

P. NIVAL, J. BOUCHER & M. BHAUD. — III^e Colloque du Programme national sur le déterminisme du recrutement.

LE RECRUTEMENT DES POSTLARVES DE LA CREVETTE *PENAEUS SUBTILIS* (PEREZ FARFANTE, 1967) DANS DEUX ESTUAIRES DE GUYANE FRANÇAISE

PAR

Frank LHOMME ⁽¹⁾

MOTS-CLÉS : Recrutement
Postlarves
Penaeus subtilis
Guyane française

KEY-WORDS : Recruitment
Postlarvae
Penaeus subtilis
French Guiana

Résumé

Dans le but de mieux connaître le recrutement de *P. subtilis* dans la pêche industrielle en mer et de localiser les nourceries de juvéniles, une étude a été faite sur les stades postlarvaires.

Les variations de l'abondance des postlarves ont été étudiées par échantillonnage au filet à plancton durant 3 cycles annuels pour la rivière de Cayenne et 1 an pour le fleuve Sinnamary. Dans le cas du Sinnamary, l'existence d'un coin salé a conduit à échantillonner près du fond.

L'influence de différents facteurs de l'environnement (salinité, transparence, courant de marée, lune) sur l'abondance est analysée.

Au cours d'un cycle de marée, le maximum d'abondance des postlarves en surface est observé au voisinage du maximum de courant de flot, un peu avant l'heure de la pleine mer.

Le cycle annuel montre dans les deux estuaires un pic principal d'abondance en avril-mai et des pics moins importants en juin, septembre et décembre.

On observe une bonne relation entre ce cycle d'abondance des postlarves et le cycle de reproduction des femelles en mer. Le décalage d'un mois entre la reproduction des adultes en mer et le recrutement des postlarves en estuaire correspond bien à l'âge des postlarves généralement cité dans la littérature.

L'abondance des postlarves, beaucoup plus élevée en mai qu'en septembre, confirme l'hypothèse d'une plus grande fécondité des femelles se reproduisant en début d'année.

L'influence des facteurs de l'environnement tels que la pluviométrie sur la survie des postlarves est évoquée. Des informations sur les variations d'abondance des postlarves de l'espèce *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) sont également données.

Abstract

Recruitment of postlarvae of the shrimp *Penaeus subtilis* (Perez Farfante, 1967) in two estuaries of French Guiana

In order to improve our knowledge of the recruitment of *Penaeus subtilis* in an industrial fishery at sea, a study was done on the postlarval stages.

Variations in postlarval abundance were studied by sampling plankton during 3 annual cycles in the Cayenne River and for one year in the Sinnamary River. In the Sinnamary River, a salt wedge phenomenon encouraged sampling near the bottom.

The influence of different environmental factors such as salinity, transparency and tidal current on abundance is analysed.

During a tidal cycle, maximal postlarval abundance is observed close by the maximum flood current, a little before the high-tide hour.

The annual cycle of abundance in the two estuaries shows a main peak in April-May and some smaller peaks in June, September and December.

A good relationship is observed between this annual cycle of postlarval abundance and the breeding cycle of adult females at sea. The delay of one month between the breeding of adults at sea and recruitment of postlarvae in the estuaries corroborates the data in literature.

Postlarval abundance is much greater in May than in September; this confirms the hypothesis of a greater fecundity of the adult female population breeding in the first part of the year.

The influence of environmental factors such as rainfall on the survival of postlarvae is discussed. Some information on the abundance of *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) postlarvae is given.

(1) ORSTOM, BP 165, F 97323 Cayenne, Guyane française.

INTRODUCTION

La pêche crevettière constitue la première ressource économique de la Guyane. Les débarquements sont de l'ordre de 4 000 tonnes par an et représentent une valeur de 300 millions de francs. L'essentiel des captures est constitué de *Penaeus subtilis* (Perez Farfante, 1967). Ces grandes crevettes péneïdes tropicales nommées "brown shrimp" (longueur totale maximale de 24 cm) ont un cycle vital bien connu (fig. 1) (GARCIA et LE RESTE, 1981). Les adultes vivent en mer sur des fonds vaseux de 20 à 60 mètres. La ponte produit des œufs qui se transforment en larves planctoniques puis en postlarves. Celles-ci, âgées d'environ 3 semaines, recherchent des eaux dessalées et pénètrent dans les estuaires en utilisant la marée. Les postlarves deviennent des "juvéniles" benthiques qui ont une croissance très rapide en milieu saumâtre où ils séjourneront de 2

à 3 mois. Ceux-ci migrent ensuite vers la mer et rejoignent le stock adulte.

Dans le but de gérer au mieux la pêcherie, des études ont été menées par l'IFREMER (DINTHEER et ROSE, 1986; DINTHEER *et al.*, 1989; WILLMANN et GARCIA, 1986). Ces études basées sur l'analyse des statistiques de pêche ont permis, grâce à un modèle bio-économique, de proposer un effort de pêche optimum en fonction de la stratégie d'exploitation. A propos des résultats de la pêcherie, deux remarques préliminaires doivent être faites : tout d'abord, les statistiques relatives à la période 1968-1979 antérieure à la fermeture des ZEE (Zones Économiques Exclusives) ne seront pas utilisées en ce qui concerne les prises par unité d'effort car la provenance des crevettes débarquées n'est pas connue, les bateaux ne pêchant pas unique-

