien connue et les migrations semblent être surtout des mouvements irréguliers pouv-

ant conduire à un brassage de la population. Une étude détaillée de la distribution des crevettes sur l'ensemble du fond, et une estimation du taux réel de brassage devraient permettre de définir dans quelle mesure il est nécessaire de coordonner les aménagements nationaux.

Le problème est plus complexe si l'on considère également l'exploitation artisanale et s'il apparaît qu'une intensification de cette pêche dans l'un des pays peut affecter l'abondance des adultes dans l'autre pays. La pêche artisanale des juvéniles est actuellement plus développée au Sénégal qu'en Guinée-Bissau et les possibilités d'expansion de cette dernière ne sont pas connues. Des campagnes de marquages effectuées sur les juvéniles en migration, au Sénégal et en Guinée-Bissau, permettraient de définir les relations réelles entre les diverses nurseries potentielles et le stock d'adultes.¹

7 Conclusions: priorités en matière de recherche et d'aménagement

7.1 En matière de recherche

7.1.1 Etude des maillages et essais de chaluts sélectifs. Les conséquences biologiques et économiques (en ce qui concerne les poissons) de l'utilisation d'une maille unique de 62 mm pour tout le complexe crevette-sole-poissons gris, doivent être évaluées car le groupe d'espèces doit être étudié dans son ensemble.

Des essais de chaluts sélectifs, permettant d'éviter la destruction des juvéniles de poissons présents sur les fonds à crevettes, devraient être entrepris (dans le cadre régional) pour essayer de résoudre également le grave problème des rejets.

7.1.2 Etude des liaisons entre nurseries et fonds de pêche Un programme de marquages des juvéniles serait de nature à permettre une meilleure analyse de l'effet de la pêche artisanale dans le fleuve Casamance, sur le recrutement du stock marin de Roxo-Bissagos.

7.1.3 Etude détaillée de la distribution des crevettes à Roxo-Bissagos à l'aide de campagnes de prospection par chalutages (échantillonnage stratifié): d'une part pour obtenir une meilleure connaissance de la distribution des crevettes, et d'autre part pour préciser la nécessité éventuelle d'une coordination de l'aménagement entre le Sénégal et la Guinée-Bissau.

¹Ces marquages pourraient être réalisés à l'aide de rubans de vinyl, qui permettent de marquer, avec succès, des crevettes de 50-60 mm de longueur totale (Marullo, 1976; Klima et Par-rack, 1980).

7.1.4 *Etude économique détaillée de l'exploitation artisanale et industrielle:* pour donner aux autorités chargées de la gestion les éléments nécessaires à leurs prises de décisions en matière d'aménagement et de développement respectifs de ces deux types de pêcheries dont l'impact sur le pays côtier (tant en ce qui concerne la capture et sa valeur que la distribution des revenus) est totalement différent.

7.1.5 *Application d'un modèle de simulation pour définir l'effet de la pêche artisanale sur la pêche industrielle*

7.1.6 *Détermination du niveau d'effort globalement admissible pour l'ensemble des espèces de fonds meubles sablo-vaseux du plateau*

7.2 *En matière d'aménagement*

7.2.1 *Règlementation de l'effort en mer* Compte tenu des évaluations réalisées et du comportement des unités de pêche (cf. paragraphe 3.1.6a), on peut émettre les recommandations suivantes:

a) ne pas accroître le nombre de crevettiers congélateurs car ils seraient contraints d'exploiter Roxo-Bissagos déjà pleinement exploité.

b) Tenir compte des captures de crevettes par les chalutiers non spécialisé dans le calcul du nombre total de crevettiers autorisés. Sur St-Louis, l'effort correspondant à l'optimum est de 49 000 heures de chalutage, d'un crevettier glacier type de 400 ch et 50 TJB exploitant exclusivement la crevette, ce qui correspondrait à environ 17 bateaux (pêchant 180 jours ou 2 900 heures par an, performances observées en 1978). Cependant, l'examen des données détaillées pour 1978 indique que les 'crevettiers' ne consacrent en fait que 60% de leur temps de pêche à la recherche de la crevette; le reste de l'effort étant orienté vers les poissons gris et les soles. Dans ces conditions, 24 glaciers de 50 TJB et 400 ch peuvent être autorisés. Leur nombre pourrait encore être augmenté si une part encore plus importante de leur effort était dirigée vers les poissons et si le potentiel de ces derniers le permet.

