

***Le recrutement des postlarves
de *Penaeus subtilis* et *Xiphopenaeus kroyeri*
dans l'estuaire du Sinnamary
(Guyane française)***

Frank LHOMME (1)

RÉSUMÉ

Dans le but de disposer d'éléments permettant une meilleure gestion de la pêche industrielle de crevettes pénéides en Guyane française, des recherches ont été menées sur les stades jeunes du cycle vital : postlarves et juvéniles.

*Une méthodologie de capture des postlarves en estuaire a été définie. Les variations d'abondance des postlarves des espèces *Penaeus subtilis*, *Xiphopenaeus kroyeri* et de *Macrobrachium* sp. ont été analysées. Au niveau d'un cycle de marée, la salinité et le débit sont les principales variables explicatives des variations d'abondance des postlarves de *Penaeus subtilis*.*

Un indice d'abondance des postlarves en estuaire a été calculé ; cet indice a été relié à deux autres indices relatifs au stock adulte en mer : un indice de la reproduction et un indice du recrutement des juvéniles dans la pêche. La mise en relation de ces trois indices permet d'avoir une idée de la chronologie du cycle vital en Guyane. La durée du stade juvénile correspondant au délai séparant les pics d'abondance des postlarves des pics de capture de petits individus par la pêche varie de trois à cinq mois.

Un indice de nourricerie a permis une comparaison des nourriceries entre elles et une mesure de l'évolution interannuelle du recrutement en postlarves. Les résultats ne confirment pas l'idée répandue parmi les professionnels de la pêche selon laquelle l'estuaire du Sinnamary serait la nourricerie la plus importante de Guyane pour les crevettes.

À l'heure actuelle, le problème de la localisation des nourriceries de crevettes en Guyane ne peut être considéré comme totalement résolu : les estuaires ne jouent probablement pas le rôle de nourriceries et l'hypothèse d'une nourricerie côtière continue située au niveau de la frange littorale est avancée.

MOTS CLÉS : Recrutement — Postlarves — Juvéniles — Estuaires — *Penaeus subtilis* — *Xiphopenaeus kroyeri* — *Macrobrachium* — Guyane française.

ABSTRACT

THE RECRUITMENT OF *PENAEUS SUBTILIS* AND *XIPHOPENAEUS KROYERI* POSTLARVAE
IN THE SINNAMARY RIVER ESTUARY (FRENCH GUIANA)

In order to acquire materials for a better regulation of the French Guiana industrial penaeid shrimp fishery, investigations were conducted on the early stages of the life cycle : postlarvae and juveniles.

(1) Orslom, Centre de Montpellier, BP 5045, 34032 Montpellier cedex 1, France.

A method for postlarvae catching in the estuaries was developed. The variations in postlarval abundance for the species Penaeus subtilis, Xiphopenaeus kroyeri and Macrobrachium sp. were analysed. During a tidal cycle, the salinity and the discharge are the main explanatory variables of the abundance of P. subtilis postlarvae.

A postlarval abundance index in estuaries was calculated; this index was related to two other indexes linked to the adult stock at sea: a breeding index and a recruitment index for the juveniles entering into the fishery. The study of the connection between these three indexes enabled an estimation of the time lapse between postlarval abundance peaks in the estuaries and small shrimp abundance peaks in the fishery at sea; this duration is comprised between three and five months.

A nursery index enabled comparison of the nurseries and estimation of the year to year variations of the postlarval recruitment. The results did not confirm the general assumption coming from fishermen that the Sinnamary River estuary could be the most important shrimp nursery area in French Guiana.

At the present time, the problem of the shrimp nursery location in French Guiana cannot be considered as completely solved. The estuaries probably do not play the role of shrimp nurseries and the hypothesis of a continuous coastal nursery was suggested. It could be located on the littoral fringe which presents some characteristics of an estuarine ecosystem.

KEYWORDS : Recruitment — Postlarvae — Juveniles — Estuaries — *Penaeus subtilis* — *Xiphopenaeus kroyeri* — *Macrobrachium* — French Guiana.

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 «brown shrimp», *Penaeus subtilis* (PEREZ FARFANTE, 1967). Ces grandes crevettes péneïdes tropicales ont un cycle vital bien connu (GARCIA et LE RESTE, 1981) (fig. 1).

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; ils séjournent de 2 à 3 mois dans ce milieu saumâtre appelé nourricerie (2). Ceux-ci migrent ensuite vers la mer et sont recrutés dans la pêcherie, ils ont alors rejoint le stock adulte. Le cycle vital très court des crevettes péneïdes (maturité à 5 mois et durée de vie maximale 2 ans) conduit le stock à répondre rapidement à une exploitation par pêche.

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.

On constate sur la période 1981-1991 l'existence de «bonnes années» (1980, 1981, 1987, 1988, 1990, 1991, 1992) 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 postlarves 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.*, 1984 a et b). En Guyane, une bonne corrélation avait été mise en évidence entre les captures par unité d'effort de crevettes par la pêcherie industrielle et le débit moyen annuel des fleuves Maroni et Oyapock au cours de l'année précédente (COUTURIER, 1986). Cependant, cette relation simple n'est plus vérifiée à partir de 1989. Des travaux récents non publiés (BENE et MOGUEDET, IFREMER Cayenne) ont montré que le recrutement de *P. subtilis* en Guyane est bien lié à des facteurs de l'environnement :

(2) Nous utiliserons le terme *nourricerie*, en effet, d'après PAUL *et al.* (1993), le terme *nurserie* signifie : «établissement mettant en œuvre des méthodes et des moyens aptes à assurer le développement et la croissance des produits du stade de larves à celui de juvéniles»; tandis que le terme *nourricerie* signifie : «zone dans laquelle les juvéniles d'une espèce se concentrent pour se nourrir». La confusion fréquente entre les deux termes vient de l'existence d'un mot anglais unique : *nursery*.