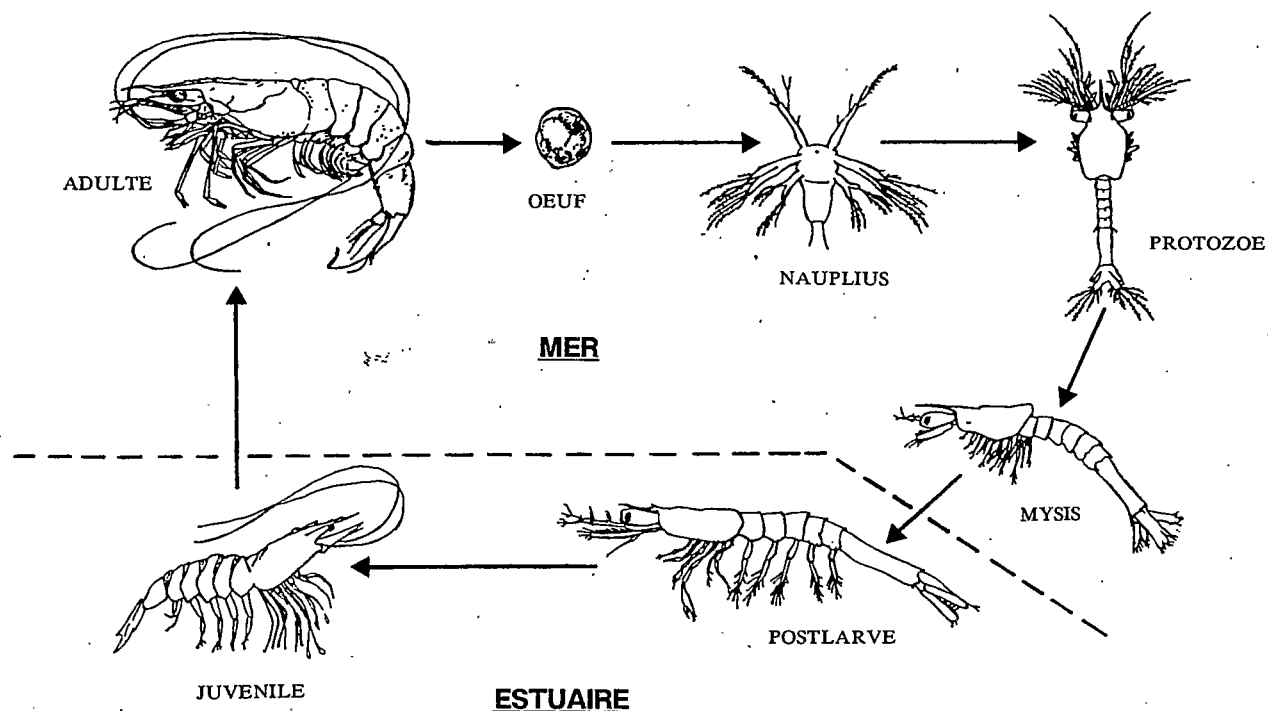


FIG. 1. — Différents stades du cycle biologique d'une crevette péneïde. Les nombreux stades planctoniques se développent à partir des œufs qui sont libérés en mer. Les stades postlarvaires et juvéniles gagnent les estuaires et les eaux intérieures. Deux à trois mois plus tard, les juvéniles migrent en mer pour devenir adultes et se reproduire.

FIG. 1. — Diagram of the life stages of a species of penaeid shrimp. The numerous drifting stages develop from eggs released in offshore water. The young move to the estuaries and inshore waters, 2 to 3 months later returning to offshore deep waters to spawn.

ment en Guyane; ensuite, le cycle vital très court des crevettes pénéides (maturité à 5 mois et durée de vie maximale de 2 ans) conduit le stock à répondre rapidement à une exploitation par pêche.

On constate sur la période 1981-1991 l'existence de "bonnes années" (1980, 1981, 1987, 1988, 1990, 1991) et de "mauvaises années" (1984, 1985, 1989) en ce qui concerne les rendements des bateaux (fig. 2). Les variations de l'effort de pêche, peu importantes, ne permettent pas d'expliquer ces fluctuations.

Il est tentant de penser que ce phénomène est dû à une action des facteurs de l'environnement sur le recrutement des crevettes. Les stades postlarvaires et juvéniles qui représentent l'écophase continentale du cycle sont soumis à de fortes variations des conditions du milieu qui déterminent leur survie et par la suite les résultats de la pêcherie (WITZELL et ALLEN, 1983; GARCIA *et al.*, 1984a et b). En Guyane, une bonne corrélation avait été mise en évidence entre les captures de crevettes par unité d'effort de la pêcherie industrielle et le débit moyen annuel des fleuves Maroni et Oyapok, au cours de l'année précédente (COUTURIER, 1986). Cependant, cette corrélation n'est plus vérifiée à partir de 1989 et une étude plus fine devra être réalisée.

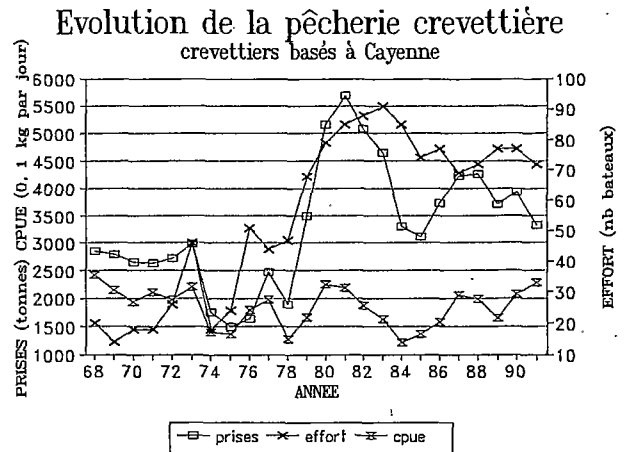


FIG. 2. — Évolution de la pêcherie, d'après les statistiques de pêche obtenues auprès des crevettiers basés à Cayenne.

FIG. 2. — Evolution of the fishery, as recorded by shrimpers based at Cayenne.

Les stades précoces du cycle sont mal connus en Guyane où les conditions climatiques sont souvent très particulières, empêchant l'emploi de critères obtenus pour d'autres pays. Des études sont en cours sur la localisation des nourriceries, les variations d'abondance, la durée des stades et des écophases.

ACQUISITION DES DONNÉES

La première étape de notre travail a consisté à étudier les variations d'abondance des postlarves et leur localisation, en effectuant un échantillonnage régulier au filet à plancton en estuaire.