Notons cependant qu'une étude récente (FAO, non publié) a montré que l'achat de nouvelles unités ne pourrait être rentabilisé qu'avec des crevettiers glaciers de 120 TJB et 400 ch. Ces bateaux étant apparemment moins rentables, à l'heure actuelle, sur le stock de St-Louis, il pourrait s'avérer nécessaire de diminuer encore davantage l'effort de pêche appliqué aux crevettes avant qu'un renouvellement ou un accroissement de cette flottille soit possible.

En ce qui concerne le fond de Roxo-Bissagos, l'effort moyen appliqué a été de 280 jours de mer

par chalutier congélateurs de 400 ch (ou 4600 heures de chalutage). L'effort optimum étant de 131 000 heures de trait, le stock peut supporter 28 crevettiers congélateurs. Cependant, les données indiquant que 20% des captures de crevettes sont obtenues actuellement par les chalutiers classiques recherchent le poisson, 23 crevettiers congélateurs peuvent donc être autorisés et ce nombre devra être revu si la capture de crevettes par les chalutiers classiques venait à augmenter.

c) Augmenter la polyvalence des crevettiers congélateurs actuels pour permettre une exploitation plus large du complexe d'espèces démersales de fonds meubles sablo-vaseux.

d) Limiter la flotte de pêche démersale à son niveau actuel (car des transferts d'effort sont encore possibles, des peuplements de fonds durs vers ceux de fonds meubles, des rougets, pageots, céphalopodes, vers les crevettes, soles et poissons gris), ou ne permettre que des accroissements très progressifs en surveillant la réaction de l'ensemble de la ressource et surtout les changements d'espèces cibles éventuels.

7.2.2 *Règlementation du maillage en mer* Il est nécessaire de prendre sérieusement en considération la recommandation du COPACE pour l'utilisation d'une maille unique de 60 mm pour les espèces démersales. Dans le cas du complexe d'espèces des fonds sablo-vaseux, les données disponibles permettent de justifier cette mesure qui n'étant pas néfaste à l'exploitation des crevettes, améliorerait celle des poissons associés et faciliterait grandement le contrôle au port et en mer.

7.2.3 *Recherche des bases d'un aménagement coordonné avec la Guinée - Bissau*

7.2.4 *Aménagement de la pêche artisanale* Dans l'état actuel des connaissances, la capture en lagune paraît surtout dépendre des fluctuations climatiques (cf. 5.1) tout au moins au dans les conditions présentes d'exploitation.

Il paraît cependant judicieux de conserver les réglementations déjà vigueurs (maillage de 12 mm de côté, chalutage et filets trainants interdits, pêche interdite dans les nurseries).

Bibliographie

- BARRET, B B et GILLESPIE, M C. Environmental conditions relative to shrimp production in Louisiana. *NMFS/NOAA, Louisiana Wildl. Fish. Comm., Tech. Bull.*, 15: 22 p.
- BONDY, E T (DE). Observations sur la biologie de *Penaeus duorarum* au Sénégal. *Doc. Sci. Centre Rech. Oceanogr. Dakar - Thiaryoye*, 16: 50 p.