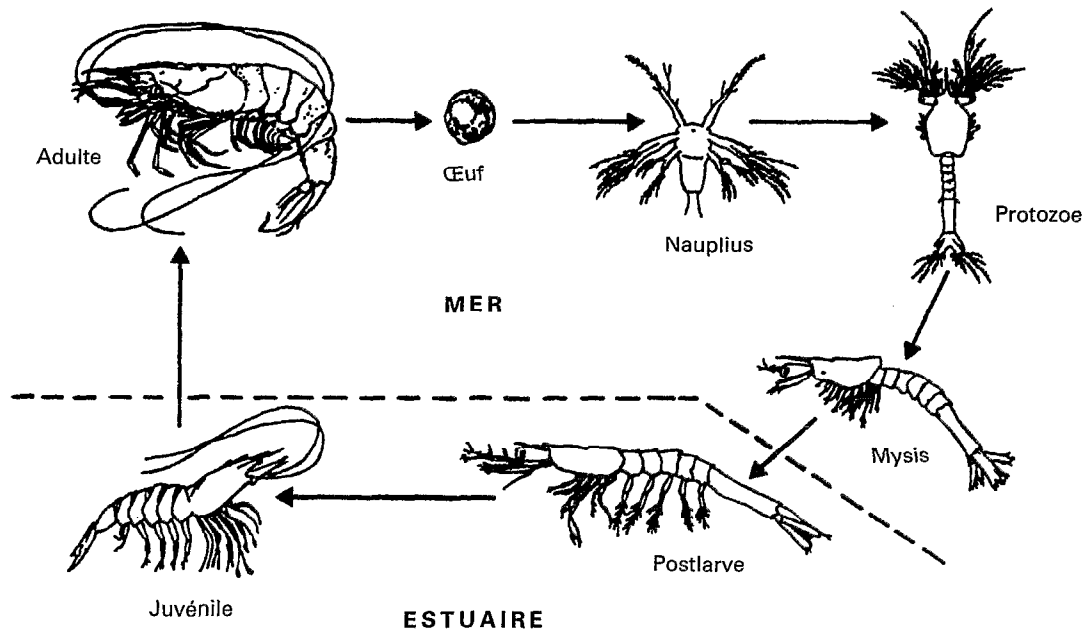


FIG. 1. — Le cycle vital d'une crevette pénéide.
The life cycle of a penaeid shrimp.

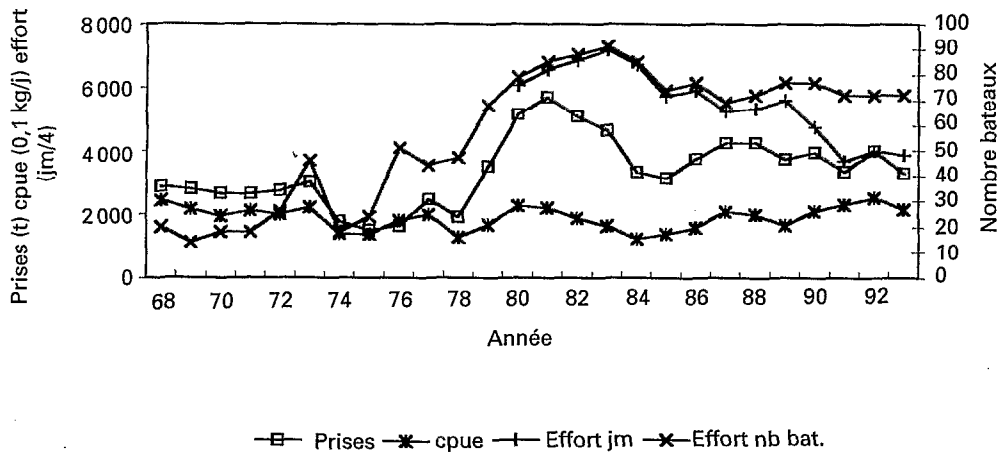


FIG. 2. — Évolution de la pêcherie, d'après les statistiques de pêche obtenues auprès des crevettiers basés à Cayenne (données IFREMER).

Prises : espèce *P. subtilis*, en tonnes; effort : effort de pêche en nombre de bateaux et en jours de mer (échelle en jm/4); cpue : capture par unité d'effort (échelle en 0,1 kg/jour de mer).

Evolution of the fishery, as recorded by shrimpers based at Cayenne (IFREMER data).

Catches : species *P. subtilis* in tons; effort : fishing effort in number of boats and in days at sea (scale in days at sea/4); c.p.u.e. : catch per unit effort (in 0.1 kg/day at sea).

— à moyen terme (semestriel), le débit de l'Amazonie ;

— à court terme (mensuel), les débits des fleuves Maroni et Oyapock.

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

La méthodologie a d'abord été mise au point sur l'estuaire de la Rivière de Cayenne. Le suivi du fleuve Sinnamary a été mené dans le cadre d'une extension progressive de l'échantillonnage aux principaux estuaires accessibles. De plus un débat s'était engagé entre les armateurs de la pêche crevette et les autorités, en raison de la mise en eau du barrage de Petit Saut, situé à une centaine de kilomètres en amont de l'estuaire. Les professionnels de la pêche ayant constaté qu'un recrutement important de jeunes crevettes *P. subtilis* dans leur pêcherie avait lieu au large de Sinnamary considéraient cet estuaire comme la nourricerie la plus importante de Guyane pour les crevettes. Ils craignaient que le barrage ne produise des eaux appauvries en oxygène et enrichies en hydrogène sulfuré néfastes pour la faune.

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.

Méthodologie

D'après de nombreux auteurs (ALLEN *et al.*, 1980 ; BAXTER et RENFRO, 1967 ; ELDRED *et al.*, 1965 ; GARCIA 1977, IVERSEN et IDYLL, 1960 ; LHOMME, 1981 et 1989 ; ROESSLER et REHRER, 1971), l'abondance maximale des postlarves de crevettes pénaïdes 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 flot est le plus fort. Cependant une certaine variabilité de l'heure du pic oblige à échantillonner avant et après le maximum du flot. Des travaux récents (ROTHLISBERG *et al.*, 1995) jettent un nouvel éclairage sur le mécanisme de concentration à la côte et d'entrée en

estuaire des postlarves. Selon ces auteurs, le mécanisme semi-actif de transport faisant intervenir un rythme biologique, les courants de marée et des migrations verticales serait déterminé par une sensibilité des postlarves aux changements de pression.

Les récoltes ont débuté sur la rivière de Cayenne en juin 1989 (fig. 3). Dans cette rivière, le débit moyen annuel très faible ($42 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) s'oppose peu à l'influence de la marée. La profondeur faible ne dépasse pas 5 mètres et les masses d'eau sont homogènes. La très forte turbidité est due à la remise en suspension des sédiments vaseux par les courants à chaque marée.

L'échantillonnage réalisé avec une petite embarcation a couvert des cycles de 12 heures de nuit avec un trait toutes les heures. Un filet d'un diamètre de 75 cm et de maille de 1 mm a été utilisé. Il était équipé d'un débitmètre permettant de connaître le volume d'eau filtré qui est de l'ordre de 80 m^3 pour un trait de 3 mn. Des données concernant l'environnement ont été systématiquement 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 cependant assez 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. Pour améliorer la précision, la fréquence des traits a été augmentée de un à deux traits par heure.

Nous avons ensuite étendu notre secteur d'échantillonnage au fleuve Sinnamary (fig. 3). Les premiers essais ont fait appel à la même technique de collecte que dans la rivière de Cayenne : filet à plancton utilisé en surface pendant un cycle de marée. Les résultats ont été décevants : les captures étaient pratiquement nulles. Le fleuve Sinnamary est très différent sur le plan de l'hydrodynamique de la rivière de Cayenne. L'estuaire moins ouvert sur la mer et plus profond ainsi que le débit plus important (débit moyen annuel $250 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) ont pour conséquence l'existence d'un « coin salé ». 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. La technique du filet lesté a donc été retenue pour tous les échantillonnages dans ce fleuve.