Les deux espèces de postlarves de loin les plus abondantes étaient *Penaeus subtilis* et *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862). Elles ont pu être identifiées (figs. 3 et 4) selon les critères suivant COOK (1966), RENFRO et COOK (1962), et ZAMORA et TRENT (1968) :

- la forme du rostre (plus long chez *X. kroyeri*),
- la présence de dents subrostrales (chez *P. subtilis*),
- la longueur du dernier segment abdominal (plus long chez *P. subtilis*).

D'après de nombreux auteurs (ALLEN *et al.*, 1980; BAXTER et RENFRO, 1967; ELDERED *et al.*, 1965; GARCIA, 1977, IVERSEN et IDYLL, 1960; LHOMME, 1981 et 1989; ROESSLER et REHRER, 1971; SUBRAHMANYAM et RAO, 1970), l'abondance maximale des postlarves de crevettes pénéides en surface est généralement observée la

nuit (faible lumière), à la pleine ou à la nouvelle lune (forte marée), au moment où le courant de flux est le plus fort. Cependant une certaine variabilité de l'heure du maximum oblige à échantillonner avant et après le maximum du flot.

Les récoltes ont débuté sur la rivière de Cayenne en juin 1989 (fig. 5). Dans cette rivière, le débit moyen annuel très faible (42 m³/sec.) s'oppose peu à l'influence de la marée. La profondeur ne dépasse pas 5 mètres et les masses d'eau sont homogènes sur la verticale. La très forte turbidité qu'on y observe est due à la remise en suspension des sédiments vaseux par les courants à chaque marée.

L'échantillonnage a été fait en surface pendant 12 heures de nuit avec un trait toutes les heures. Le filet, équipé d'un débit-mètre, a un diamètre de 75 cm et une maille de 1 mm. Le volume d'eau filtré est de l'ordre de 80 m³ pour un trait de 3 mn. Des données concernant l'environnement sont systématiquement

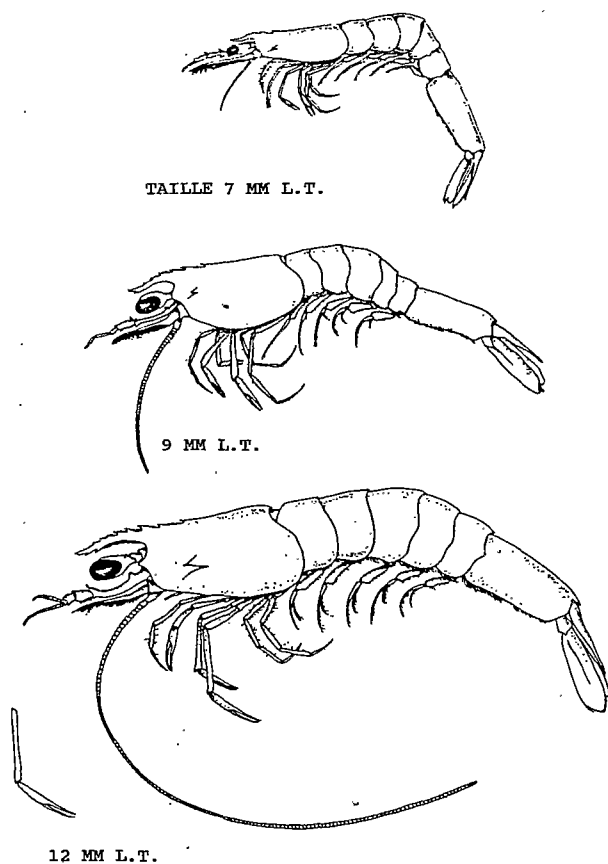


FIG. 3. — Modifications morphologiques des postlarves de *Penaeus subtilis* au cours de leur croissance.

FIG. 3. — *Morphological modifications of Penaeus subtilis postlarvae during growth.*

récoltées avec chaque échantillon de plancton : température, salinité, transparence, sens et vitesse du courant.

Des essais menés sur des cycles de 24 heures nous ont rapidement montré qu'il n'y avait pas de différence significative entre l'abondance maximale du jour et celle de la nuit. Cela est très probablement dû à la forte turbidité de l'eau qui empêche la lumière de pénétrer. En effet, les mesures au disque de Secchi donnent des transparences de 2 à 40 cm. Les sorties ont donc pu être effectuées pendant le jour, tous les quinze jours à la pleine lune et à la nouvelle lune.

Nous avons ensuite étendu notre secteur d'échantillonnage au fleuve Sinnamary (fig. 5). Les premiers essais avec la même technique de collecte que dans la rivière de Cayenne (trait de filet à plancton en surface pendant un cycle de marée) n'ont permis que des captures pratiquement nulles.

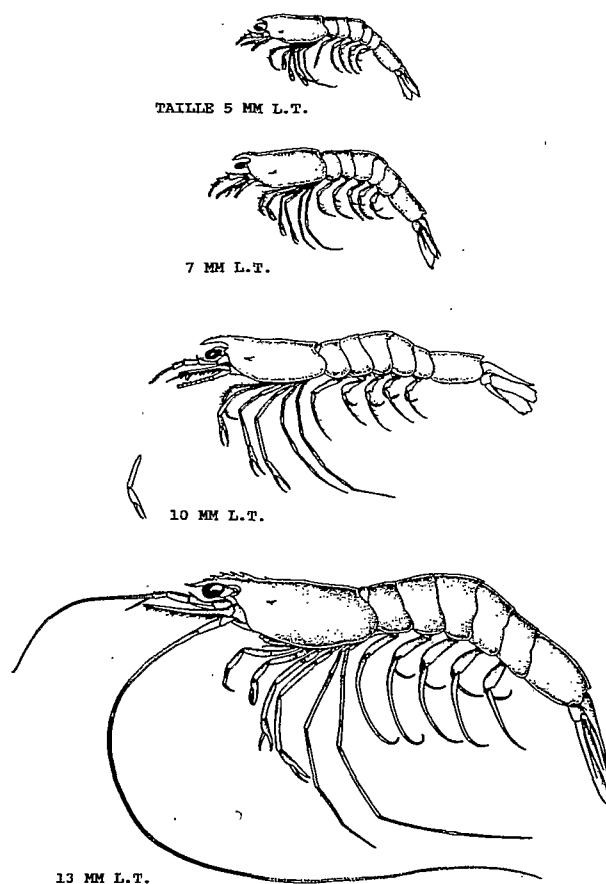


FIG. 4. — Modifications morphologiques des postlarves de *Xiphopenaeus kroyeri* au cours de leur croissance.