- BRUNET-MORET, Y. Etudes hydrologiques en Casamance—1970 Rapport définitif. *ORSTOM, Paris*.
- CADIMA, E L. Effet sur la production d'un changement de l'âge de première capture. *FAO circ. des pêches*, 701: 45–51.
- CLARK, W C et KIRKWOOD, G P. Bioeconomic model of the Gulf of Carpentaria prawn fishery. *J. Fish. Res. Board Can.*, 36(11): 1304–12.
- DE VRIES, J et LEFEVERE, S. A maturity key for *Penaeus duorarum* of both sexes. In: Actes Symposium océanogr. Ress. Halieut. Atlant. trop. *UNESCO Abidjan*, (1966): 419–424.
- DOMAIN, F. Les fonds de pêche du plateau continental ouest africain entre 17°N et 12°N. *Doc. Sci. Centre rech. Océanogr. Dakar—Thiaroye*, 61, 2 cartes.
- DOMAIN, F. Carte sédimentologique du plateau continental sénégalais. Extension à une partie du plateau continental de la Mauritanie et de la Guinée—Bissau. *ORSTOM, notice explicative*, 68: 17 p., 3 cartes couleur.
- FAO/COPACE. Rapport du groupe de travail ad hoc sur l'exploitation de la crevette (*Penaeus duorarum notialis*) du secteur Mauritanie—Libéria. *COPACE/PACE, séries 77/5*: 85 p.
- FAO/COPACE. Rapport de la sixième session du Comité des Pêches de l'Atlantique Centre-Est (COPACE), Agadir 11–14, décembre 1979. *FAO fish. Rep.*, 229: 67 p.
- FOX, W W JR. Fitting the generalized stock production model by least squares and equilibrium approximation. *Fish. Bull NOAA/NMFS*, 73(1): 23–37.
- GARCIA, S. Biologie de *Penaeus duorarum notialis* en Côte d'Ivoire. IV. Relation entre la répartition et les conditions du milieu. Etude des variations du sex ratio. *Doc. Sci. Centre rech. Océanogr. Abidjan*, 5(3–4): 1–39.
- GARCIA, S. Biologie et dynamique des populations de crevette rose *Penaeus duorarum notialis* Perez Farfante 1967. en Côte d'Ivoire. *Trav. Doc. ORSTOM*, 79: 221 p.
- GARCIA, S et LE RESTE, L. Cycles vitaux, dynamique, exploitation et aménagement des stocks de crevettes penaeïdes côtières. *FAO Doc. Tech. Pêches*, T 203 (en préparation).
- GARCIA, S et LHOMME, F. L'exploitation de la crevette blanche (*Penaeus duorarum notialis*) au Sénégal. Historique des pêcheries en mer et en fleuve, évaluation des potentiels de capture. In: Rapport du groupe de travail ad hoc sur l'exploitation de la crevette *Penaeus duorarum notialis* du secteur Mauritanie—Libéria. *COPACE/PACE, séries 77/5*: 17–40.
- GARCIA, S et LHOMME, F. Les ressources de crevettes roses (*Penaeus duorarum notialis*). In: Les ressources halieutiques de l'Atlantique Centre Est; première partie: les ressources du Golfe de Guinée de l'Angola à la Mauritanie. Sous la direction de J P Troadec et S Garcia. *FAO doc. Tech. sur les pêches*, 186: 123–148.
- GARROD, D J. Management of multiple resources. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 30(12), pt. 2: 1977–85.
- GULLAND, J A. The fish resources of the ocean. *Fishing News 1971 (books) Ltd.*, West Byfleet: 225 p. Rev. Ed. of *FAO fish. Tech. Pap.*, 97: 425 p. (1971).
- GULLAND, J A et BOEREMA, L K. Scientific advice on catch levels *Fish. Bull. NOAA/NMFS*: 325–335.
- GUNTER, G et EDWARDS, J C. The relation of rainfall and 1969 freshwater drainage to the production of the penaeid shrimps (*Penaeus fluviatilis* Say and *Penaeus aztecus* Ives) in Texas and Louisiana waters. *FAO, fish. Rep.*, 53(3): 875–92.
- GUNTER, G et HILDEBRANDT, H H. The relation of total rainfall 1954 of the state and catch of the marine shrimp *Penaeus setiferus* in Texas waters. *Bull. Mar. Sci.*, 4(2): 95–103.
- ISRA-ORSTOM. La reproduction des espèces exploitées dans le golfe de Guinée.—Rapport du groupe de travail ISRA-ORSTOM, Dakar, 7–12 décembre 1977. *Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Dakar—Thiaroye*, 68: 213 p.
- KLIMA, E D et PARRACK, M L. A technique to obtain information on shrimp management in the western central Atlantic ocean. In: Proceedings of the W.P. on shrimp fisheries of the northeastern south America, Panama city, Panama, 23–27 April 1979, report of the meeting contributions. FAO/UNDP interregional project for the development of fisheries in the western central Atlantic. *WECAF rep.*, 28: 104–22.
- LE RESTE, L. Biologie et dynamique des populations de la crevette *Penaeus indicus* H. Milne Edwards 1837. au Nord Ouest de Madagascar. *Trav. Doc. ORSTOM*, 99, 291 p.
- LE RESTE, L. The relation of rainfall to the production of the 1980 penaeid shrimp (*Penaeus duorarum*) in the Casamance estuary (Senegal). Paper presented at the Symposium of tropical ecology, Kuala Lumpur.
- LHOMME, F. Biologie et dynamique de *Penaeus (Farfante-1981 penaeus) notialis* Perex-Farfante, 1967) au Sénégal. Thèse de doctorat d'Etat. *Univ. Paris VI*, 225 p.
- MARULLO, F. A vinyl streamer tag for shrimp (*Penaeus spp.*). 1976 *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 105(6): 658–63.
- NEAL, R A. Methods of marking shrimp. *FAO Fish. Rep.*, 1969 57(3): 1149–1165.
- ROCHETTE, C. Remontée des eaux marines dans le Sénégal. 1964 Rapport de la mission d'aménagement du fleuve Sénégal. *ORSTOM*: 81 p.
- RUELLO, N V. The influence of rainfall on the distribution and 1973 abundance of the school prawn *Metapenaeus macleayi* in the Hunter River region (Australia). *Mar. Biol.*, 23(3): 221–228.
- SCET INTERNATIONAL. La pêche maritime au Gabon: diagnostic 1980 et perspectives. In: Etude régionale sur la pêche maritime dans le golfe de Guinée. *CCE/FED, annexe III*: 109 p.
- SUBRAMANYAM, M. Fluctuations in prawn landings in the 1966 Goodavari estuarine system. *Proc. IPFC*, 11: 44–51.