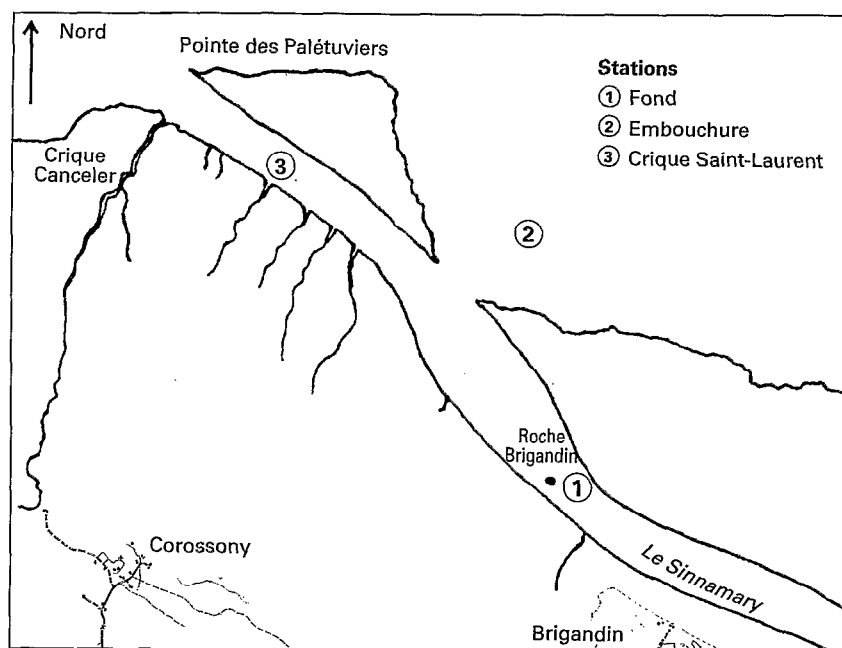
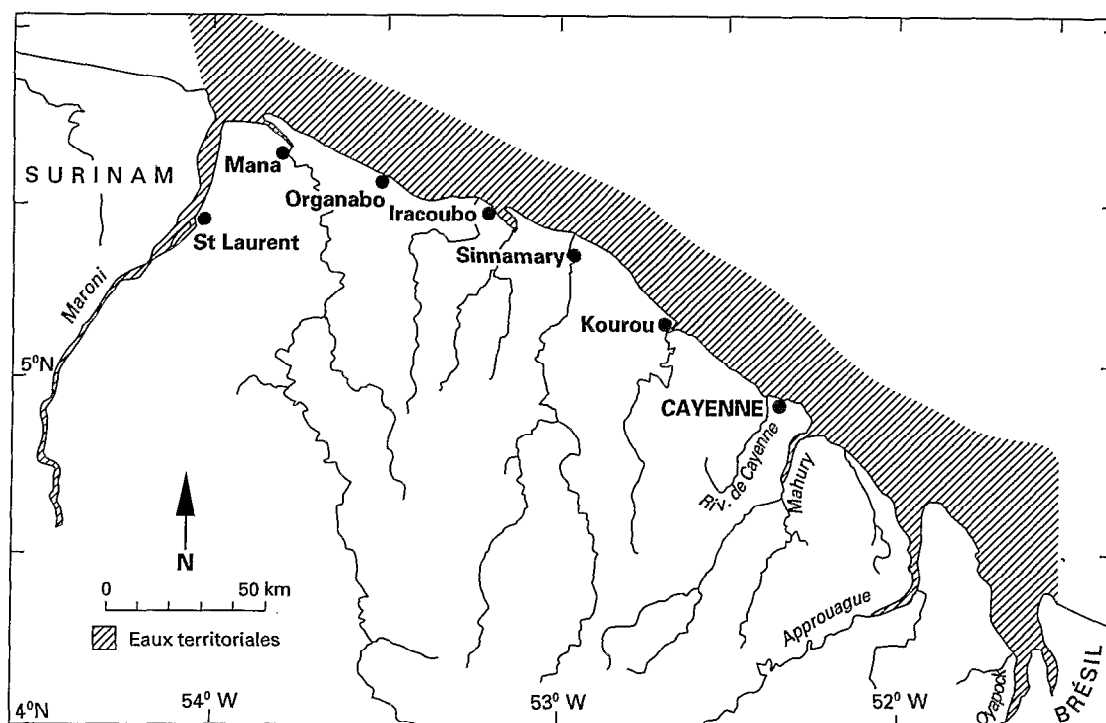


FIG. 3. — Situation des stations d'échantillonnage : A : vue générale ; B : détail de l'estuaire du Sinnamary.
 Location of the sampling stations : A : general view ; B : detail of the Sinnamary River mouth.

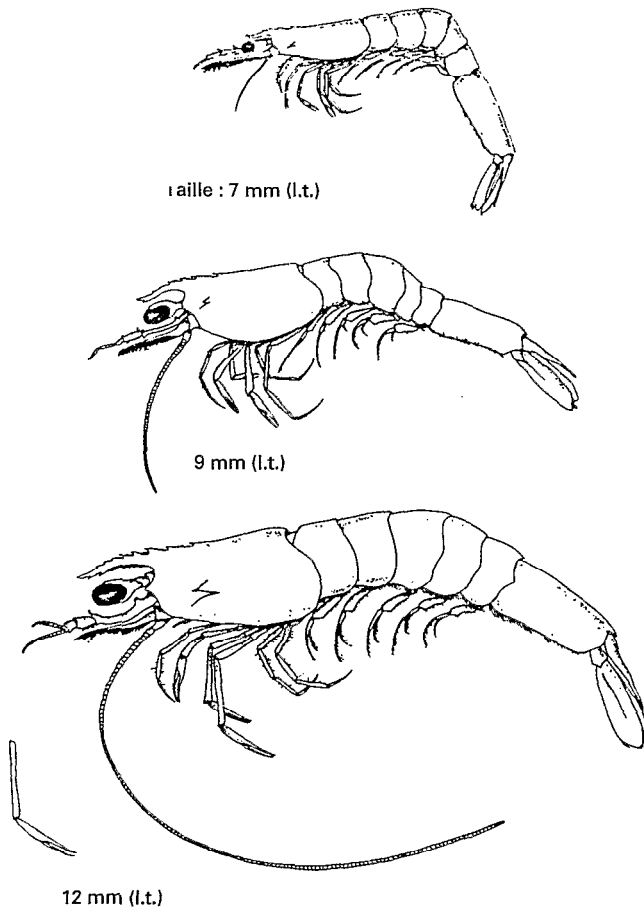


FIG. 4. — Modifications morphologiques des postlarves de *Penaeus subtilis* au cours de leur croissance.
Morphological modifications of *Penaeus subtilis* postlarvae during growth.