FIG. 4. — *Morphological modifications of Xiphopenaeus kroyeri postlarvae during growth.*

Le fleuve Sinnamary est très différent sur le plan de l'hydrodynamique de la rivière de Cayenne. L'estuaire moins ouvert sur la mer, plus profond et dont le débit est plus important (débit moyen annuel 250 m³/sec.) que celui de la rivière de Cayenne, est stratifié. Les eaux marines pénètrent par le fond sous la forme d'un coin salé qui oscille avec la marée et ne se mélange pas avec les eaux de surface (LOINTIER, 1986). En supposant que les postlarves se cantonnaient dans la couche salée près du fond, nous y avons effectué des traits au moyen d'un filet lesté. Des captures significatives de postlarves et juvéniles ont alors été obtenues.

Sur la rivière de Cayenne, nous disposons d'environ 1 000 échantillons couvrant une période de 2 ans et demi, de juin 1989 à fin 1991.

Au cours d'un cycle de marée effectué le 9/3/91,

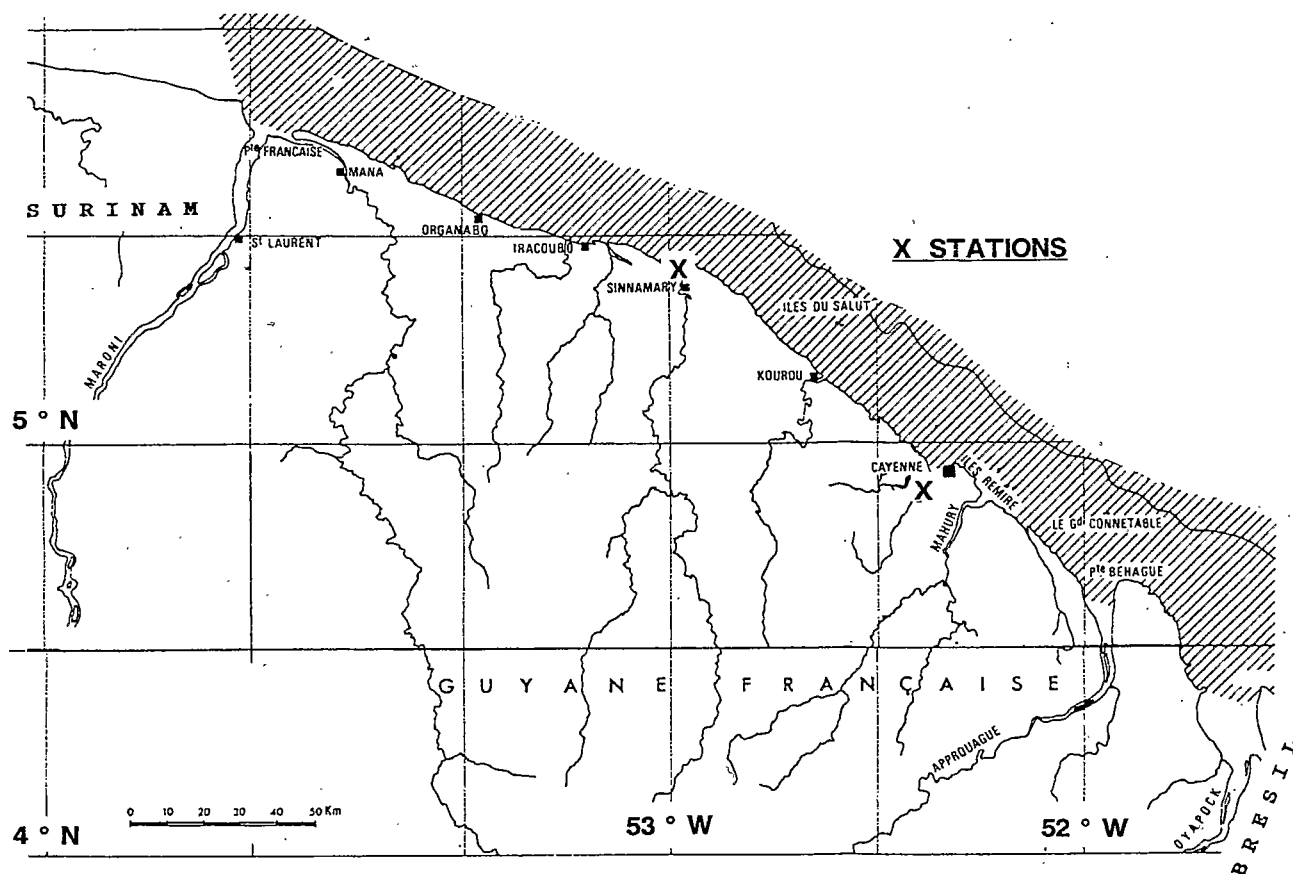
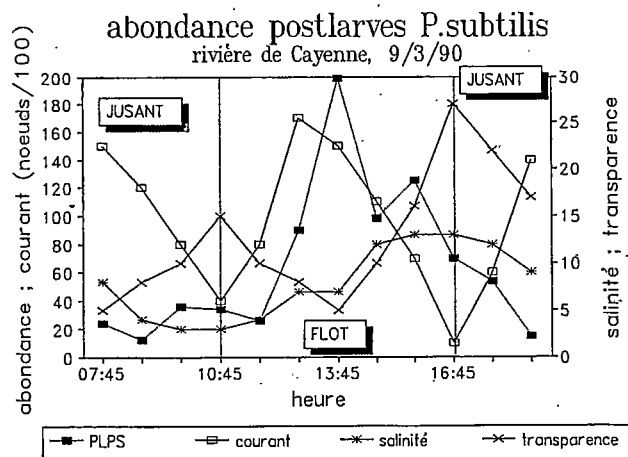


FIG. 5. — Position des stations d'échantillonnage.