Annexe I

EVOLUTION DE LA PRISE TOTALE ANNUELLE (TONNES) DANS LE FLEUVE SÉNÉGAL DE 1960 À 1978 (DONNÉES D.O.P.M.)

<i>Année</i>	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978
Prise totale (tonnes)	7	21	35	21	21	7	10	28	8	13	10	55	260	127	267	122	99	141	113
EVOLUTION DE LA PRISE TOTALE MENSUELLE (KG) DANS LE FLEUVE SÉNÉGAL DE 1975 À 1977 (DONNÉES D.O.P.M.)																			
	<i>J</i>	<i>F</i>	<i>M</i>	<i>A</i>	<i>M</i>	<i>J</i>	<i>J</i>	<i>A</i>	<i>S</i>	<i>O</i>	<i>N</i>	<i>D</i>							
1975	25 500	18 900	14 100	24 000	1 800	600	300	600	3 450	7 200	13 500	12 000							
1976	20 000	18 500	15 800	18 900	2 500	1 600	3 500	2 700	4 000	6 000	3 000	3 000							
1977	18 300	1 800	2 000	7 300	12 800	7 500	1 400	2 200	1 200	4 200	2 700	1 600							
Pourcentage de la prise annuelle (moyenne)	22.4	13.8	11.2	17.7	6.0	3.4	1.8	1.9	3.0	6.1	6.8	5.9							

Annexe II

EVOLUTION DE LA PRISE TOTALE ANNUELLE (TONNES) DANS LE SINE SALOUM DE 1959 À 1978 (DONNÉES D.O.P.M.)

	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978
Prise totale (tonnes)	213	0	50	100	61	61	22	177	196	192	93	67	124	104	36	83	307	0	0	63
EVOLUTION DE LA PRISE MENSUELLE (KG) DANS LES PORTS DE FATICK FOUNDIUGNE ET KAOLACK EN 1959 ET DE 1967 À 1971 (DONNÉES DIR. OCEANOGR. PÊCHES MARIT. SÉNÉGAL)																				
	<i>J</i>	<i>F</i>	<i>M</i>	<i>A</i>	<i>M</i>	<i>J</i>	<i>J</i>	<i>A</i>	<i>S</i>	<i>O</i>	<i>N</i>	<i>D</i>								
1959	1 000	1 000	4 000	18 000	18 000	36 000	45 000	45 000	31 000	18 000	4 500	2 000								
1967	3 550	2 900	9 970	6 200	2 500	8 490	21 830	32 019	49 262	24 920	6 000	8 624								
1968	11 600	14 060	17 157	10 240	11 550	9 900	16 974	16 055	31 517	20 240	20 750	16 050								
1969	4 950	1 700	0	0	0	0	0	6 470	17 120	37 695	15 450	6 360								
1970	9 780	5 180	3 460	580	0	40	1 050	2 570	7 805	36 795	16 410	6 015								
1971	100	0	0	50	300	50	1 800	2 720	29 525	56 610	38 355	21 985								
Pourc. de la prise annuelle (moy. 1967-1970)	6.1	4.1	4.6	2.3	1.6	2.5	5.5	9.1	17.9	26.9	12.4	6.7								

Annexe III
EFFORTS MENSUELS EXPRIMÉS EN NOMBRE DE PIROGUES POUR LA CASAMANCE DE 1963 à 1966 ET EN 1970-1971 (DONNÉES AMERGER)