Espèces capturées

Les deux espèces de postlarves de loin les plus abondantes étaient *P. subtilis* et *X. kroyeri* (HELLER, 1862). Elles ont pu être identifiées (fig. 4 et 5) selon les critères de tri de COOK (1966), RENFRO et COOK (1962), 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*).

La méthode de différenciation utilisée est décrite dans LINS OLIVEIRA et LHOMME (1993).

Penaeus subtilis

Cette espèce est l'objet principal de notre étude, elle est présente de la mer des Caraïbes y compris la côte du Honduras jusqu'au Cap Frio (Brésil) ; elle fait l'objet d'une pêche importante.

Xiphopenaeus kroyeri

L'exploitation de cette espèce est peu développée en Guyane bien qu'elle représente une ressource potentielle importante. (LINS OLIVEIRA, 1991). La pêche artisanale par les barrières chinoises dans l'estuaire de la Rivière de Cayenne est actuellement presque abandonnée. Les crevettiers industriels peuvent capturer d'importantes quantités de cette

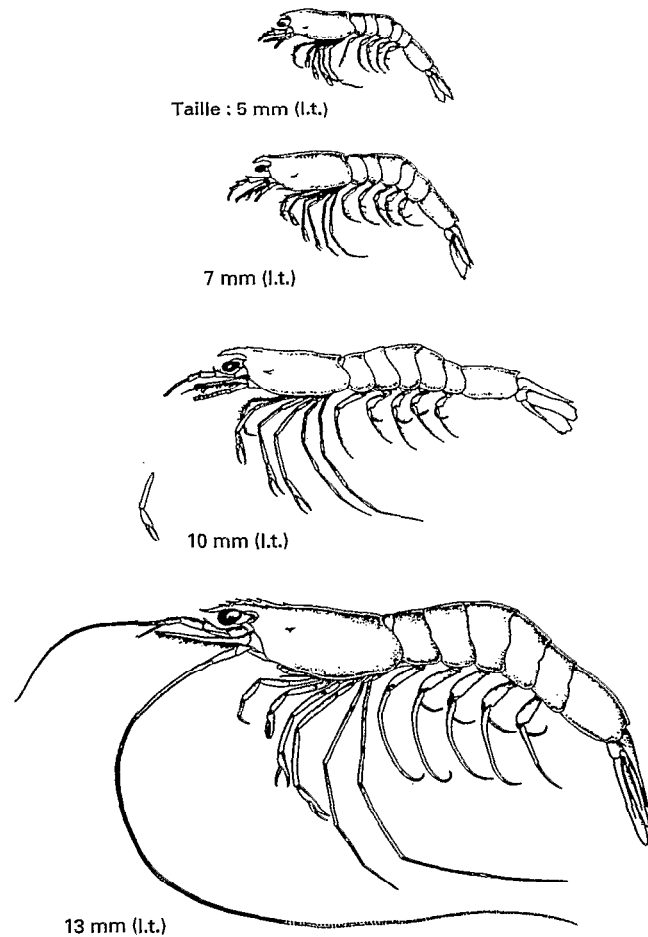


FIG. 5. — Modifications morphologiques des postlarves de *Xiphopenaeus kroyeri* au cours de leur croissance.
Morphological modifications of *Xiphopenaeus kroyeri* postlarvae during growth.

espèce quand ils travaillent près de la côte, ils en rejettent la plus grande partie en raison de sa faible valeur commerciale.

Le cycle biologique de l'espèce est globalement identique à celui décrit pour *P. subtilis*. Les principales différences sont une taille maximale et moyenne des adultes plus faible ainsi que la localisation des adultes en mer plus côtière traduisant une inféodation de l'espèce à des eaux plus dessalées.

Macrobrachium sp.

Un troisième genre de larves a été rencontré assez fréquemment dans les échantillons : il s'agit de la crevette palaemonidae *Macrobrachium* sp. (probablement *M. carcinus*) localement appelée « chevrette ».

L'intérêt potentiel de l'espèce est faible. Il est intéressant de noter que cette espèce a un cycle opposé à celui de *Penaeus subtilis* et *Xiphopenaeus kroyeri* : vie adulte en eau douce et reproduction en eau saumâtre.

Autres espèces

En dehors des postlarves, des captures d'individus juvéniles étaient faites pour *P. subtilis*, *X. kroyeri*, *Nematopalaemon schmitti* (palaemonidae) et *Acetes americanus* (sergestidae); elles ne seront pas étudiées ici.

Étude des paramètres physico-chimiques

Un certain nombre de paramètres physico-chimiques ont été recueillis à l'occasion des sorties :

le tableau I les décrit. D'autres paramètres non mesurés directement ont été pris en compte dans les analyses (tabl. II).

Pour les variables MAR et DEB, les paramètres statistiques ont été calculés sur une seule valeur par sortie.

Traitement des données

Nous disposons de données pratiquement identiques pour la Rivière de Cayenne et pour le fleuve Sinnamary, la principale différence étant la plus grande longueur de la série de données Cayenne. Seules les données relatives au fleuve Sinnamary seront analysées ici et les données Rivière de Cayenne feront l'objet d'une autre publication. L'analyse des données a été faite en plusieurs étapes avec le logiciel SAS :

- étude des paramètres de l'environnement et de leurs corrélations éventuelles;
- étude de la relation entre l'abondance de *Penaeus subtilis* et les paramètres de l'environnement;
- étude de la relation entre l'abondance de *Xiphopenaeus kroyeri* et les paramètres de l'environnement;
- étude de la relation entre la valeur des pics d'abondance de *Penaeus subtilis* et les paramètres de l'environnement;
- étude de la relation entre l'heure des pics d'abondance de *Penaeus subtilis* et les paramètres de l'environnement.

TABLEAU I

Paramètres de l'environnement mesurés dans l'estuaire du Sinnamary
Environmental variables measured in the Sinnamary estuary

| | température | salinité | oxygène | transparence | courant |
|--------------|-------------|----------|---------|------------------|----------------------|
| symbole | - | SAL | - | SEC | VIT |
| unité | °C | ‰ | ppm | cm | cm.s ⁻¹ |
| nbre mesures | 456 | 561 | 284 | 366 | 399 |
| minimum | 25 | 0 | 1,6 | 2 | -139 |
| maximum | 34 | 35,5 | 7,7 | 90 | 102 |
| moyenne | 29,0 | 16,7 | 5,7 | 26,2 | 20,9 |
| écart type | 1,7 | 11,2 | 0,9 | 16,7 | 36,7 |
| méthode | YSI | ATA | YSI | disque de Secchi | débitmètre + chrono |
| précision | 0,5 °C | 1 ‰ | 0,1 ppm | 2 cm | 1 cm.s ⁻¹ |
| strate | fond | fond | fond | surface | surface |

ATA = salinomètre optique (réfractomètre) de marque Atago.

YSI = conductimètre ou oxymètre de marque Yellow Spring Instruments.

La vitesse du courant est affectée du signe + pour le flot et du signe - pour le jusant.