FIG. 5. — Location of sampling stations.

FIG. 6. — Variations d'abondance des postlarves de *Penaeus subtilis* (PLPS), en relation avec un cycle de marée (rivière de Cayenne, 9/3/1991). Salinité en g/l, transparence en cm, abondance des postlarves en nombre par 100 m³, courant en nœuds.

FIG. 6. — Abundance variations of postlarval *Penaeus subtilis* (PLPS) during a tidal cycle, Cayenne River, 9/3/1991. Salinity in g/l, transparency in cm, postlarval abundance in number per 100 m³, current speed in knots.



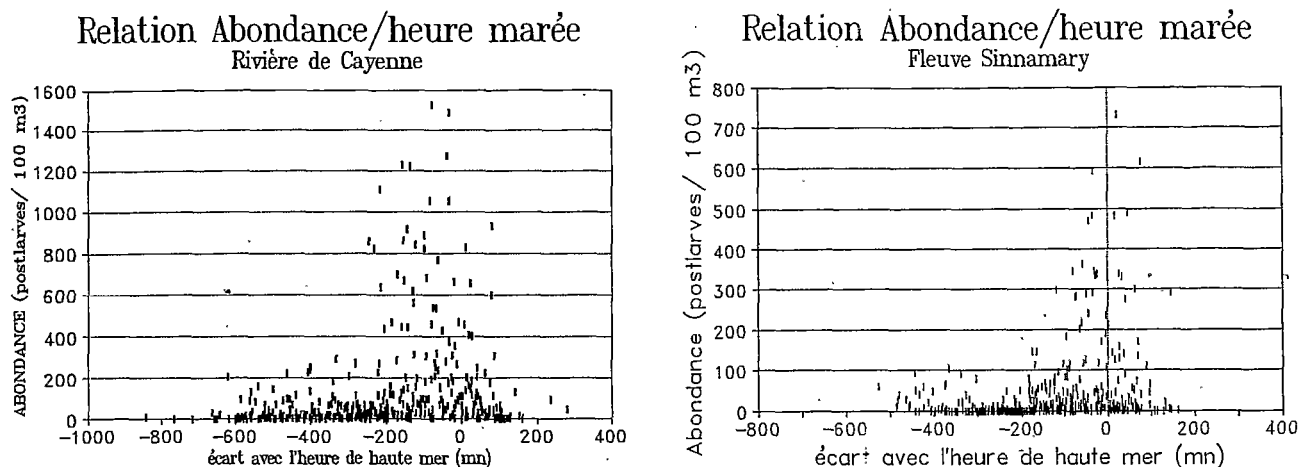


FIG. 7. — Relation entre l'abondance des postlarves de *Penaeus subtilis* et l'heure de la marée haute. Les valeurs portées en abscisse représentent l'écart (en mn) entre l'heure du trait de plancton et l'heure de la pleine mer aux îles du Salut, suivant la marée montante pendant laquelle était effectué l'échantillonnage. Rivière de Cayenne et fleuve Sinnamary.

FIG. 7. — Relationship between the abundance of postlarval *Penaeus subtilis* and the high-tide hour. The values on x-axis correspond to the difference between the time of the plankton tow and the time of the high-tide, at the Islands of Salut, following the flood tide during which sampling was done. Cayenne River and Sinnamary River.

l'abondance maximale des postlarves en surface se situe au voisinage du maximum de flot ou un peu après; à ce moment, la transparence est minimale, la salinité est forte mais sa valeur maximale n'est pas encore atteinte (fig. 6). Dans la rivière de Cayenne, les renverses de courant ont lieu environ une demi-heure après l'étalement de marée, le courant de flot maximum est donc observé 2 heures 30 avant la pleine mer.

Sur l'ensemble des sorties dans l'estuaire de la rivière de Cayenne, on constate que le maximum d'abondance se situe environ une heure avant l'heure

de la haute mer aux îles du Salut suivant la marée montante pendant laquelle était effectué l'échantillonnage : figure 7A. Ce résultat a permis de réduire à 4 heures la durée de l'échantillonnage nécessaire pour définir un indice d'abondance par quinzaine.

Sur le fleuve Sinnamary, nous disposons d'environ 500 échantillons prélevés près du fond à partir du 20/7/1990 jusqu'à fin 1991. Les résultats obtenus pour la variation d'abondance des postlarves sur un cycle de marée sont très voisins de ceux de la rivière de Cayenne (Fig. 7B).

LE CYCLE BIOLOGIQUE DE *PENAEUS SUBTILIS*

Il a été décidé, pour chaque sortie, de retenir la valeur maximale de l'abondance, exprimée en nombre de postlarves par 100 m³ d'eau filtrée, comme indice d'abondance pour la quinzaine. La moyenne mensuelle est ensuite calculée. Cet indice mensuel est représenté sur un cycle annuel (fig. 8).

Trois pics d'abondance centrés sur avril-mai, septembre-octobre et janvier présentent une certaine constance d'une année à l'autre. On peut alors comparer cette courbe d'abondance d'une part à la reproduction des femelles en mer et d'autre part au recrute-

ment des individus juvéniles dans la pêcherie (fig. 9). Sur la courbe A, une ponte importante est observée en mars (pic 1). Sur la courbe B, le pic de postlarves correspondant s'observe (pic 1) en avril-mai, soit 1 mois plus tard, âge moyen auquel les postlarves pénètrent dans les estuaires et les marais côtiers. Sur la courbe C, le recrutement des juvéniles correspondant (pic 1) est centré sur septembre, soit 3 mois plus tard. Un raisonnement analogue peut être fait sur les seconds et troisièmes pics de reproduction (juillet et novembre).