	<i>J</i>	<i>F</i>	<i>M</i>	<i>A</i>	<i>M</i>	<i>J</i>	<i>J</i>	<i>A</i>	<i>S</i>	<i>O</i>	<i>N</i>	<i>D</i>	<i>Moyenne</i>
1963	Données mensuelles non retrouvées												196
1964	(238)	238	275	275	282	326	266	330	266	369	410	407	307
1965	387	346	412	349	(456)	456	563	418	427	388	(414)	(414)	419
1966	(414)	(414)	440	540	491	668	688	708	709	(619)	(619)	(619)	577
1970	360	458	457	867	827	827	827	827	600	500	500	500	629
1971	0	600	(700)	800	763	727	930	(930)	940	940	943	1 036	846

Les chiffres entre parenthèses sont interpolés

Annexe IV
PRISES MENSUELLES DE CREVETTES TRAITÉES PAR LES USINES DE ZIGUINCHOR DE 1960 à 1968 (EN KG)

	<i>J</i>	<i>F</i>	<i>M</i>	<i>A</i>	<i>M</i>	<i>J</i>	<i>J</i>	<i>A</i>	<i>S</i>	<i>O</i>	<i>N</i>	<i>D</i>	<i>TOTAL</i>
1960	2 600	1 190	1 857	8 395	21 918	24 356	17 096	8 726	11 677	11 288	10 640	4 398	124 391
1961	4 900	2 240	3 500	15 820	41 300	45 610	33 740	16 440	22 000	21 200	20 050	8 200	235 000
1962	2 956	3 167	4 763	7 115	39 562	44 720	65 955	31 839	29 016	25 670	15 487	6 956	277 755
1963	5 356	6 182	8 165	16 801	30 700	101 166	43 094	56 705	40 546	27 642	19 430	16 760	372 547
1964	18 613	18 400	25 373	37 166	51 643	44 869	45 685	77 916	67 663	55 031	29 405	32 298	504 122
1965	13 421	28 037	45 510	55 430	?	?	174 851	65 694	68 549	32 883	?	?	(748 880)
1966	?	?	22 345	35 456	68 089	78 406	66 838	73 994	92 705	73 121	?	?	(611 241)
1967	Données mensuelles non retrouvées												562 000
1968	Données mensuelles non retrouvées												713 000

Sources: 1960 à 1962: MONOD (1966)
1963 à 1966: statistiques relevées aux usines par le C.R.O.D.T.
Données incomplètes