Certaines moyennes comme celle de la vitesse du courant sont biaisées : on n'a sans doute pas la valeur maximum du courant de jusant, les sorties étant centrées sur la période de flot.

TABLEAU II

Autres paramètres pris en compte dans l'estuaire du Sinnamary
Other variables used for the Sinnamary estuary

| | coefficient marée | heure du trait | débit du fleuve |
|--------------|--|---|--|
| symbole | MAR | H | DEB |
| unité | m | mn | m ³ .s ⁻¹ |
| nbre mesures | 65 | 575 | 65 |
| minimum | 1,65 | -492 | 59 |
| maximum | 2,8 | 163 | 620 |
| moyenne | 2,20 | -103,82 | 204,2 |
| écart type | 0,30 | 122 | 118 |
| définition | différence de hauteur entre haute et basse mer aux Iles du Salut | temps en mn avant l'heure de la haute mer aux Iles du Salut | débit du fleuve Sinnamary à Petit Saut |
| source | annuaire des marées | annuaire des marées | annuaire hydrologique |

RÉSULTATS SUR LES CYCLES DE MARÉE

Étude des paramètres de l'environnement

On a effectué sur l'ensemble des traits réalisés une analyse des corrélations linéaires entre les para-

mètres environnementaux quantitatifs soit six variables : MAR, SAL, SEC, H, VIT, DEB (voir tabl. I et II pour les abréviations). Le tableau III donne pour chaque relation le coefficient de corrélation de Pearson, la probabilité de l'hypothèse nulle et le nombre d'observations.

TABLEAU III

Analyse des relations entre les paramètres de l'environnement (tous échantillons Sinnamary)
Study of the relations between the environmental variables (for all the Sinnamary samples)

| | SAL | SEC | H | VIT | DEB |
|-----|---------|----------|----------|----------|----------|
| MAR | 0,03380 | -0,18781 | -0,06499 | 0,33589 | -0,23744 |
| | 0,4242 | 0,0003 | 0,1196 | 0,0001 | 0,0001 |
| | 561 | 366 | 575 | 399 | 575 |
| SAL | | 0,21911 | 0,46720 | 0,18719 | -0,34126 |
| | | 0,0001 | 0,0001 | 0,0002 | 0,0001 |
| SEC | | | 0,02149 | -0,10814 | -0,22640 |
| | | | 0,6820 | 0,0414 | 0,0001 |
| H | | | | 0,0295 | 0,0239 |
| | | | | 399 | 575 |
| VIT | | | | | -0,46859 |
| | | | | | 0,0001 |
| | | | | | 399 |

La plupart des corrélations sont significatives au seuil 0,01. On peut observer que :

- transparence et vitesse du courant sont liées à l'importance de la marée.
- la relation entre débit et coefficient de marée semble difficile à expliquer.
- la salinité est liée à la transparence, à l'heure, à la vitesse du courant et au débit.
- la transparence est liée au débit.
- la vitesse du courant est liée au débit.

TABLEAU IV

Abondances observées pour les postlarves (nombre/100 m³)
Observed abundances for the postlarvae

| | CAYENNE | | | SINNAMARY | | | ORGANABO | | |
|-------------|---------|-----|-----|-----------|------|------|----------|------|-----|
| | PS | XK | Mac | PS | XK | Mac | PS | XK | Mac |
| date début | 20/6/89 | | | 9/8/90 | | | 18/4/92 | | |
| date fin | 1/10/93 | | | 16/8/93 | | | 29/9/93 | | |
| nbre traits | 949 | | | 575 | | | 285 | | |
| maximum | 3212 | 570 | 207 | 1851 | 1695 | 3242 | 28995 | 1044 | 188 |
| moyenne | 197 | 16 | 5 | 76 | 18 | 23 | 1762 | 42 | 9 |
| écart type | 369 | 43 | 14 | 182 | 96 | 144 | 3837 | 152 | 25 |

Étude de l'abondance des postlarves

Les résultats obtenus seront analysés à deux niveaux temporels :

- analyse sur l'ensemble des traits effectués afin d'étudier les relations entre les abondances de *P. subtilis* et *X. kroyeri* et les facteurs de l'environnement pendant une marée : niveau intra-marée ;
- analyse sur les pics seuls en retenant un seul trait par sortie : niveau intra-annuel ;
- analyse sur les indices d'abondance définis à partir des pics de chaque quinzaine pour étudier les variations d'abondance sur un cycle annuel : niveau intra-annuel et inter-annuel.

Le tableau IV donne les valeurs des abondances des postlarves pour trois stations et trois espèces. Afin d'obtenir des données plus homogènes, un certain nombre de traits de plancton n'ont pas été pris en compte dans les traitements : il s'agit des traits du matin (avant 10 h 30) et des traits réalisés en phase lunaire premier ou dernier quartier. L'option choisie est donc *traits du flot de l'après midi entre 10 h 30 et 19 h en pleine ou nouvelle lune*.

ÉTUDE AU NIVEAU D'UN CYCLE DE MARÉE

Évolution de l'abondance en fonction de l'heure à la station de référence (station fond)

Nous analyserons en premier lieu la liaison de l'abondance des postlarves avec les facteurs de l'environnement, puis les variations de l'heure de l'abondance maximale (heure du pic). Une analyse statistique a ensuite été réalisée sur l'ensemble des données.

Penaeus subtilis

Au cours d'un cycle de marée, l'abondance maximale des postlarves au fond se situe au voisinage du courant de flot maximum ou un peu après ; à ce moment, la salinité est proche de sa valeur maximale (fig. 6).

Sur l'ensemble des sorties, on constate que le maximum d'abondance se situe, environ une heure vingt minutes avant l'heure de la haute mer aux Iles du Salut suivant la marée montante pendant

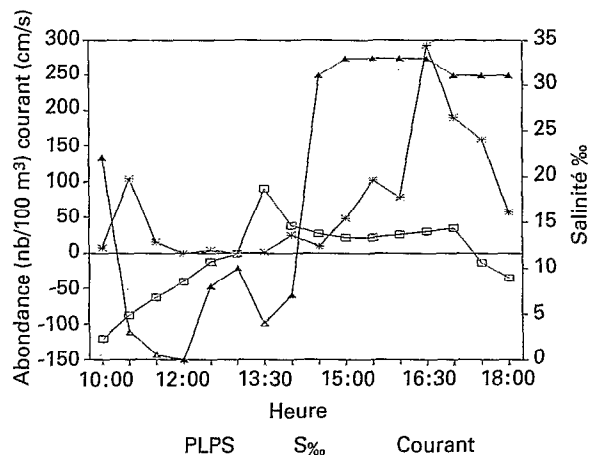


FIG. 6. — Évolution de l'abondance des postlarves de *P. subtilis*, de la salinité et de la vitesse du courant sur un cycle de marée (24/9/91).

Evolution of the postlarval Penaeus subtilis abundance, of the salinity and the current velocity during a tidal cycle.