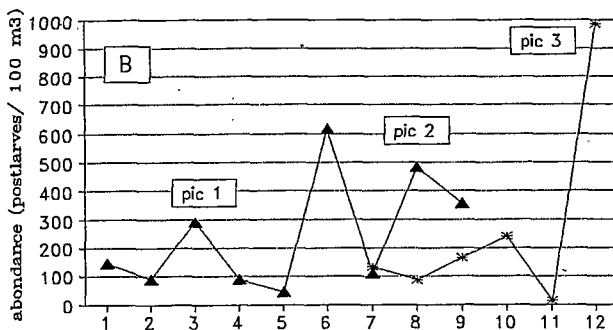
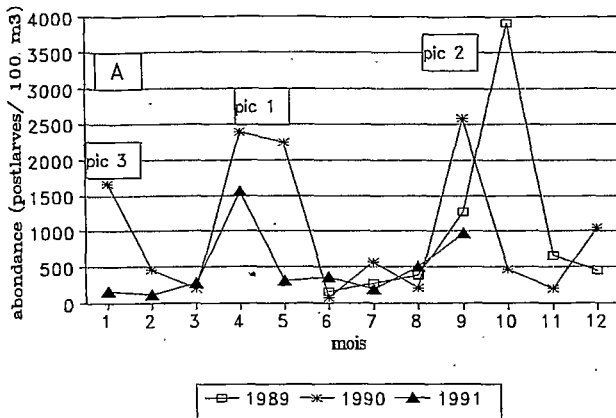


FIG. 8. — Variation d'abondance des postlarves de *Penaeus subtilis* au cours d'un cycle annuel. A : rivière de Cayenne. B : fleuve Sinnamary.

FIG. 8. — Abundance variations of postlarval *Penaeus subtilis* during an annual cycle. A: Cayenne River. B: Sinnamary River.

La durée du séjour continental des postlarves et des juvéniles peut être ainsi évaluée à 3-4 mois. Leur âge au recrutement dans la pêche industrielle en mer est alors de 4 à 5 mois si l'on tient compte du fait que l'âge des postlarves pénétrant dans l'estuaire est de 1 mois.

Il est important de noter que le devenir des différentes cohortes de postlarves n'est pas identique. En effet, le pic de ponte 1 correspond à la saison humide et précède de peu le mois de pluviométrie maximale (mai). On peut y voir une adaptation du cycle biologique de l'espèce aux conditions d'environnement car c'est en saison humide que la surface des zones dessalées favorables à la croissance des postlarves est la plus importante. De plus cette ponte pourrait être la plus forte du point de vue de la fécondité du stock car, à cette période, le nombre d'individus dans la population est élevé (DINTHEER et ROSE, 1986). La reproduction correspondant au pic 2 se produit dans des conditions de

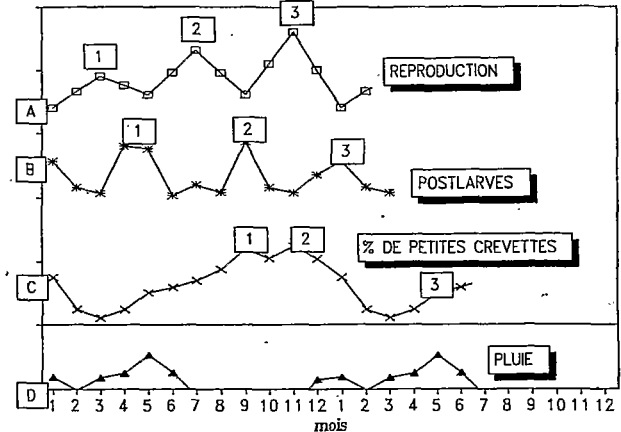


FIG. 9. — Relation entre le cycle de reproduction des femelles, le cycle de recrutement des postlarves en estuaire et le cycle de recrutement des juvéniles at sea pour *Penaeus subtilis*. Année 1990, moyennes mensuelles.

- A. Reproduction : pourcentage de femelles mûres dans les captures des crevettiers (stade 3; minimum 9 %, maximum 21 %).
- B. Postlarves : nombre de postlarves par 100 m³ dans l'estuaire de la rivière de Cayenne (minimum 2, maximum 2 500).
- C. Recrutement : pourcentage de la catégorie de taille 12,5-19,6 g dans les captures des crevettiers français (minimum 12 %, maximum 41 %).
- D. Pluviométrie : en mm d'eau à Kourou (minimum 51, maximum 513).

FIG. 9. — Relationship between the reproduction cycle of the adult females, the recruitment cycle of the postlarvae in the estuary and the recruitment cycle of the juveniles at sea for *Penaeus subtilis*. Year 1990, monthly means.

- A. Reproduction : percentage of mature females in the commercial catches of the shrimp trawlers (stage 3, minimum 9 %, maximum 21 %).
- B. Postlarvae : postlarval abundance in number per 100 cubic metres in the Cayenne River estuary (minimum 2, maximum 2 500).
- C. Recruitment : percentage of the commercial size category 12,5 to 19,6 g in the commercial catches of the shrimp trawlers (minimum 12 %, maximum 41 %).
- D. Rainfall in mm at Kourou (minimum 51, maximum 513).

milieu nettement moins favorables, en début de saison sèche. Bien qu'il soit difficile de connaître la part respective des maximums de postlarves 1 et 2 dans le dôme 1-2 de la courbe C, il est probable qu'il provient surtout de la première cohorte de postlarves notée 1 sur la courbe B. Au contraire, le recrutement correspondant à la reproduction de fin d'année (courbe C, pic 3) semble peu important. Il correspond à un faible effectif de la population adulte et le maximum de larves se produit en début de saison des pluies (courbe B, pic 3), ce qui, compte tenu du temps nécessaire à la création de zones dessalées, est peu favorable à la survie des postlarves.