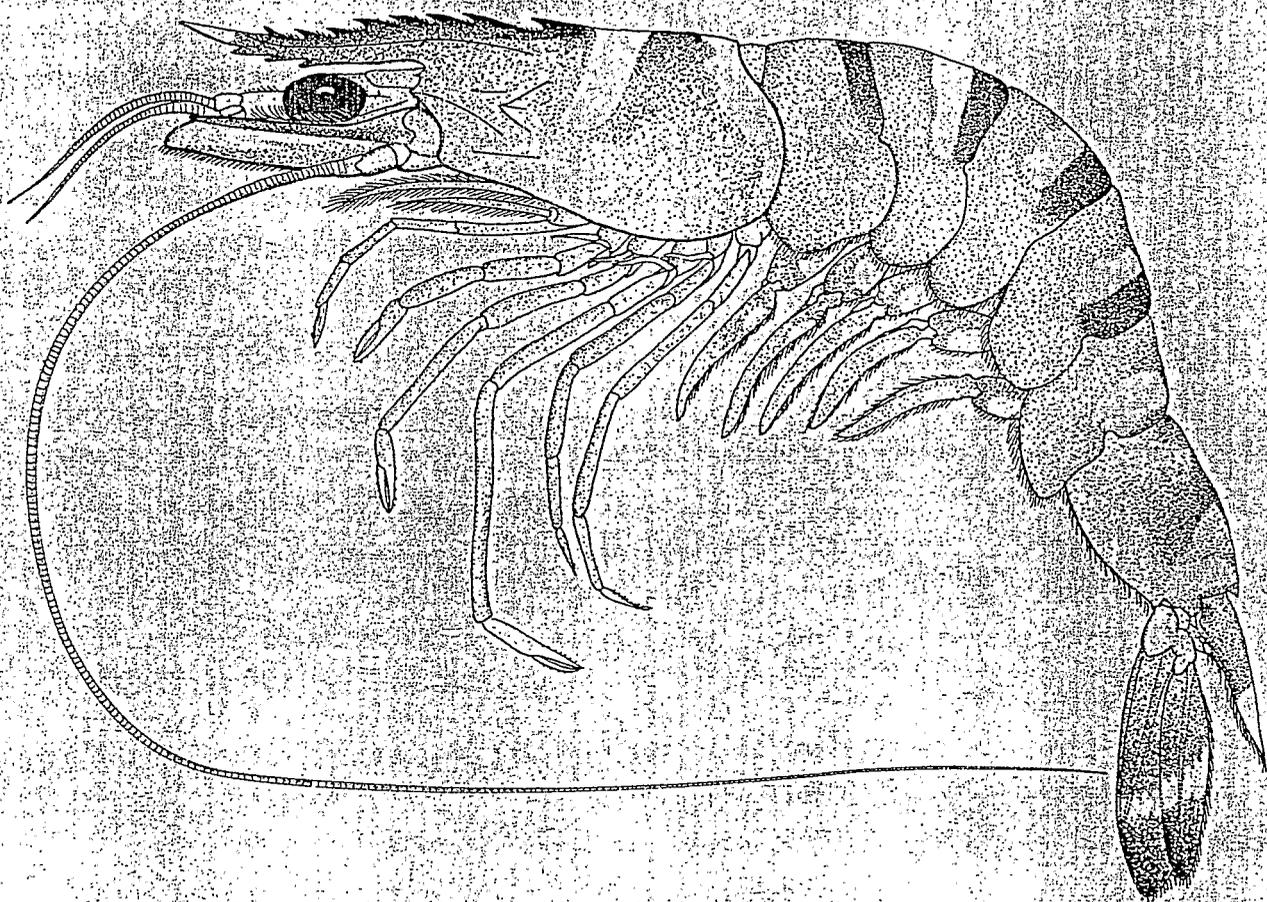
Annexe V

PRISES MENSUELLES DE CREVETTES TRAITÉES PAR LES USINES DE ZIGUINCHOR DE 1969 à 1977 (EN KG). STATISTIQUES RELEVÉES AUX USINES PAR LE C.R.O.D.T.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
1969	37 454 incomplet	98 295	130 818	187 116	124 546	110 326	105 725	130 638	117 022	52 854	12 546	14 023	1 128 563
1970	26 726	33 287	49 669	74 931	94 687	136 600	112 583	129 104	78 334	39 554	35 479	29 888	840 842
1971	34 771	42 553	56 361	109 154	101 028	84 611	90 062	57 227	61 101	72 965	52 032	49 994	811 859
1972	44 552	64 676	108 345	131 655	107 251	76 286	65 438	53 155	176 644	217 275	128 655	76 010	1 249 942
1973	97 856	152 872	173 806	126 572	136 982	102 912	96 627	106 685	178 736	109 123	117 904	58 658	1 458 733
1974	65 470	137 444	136 622	158 474	213 387	155 180	110 866	118 128	138 447	122 233	100 035	79 892	1 536 178
1975	81 675	70 515	110 741	133 384	167 282	97 204	107 565	103 637	125 801	127 633	50 472	40 302	1 216 211
1976	23 382	64 994	104 771	140 650	181 549	174 292	73 904	51 420	44 090	52 631	64 576	35 179	1 022 438
1977	48 770	62 517	87 899	126 211	116 403	147 127	110 526	67 883	111 077	192 953	113 168	49 702	1 234 236
Moy.	54 275	80 795	107 359	132 016	138 124	120 504	97 033	90 875	114 584	109 691	74 985	47 993	1 116 556
Moyen%	4.7	6.9	9.2	11.3	11.8	10.3	8.3	7.8	9.8	9.4	6.4	4.1	
Ecart-type	25 172	40 895	39 589	30 938	40 734	34 027	17 261	33 239	47 202	62 989	41 084	22 758	247 513

Penaeid shrimps —

their biology and management



© Fishing News Books Ltd 1984.

British Library CIP Data

Penaeid shrimps: their biology and management.

I. Shrimp fisheries

I. Gulland, J. A. II. Rothschild, Brian J.

III. United States, *Department of Commerce*

338.3'7253843 SH380.6

ISBN 0-85238-131-X

Published by Fishing News Books Ltd
1 Long Garden Walk, Farnham, Surrey

Printed in Great Britain by
Page Bros (Norwich) Ltd, Norwich, Norfolk.