TABLEAU V

Comparaison des heures des pics d'abondance*
Comparison of the abundance peak times

| | CAYENNE | | | SINNAMARY | | |
|------------|---------|------|-------|-----------|------|-------|
| | PS | XK | Mac | PS | XK | Mac |
| effectif | 101 | 77 | 57 | 65 | 35 | 52 |
| moyenne | - 88 | - 82 | - 153 | - 81 | - 62 | - 113 |
| écart type | 137 | 79 | 104 | 114 | 111 | 83 |

* Les temps sont exprimés sous formes d'écart en minutes par rapport à l'heure de haute mer aux Iles du Salut, le signe moins est affecté aux temps précédant le moment de la haute mer.

laquelle était effectué l'échantillonnage (tabl. V). Ce résultat a permis de réduire de façon notable la durée de l'échantillonnage nécessaire pour définir un indice d'abondance par quinzaine.

Xiphopenaeus kroyeri

D'après LINS OLIVEIRA (1991), sur un cycle de marée, le maximum d'abondance de cette espèce coïncide sur la rivière de Cayenne avec le maximum de vitesse du courant. Cet auteur établit une relation exponentielle entre abondance des postlarves et vitesse du courant. Cette observation se vérifie également sur le Sinnamary.

Une analyse de nos données montre que la différence entre les heures des pics de *P. subtilis* et de *X. kroyeri* n'est pas significative tant à Cayenne qu'à Sinnamary.

Macrobrachium sp.

Pour l'heure du pic, les moyennes tant à Sinnamary qu'à Cayenne sont d'environ 2 heures avant la haute mer : ce délai est plus important que celui observé pour *P. subtilis* et *X. kroyeri*, on peut y voir une inféodation des larves de cette espèce à des eaux moins salées que celles recherchées par les postlarves des pénéidés.

En résumé, l'apparition du pic d'abondance pour chaque espèce est d'autant plus tardive que l'espèce est plus inféodée aux eaux marines : on a donc la succession *Macrobrachium* puis *X. kroyeri* puis *P. subtilis*. Un classement des crevettes pénéides selon leur degré d'inféodation aux eaux dessalées avait été proposé par KUTKUHN (1966).

Évolution de l'abondance en fonction de l'heure à différentes stations

Au cours de la sortie du 5/4/93, un travail simultané a été effectué à trois stations du fleuve Sinnamary : la station fond habituelle, la station embou-

chure située en mer à 800 m au nord-est de la nouvelle embouchure du fleuve et la station crique Saint Laurent située un peu en amont de l'embouchure de cette rivière (fig. 3).

Les abondances de postlarves observées sont représentées sur la figure 7. On peut en conclure que l'arrivée des postlarves dans les estuaires est liée à la dynamique de l'intrusion des eaux marines. Des prélèvements alternés dans l'estuaire et à l'embouchure du Sinnamary montrent que la vitesse de propagation du pic d'abondance est comparable à celle du courant de flot soit de l'ordre de 1 nœud (décalage des pics station embouchure et station fond : environ

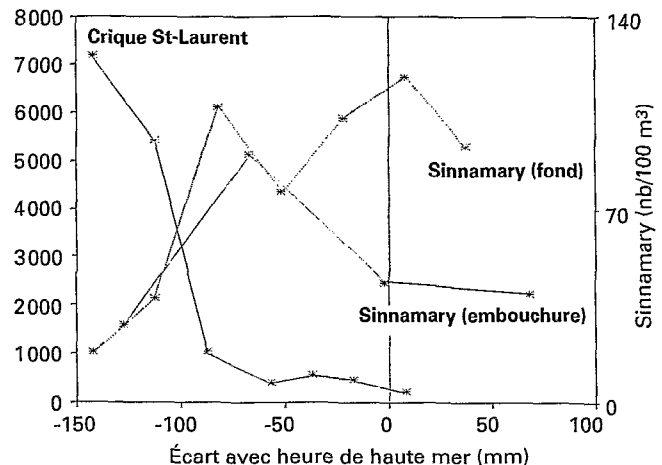


FIG. 7. — Évolution de l'abondance des postlarves de *P. subtilis* en fonction de l'heure dans l'estuaire du Sinnamary et à l'extérieur.

Evolution of the postlarval Penaeus subtilis abundance plotted against the time in the mouth of the Sinnamary River and outside of it.

1 h 15 mn pour une distance d'environ 1 mille marin).

On peut aussi remarquer que dans la crique Saint Laurent, située à 3,5 km à l'ouest de la station fond, de très faible profondeur et ouverte sur la mer puisque l'ancienne Pointe des Palétuviers a considérablement régressé, le pic d'abondance a lieu plus tôt. Les abondances sont beaucoup plus fortes qu'aux autres stations (environ 80 fois).

Analyse statistique sur l'ensemble des données

Une analyse statistique a été faite sur l'ensemble des données Sinnamary à l'aide du logiciel SAS. L'analyse porte sur un fichier de 575 traits de plancton. Seul un bref résumé est donné ici.

CORRÉLATION ENTRE LES ABONDANCES DES DEUX ESPÈCES ÉTUDIÉES

Elle est de 0,23, significative (coefficient de corrélation de Pearson, $p = 0,0001$).

EFFET DE LA DATE SUR LES DEUX ESPÈCES ÉTUDIÉES

LPLPS (log postlarves *P. subtilis*) : l'effet est significatif ($p = 0,0001$), $F = 7,23$.

LPLXK (log postlarves *X. kroyeri*) : l'effet est significatif ($p = 0,0001$), $F = 4,80$.

EFFET DE LA LUNE SUR LES DEUX ESPÈCES ÉTUDIÉES

Il n'y a d'effet significatif de la phase lunaire sur aucune des deux espèces.

RÉGRESSION MULTIPLE PAS À PAS

La régression multiple pas à pas (procédure REG. de SAS.) permet de trouver la meilleure relation explicative pour une variable. L'ajustement teste un par un les facteurs environnementaux explicatifs de la variable considérée. Pour ne pas se limiter aux

relations linéaires, on a testé des polynômes de degré 1, 2, et 3 pour chaque variable explicative. Dans les calculs et sur les graphiques, les variables DEB, VIT et H ont été divisées par 10 pour éviter des chiffres trop importants au niveau des degrés 2 et 3.

Penaeus subtilis

La variable dépendante est LPLPS (log postlarves *P. subtilis*). Au seuil de significativité 0,1, le modèle retient 10 paramètres (6 variables). On a ensuite augmenté la valeur du seuil de significativité à 0,01 : cela permet de simplifier le modèle en perdant peu de variance expliquée (1 %) : le modèle retient alors 7 paramètres (4 variables).

Les variables salinité (degré 1, 2, 3) et débit (degré 1, 3) sont les principales variables explicatives des variations d'abondance des postlarves de *Penaeus subtilis*.

Les variables vitesse et transparence de l'eau peuvent également être prises en compte mais ajoutent peu au pourcentage de variance expliquée par le modèle.