Il faut signaler que la nature des données disponibles introduit un certain nombre de biais :

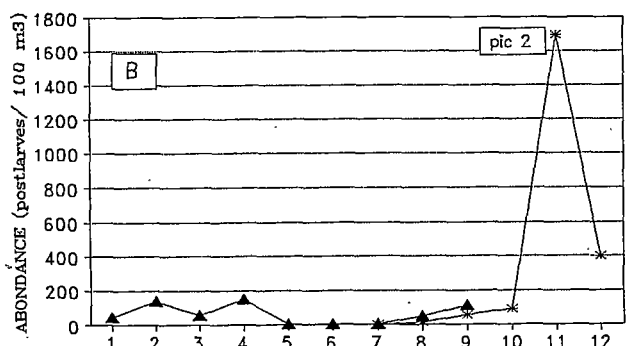
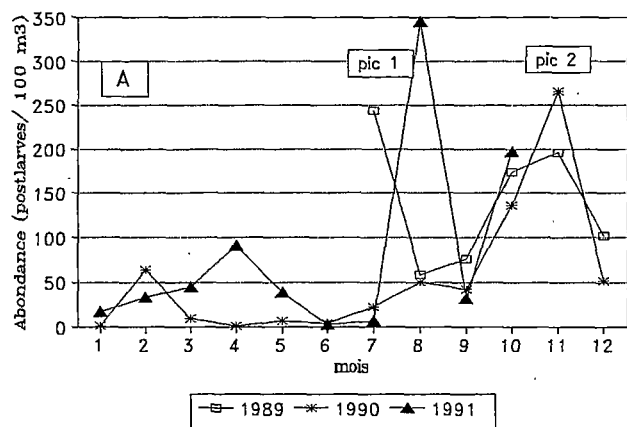
— le pourcentage de femelles mûres ne traduit pas l'importance absolue de la reproduction : il faudrait connaître également l'effectif de la population correspondante,

— l'indice d'abondance des postlarves représenté est obtenu sur le seul estuaire de la rivière de Cayenne.

Des décalages dans le temps peuvent exister, selon une direction parallèle à la côte, entre les abondances observées dans différents estuaires,

— l'indice de recrutement utilisé est lié à la stratégie de pêche des crevettiers; d'éventuels rejets de petits individus peuvent introduire un biais supplémentaire. Le choix des données provenant des seuls bateaux français réduit autant que possible ce risque d'erreur.

LE CYCLE BIOLOGIQUE DE *XIPHOPENAEUS KROYERI*



L'autre espèce rencontrée avec une abondance notable dans les traits de plancton est *X. kroyeri*, appelée "sea bob". Il s'agit d'une espèce de plus petite taille (longueur totale maximale de 15 cm) que *P. subtilis*, qui fait l'objet d'une petite pêche artisanale en estuaire mais représente surtout une prise accessoire très importante des crevettiers quand ils travaillent près de la côte. Ces captures de faible valeur commerciale sont en général rejetées bien que constituant un potentiel important.

Lors d'un cycle de marée, la courbe d'abondance en surface montre une forme semblable à celle observée pour *P. subtilis* avec cependant un décalage du maximum dans le temps (au voisinage de l'étale de marée haute).

Les variations d'abondance des postlarves de *Xiphopenaeus kroyeri* sur un cycle annuel sont représentées sur la figure 10. Contrairement à celles de l'espèce *P. subtilis* toujours présentes dans les échantillons, les postlarves de "sea bob" ne se rencontrent en quantité notable qu'en juillet-août et octobre-novembre, soit en début et en fin de saison sèche. Cela correspond assez bien aux 2 périodes de reproduction des adultes en mer, qui sont juin et novembre-décembre (LINS OLIVEIRA, 1991).

FIG. 10. — Variations d'abondance des postlarves de *Xiphopenaeus kroyeri* au cours d'un cycle annuel. A : rivière de Cayenne. B : fleuve Sinnamary.

FIG. 10. — Abundance variations of postlarval *Xiphopenaeus kroyeri* during an annual cycle. A: Cayenne River. B: Sinnamary River.

LES NOURRICERIES

Une analyse des images des satellites SPOT et LANDSAT a été faite pour mettre en évidence les secteurs côtiers (estuaires ou marais) qui représentent des nourriceries potentielles pour les crevettes pénaïdes.

Les critères environnementaux et morphologiques favorables sont d'après GALOIS (1975) : une communication avec la mer au moins périodique, la présence de matière organique et de débris végétaux sur le fond, un



FIG.11. — Embouchure du fleuve Sinnamary; image satellitaire LANDSAT du 18/7/88; traitement mettant en évidence les zones inondées et les matières en suspension (le fleuve est à l'extrême gauche).

FIG. 11. — Mouth of the Sinnamary River; LANDSAT satellite picture on 18 July 1991; data processing revealed the submerged zones and suspended matter (the river is at the extreme left).

substrat meuble, une salinité comprise entre 5 et 25 pour mille. De plus, cet ensemble de conditions doit être réuni à la période de recrutement des postlarves dans les eaux dessalées.

La zone étudiée où se situent deux estuaires importants, celui du Sinnamary et celui de l'Iracoubo, est comprise entre la commune d'Organabo et le Centre spatial guyanais. Une image LANDSAT du 18 juillet 1988 a été exploitée; elle est prise à marée haute et présente un ennuagement nul, ce qui est rare; la résolution est de 30 mètres.

Un traitement approprié a été réalisé afin d'avoir un contraste suffisant pour apprécier la distribution des

concentrations de matières en suspension et les différences entre les eaux douces et marines (*figure 11*). Le calcul montre que la surface totale des marais en contact avec la mer est de 60 km².

La distinction entre les marais sous influence océanique et ceux qui ne rentrent pas en contact avec l'eau de mer est encore délicate mais une étude plus approfondie permettra de lever cette ambiguïté et de classer correctement les deux types de marais. Une étude de terrain devra compléter l'analyse prospective pour vérifier la présence effective des postlarves et des juvéniles dans les nourriceries potentielles.

CONCLUSION

Un protocole d'échantillonnage des postlarves dans les estuaires de la rivière de Cayenne et du fleuve Sinnamary a pu être mis au point; le problème de l'identification des espèces a été résolu.

Nous avons ainsi défini un indice de recrutement par

quinzaine lunaire ou mensuel. Le rapprochement de cet indice de recrutement avec la reproduction des femelles adultes en mer d'une part et le recrutement des juvéniles dans la pêcherie d'autre part permet de préciser la chronologie du cycle biologique.

Une détermination des zones de nourriceries potentielles par traitement d'images satellitaires a été tentée. Elle devra être accompagnée par une vérité terrain.