On arrive à un pourcentage de variance expliquée par le modèle de 34 % (salinité et débit) ou 37 % (salinité, débit, vitesse et Secchi).

Xiphopenaeus kroyeri

La variable dépendante est LPLXK (log postlarves *Xiphopenaeus kroyeri*). Au seuil de significativité 0,1, le modèle retient 8 paramètres (5 variables). On a ensuite augmenté la valeur du seuil de significativité à 0,01 : cela permet de simplifier le modèle en perdant peu de variance expliquée (3 %) : le modèle retient alors 3 paramètres (3 variables).

Les variables salinité (degré 3), vitesse (degré 1), et Secchi (degré 2) sont les principales variables explicatives des variations d'abondance des postlarves de *Xiphopenaeus kroyeri*. Le pourcentage de variance expliquée par le modèle est de 28 %.

TABLEAU VI

Penaeus subtilis, régression multiple pas à pas, tous traits avec captures > 0
Penaeus subtilis, stepwise multiple regression, all samples with catches > 0

| étape | variable | nbre var. | R2 var. | R2 modèle | F | Prob>F |
|-------|----------|-----------|---------|-----------|---------|--------|
| 1 | SAL_1 | 1 | 0,1948 | 0,1948 | 95,3906 | 0,0001 |
| 2 | SAL_2 | 2 | 0,0634 | 0,2582 | 62,8027 | 0,0001 |
| 3 | DEB_1 | 3 | 0,0279 | 0,2861 | 49,5869 | 0,0003 |
| 4 | SAL_3 | 4 | 0,0297 | 0,3158 | 35,3568 | 0,0001 |
| 5 | DEB_3 | 5 | 0,0217 | 0,3375 | 25,5255 | 0,0009 |
| 6 | VIT_1 | 6 | 0,0135 | 0,3510 | 20,1714 | 0,0082 |
| 7 | SEC_1 | 7 | 0,0156 | 0,3666 | 13,6598 | 0,0041 |

TABLEAU VII

Xiphopenaeus kroyeri, régression multiple pas à pas, tous traits avec captures > 0
Xiphopenaeus kroyeri, *stepwise multiple regression*, *all samples with catches > 0*

| étape | variable | nbre var. | R2 var. | R2 modèle | F | Prob>F |
|-------|----------|-----------|---------|-----------|---------|--------|
| 1 | SAL_3 | 1 | 0,2144 | 0,2144 | 55,2227 | 0,0001 |
| 2 | VIT_1 | 2 | 0,0407 | 0,2551 | 36,5362 | 0,0001 |
| 3 | SEC_2 | 3 | 0,0228 | 0,2778 | 26,9693 | 0,0011 |

ANALYSES SUR LES FICHIERS DES PICS SEULS

Ces analyses n'ont été faites que pour l'espèce *Penaeus subtilis*.

Relation entre l'heure du pic et les paramètres environnementaux

L'heure, exprimée par rapport à l'heure de la haute mer aux Iles du Salut, est apparue comme un facteur particulièrement important structurant l'évolution de tous les autres paramètres.

La méthode utilisée est la régression multiple pas à pas sur polynômes de degré 1 à 3; on a retenu le seuil de significativité 0,01; la variable dépendante est : H, heure du pic d'abondance des postlarves de *Penaeus subtilis*.

Les variables débit (degré 1, 2) et salinité (degré 1) sont les principales variables explicatives des variations de l'heure du pic d'abondance des postlarves de *Penaeus subtilis*.

On arrive à un pourcentage de variance expliquée par le modèle de 49 %.

À la station Rivière de Cayenne, seule la variable vitesse est significative au degré 1, elle explique seule 50 % des variations de l'heure du pic d'abondance des postlarves de *Penaeus subtilis*.

Relations entre valeur du pic et paramètres environnementaux

Aucune relation entre la valeur du pic et celle des paramètres environnementaux n'a pu être mise en évidence.

EN CONCLUSION, AU NIVEAU D'UNE MARÉE

Les variables salinité (degré 1, 2, 3) et débit (degré 1, 3) sont les principales variables explicatives des variations d'abondance des postlarves de *Penaeus subtilis* : 34 % de la variance est expliquée.

Les variables salinité (degré 3), vitesse (degré 1), et Secchi (degré 2) sont les principales variables explicatives des variations d'abondance des postlarves de *Xiphopenaeus kroyeri* : 28 % de la variance est expliquée.

AU NIVEAU DES PICS SEULS

Les variables débit (degré 1, 2) et salinité (degré 1) sont les principales variables explicatives des variations de l'heure du pic d'abondance des postlarves de *Penaeus subtilis* : 49 % de la variance est expliquée.

Aucune relation entre la valeur du pic et les paramètres environnementaux n'a pu être mise en évidence.

TABLEAU VIII

Penaeus subtilis, régression multiple pas à pas, traits avec abondance maximale seuls
Penaeus subtilis, *stepwise multiple regression*, *peak of abundance samples only*

| étape | variable | nbre var. | R2 var. | R2 modèle | F | Prob>F |
|-------|----------|-----------|---------|-----------|---------|--------|
| 1 | DEB_1 | 1 | 0,1713 | 0,1713 | 36,8358 | 0,0007 |
| 2 | SAL_1 | 2 | 0,1899 | 0,3612 | 16,6478 | 0,0001 |
| 3 | DEB_2 | 3 | 0,1286 | 0,4898 | 3,6229 | 0,0003 |

DÉFINITION D'UN INDICE D'ABONDANCE, CYCLE ANNUEL

Au niveau d'un cycle de marée, nous avons choisi l'option de conserver uniquement la valeur maximale de l'abondance pour chaque espèce de postlarve. On obtient ainsi un indice d'abondance par quinzaine.

Il se pose ensuite le problème de passer à un indice mensuel car les données disponibles auprès de l'IFREMER concernant la reproduction des adultes et le recrutement des juvéniles dans la pêcherie sont disponibles sous forme mensuelle. Ce problème a été analysé par VENDEVILLE (1993) : deux solutions sont possibles :

- prendre chaque mois la plus forte des deux valeurs de l'indice d'abondance ;
- utiliser l'indice obtenu par lissage par moyennes mobiles sur deux variables.

Les résultats obtenus par les deux méthodes ne sont pas très différents ; nous avons choisi la seconde qui a l'avantage de réduire la variance des estimations sous l'hypothèse que les maximums des deux quinzaines suivent la même loi.

Cycle annuel d'abondance

Nous avons préféré donner ici l'ensemble des résultats relatifs aux trois espèces et aux trois stations afin de les comparer. L'évolution des abondances sur les cycles annuels est représentée sur les figures 8, 9, 10. Elle est résumée dans le tableau IX.

Il est important de noter que tous les pics rencontrés sont indiqués ici ; la comparaison des différentes années entre elles montre que certains pics observés une année peuvent être très faibles ou complètement absents une autre année. On s'interrogera alors pour savoir si cela doit être attribué à un biais d'échantillonnage ou bien à des conditions particulières.