La grande sensibilité des stades postlarvaires et juvéniles aux facteurs de l'environnement permet de concevoir l'influence de ces facteurs sur la survie des

stades jeunes et par la suite sur les rendements de la pêche industrielle en mer.

Le cycle de reproduction des adultes semble coïncider (pour 2 périodes sur 3) avec le début des deux saisons des pluies pendant lesquelles la surface des zones dessalées favorables à la survie des postlarves devient plus importante.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALLEN D.M., HUDSON J.H., COSTELLO T.J., 1980.— Postlarval shrimp (*Penaeus*) in Florida keys : species, size and seasonal abundance. *Bulletin of Marine Science*, 30 (1) : 21-33.
- BAXTER K.N., RENFRO W.C., 1967.— Seasonal occurrence and size distribution of brown and white shrimp near Galveston, Texas, with notes on species identification. *US Fish and Wildlife Service Fishery Bulletin*, 66 (1) : 149-158.
- COOK H.L., 1966.— A generic key to the protozoan, mysis and postlarval stages of the littoral Penaeidae of the Northwestern Gulf of Mexico. *US Fish and Wildlife Service Fishery Bulletin*, 65 (2) : 437-47.
- COUTURIER C., 1986.— Hydrologie fluviale en Guyane française. ENSEIHT Toulouse, ORSTOM Cayenne. Rapport de stage : régime des fleuves et recrutement de la crevette *Penaeus subtilis* en Guyane française, 11 p.
- DINTHEER C., ROSE J., 1986.— Conséquences de la création de la ZEE sur les résultats d'exploitation et le recrutement de la pêcherie crevette de la Guyane française. *Document Scientifique du Pôle de Recherche Océanologique et Halieutique Caraïbe*, 10 : 24-57.
- DINTHEER C., GILLY B., LE GALL J.Y., LEMOINE M., ROSE J., 1989.— La recherche et la gestion de la pêcherie de crevettes pénéides en Guyane Française de 1958 à 1988 : 30 années de surf. *Equinoxe*, 28 : 21-33.
- ELDRED B., WILLIAMS J., MARTIN G.T., JOYCE E.A. Jr, 1965.— Seasonal distribution of penaeid larvae and post-larvae of the Tampa Bay area, Florida. *Florida State Board of Conservation, Technical Series*, 44 : 47 p.
- GALOIS R., 1975.— Biologie, écologie et dynamique de la phase lagunaire de *Penaeus duorarum* en Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat de Spécialité, Université d'Aix-Marseille, 120 p.
- GARCIA S., 1977.— Biologie et dynamique des populations de crevettes roses (*Penaeus duorarum notialis* Perez Farfante, 1967) en Côte d'Ivoire. *Travaux et documents ORSTOM*, 79 : 271 p.
- GARCIA S., LE RESTE L., 1981.— Cycles vitaux, dynamique, exploitation et aménagement des stocks de crevettes pénéides côtières. *FAO Document Technique sur les Pêches*, 203 : 210 p.
- GARCIA S., LEBRUN E., LEMOINE M., 1984a.— Seasonal and long term variability of recruitment in French Guiana shrimp fishery on *Penaeus subtilis*. *FAO Fishery Report*, 327 Supp. : 242-250.
- GARCIA S., LEBRUN E., LEMOINE M., 1984b.— Le recrutement de la crevette *Penaeus subtilis* en Guyane Française. *Rapport Technique ISTPM*, Vol. 9 : 42 p.
- IVERSEN E.S., IDYLL C.P., 1960.— Aspects of the biology of the Tortugas Pink shrimp *P. duorarum*. *Transactions of the American Fisheries Society*, 89 (1) : 1-8.
- LHOMME F., 1981.— Biologie et dynamique de *Penaeus (Farfantepenaeus) notialis* (Perez Farfante 1967) au Sénégal. Thèse de Doctorat d'État, Université de Paris VI, 255 p.
- LHOMME F., 1989.— Étude du recrutement de la crevette *Penaeus subtilis* en Guyane (étude des nurseries). *Document Scientifique du Pôle de Recherche Océanologique et Halieutique Caraïbe*, 23 : 79 p.
- LINS OLIVEIRA J.E., 1991.— Biologie et dynamique des populations de la crevette *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) en Guyane Française. Thèse Université de Paris VI, 187 p. + annexes.
- LOINTIER M., 1986.— Hydrodynamique et morphologie de l'estuaire du Sinnamary. In : Le Littoral Guyanais, fragilité de l'environnement. I^{er} congrès régional de la SEPANGUY, X^{ème} colloque SEPANRIT, Cayenne 27-29 avril 1985 : 37-44.
- RENFRO W.C., COOK H.L., 1962.— Early larval stages of the seabob, *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller). *US Fish and Wildlife Service Fishery Bulletin*, 63 (1) : 165-177.
- ROESSLER M.A., REHRER R.G., 1971.— Relation of catches of postlarval pink shrimps in Everglades National park, Florida to the commercial catches on the Tortugas grounds. *Bulletin of Marine Science*, 21 (4) : 790-805.
- SUBRAHMANYAM M., RAO J.K., 1970.— Observations on the postlarval prawns (Penaeidea) in the Pulicat Lake with notes on their utilization in capture and culture fisheries. *Proceedings of the Indo-Pacific Fisheries Council*, 13 (2) : 113-127.
- WILLMANN R., GARCIA S.M., 1986.— Modèle bio-économique pour l'analyse des pêcheries de crevettes tropicales séquentielles artisanales et industrielles (exemple de la pêche crevette au Surinam). *FAO Document Technique sur les Pêches*, 270 : 47 p.
- WITZELL W.N., ALLEN D.M., 1983.— Summary of studies relating coastal climatological factors and commercial shrimp production, southeastern United States. *FAO Fisheries Report*, 278 : 111-119.
- ZAMORA G., TRENT L., 1968.— Use of dorsal carinal spine to differentiate between postlarvae of brown shrimp, *Penaeus aztecus* (Ives) and white shrimp *P. setiferus* (Linnaeus). *Bureau of Commercial Fisheries Biological Laboratory, Galveston, Contributions in Marine Science*, 13 : 17-19.