Penaeus subtilis

On identifie un pic en début d'année centré sur avril, un pic centré sur la saison sèche (août) et un pic de fin d'année.

Xiphopenaeus kroyeri

Au niveau annuel, on observe à Cayenne, une présence notable à partir de juillet et pendant toute la saison sèche avec deux maximums en juillet août et en novembre soit en début et en fin de saison sèche.

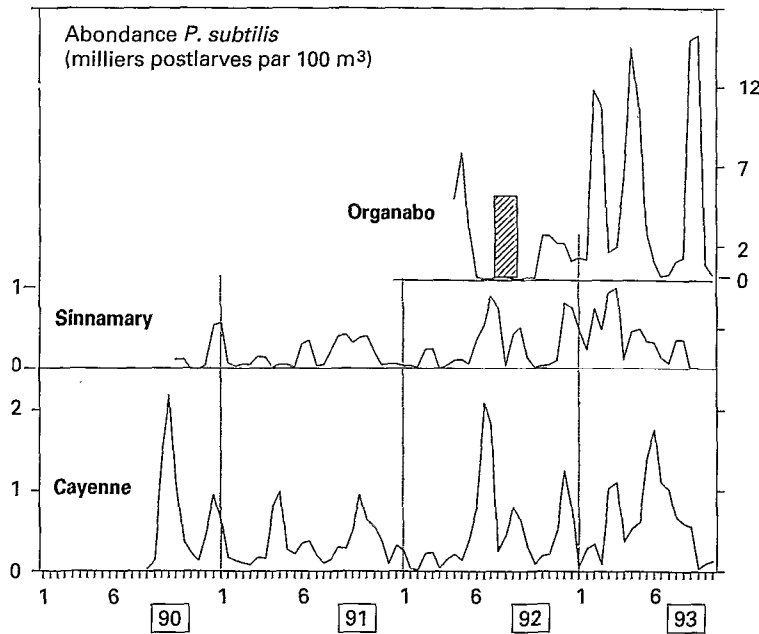


FIG. 8. — Variations saisonnières de l'abondance en postlarves de *P. subtilis* dans trois estuaires de la Guyane. Le rectangle hachuré indique une absence d'échantillons ; l'échelle employée pour Organabo (à droite) est plus petite.
 Seasonal variations of the postlarval *Penaeus subtilis* abundance in three estuaries of French Guiana.
 The shaded rectangle indicates a lack of sampling ; the scale used for Organabo (on the right axis) is smaller.

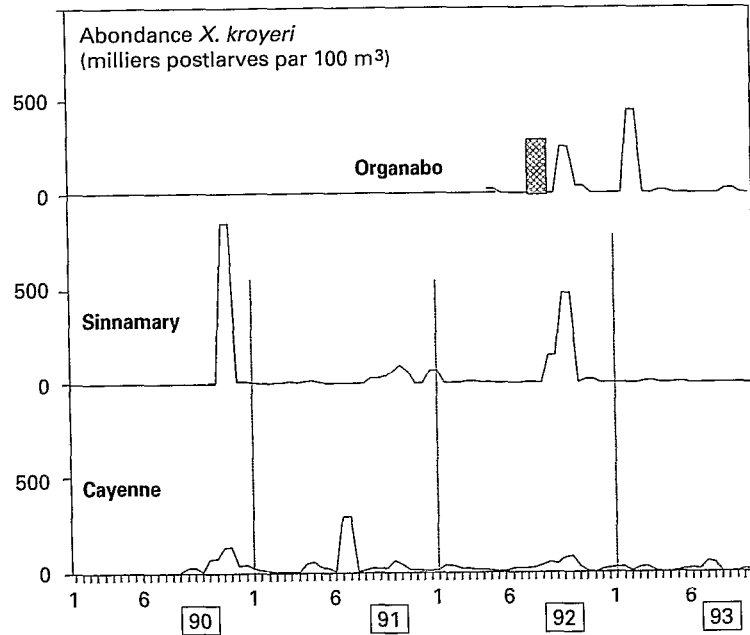


FIG. 9. — Variations saisonnières de l'abondance en postlarves de *Xiphopenaeus kroyeri* dans trois estuaires de la Guyane.
Le rectangle hachuré indique une absence d'échantillons.
Seasonal variations of the postlarval *Xiphopenaeus kroyeri* abundance in three estuaries of French Guiana.
The shaded rectangle indicates a lack of sampling.

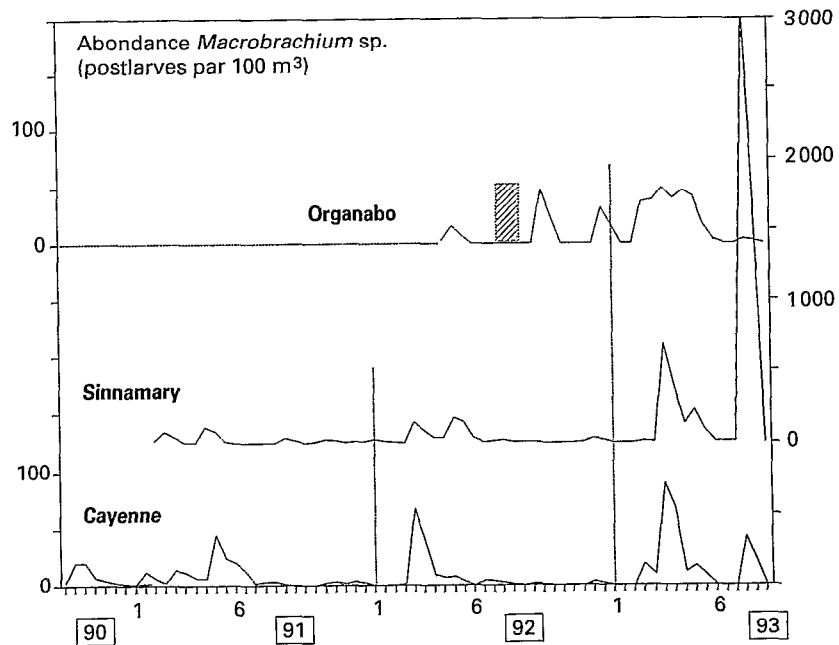


FIG. 10. — Variations saisonnières de l'abondance en postlarves de *Macrobrachium* sp. dans trois estuaires de la Guyane.
Le rectangle hachuré indique une absence d'échantillons; l'échelle employée pour Sinnamary (à droite) est plus petite.
Seasonal variations of the postlarval *Macrobrachium* sp. abundance in three estuaries of French Guiana.
The shaded rectangle indicates a lack of sampling; the scale used for Sinnamary (on the right axis) is smaller.

TABLEAU IX

Principaux pics d'abondance mensuels par station et par espèce
Main peaks of abundance by station and by species

| | <i>P. subtilis</i> | <i>X. kroeyeri</i> | <i>Macrobrachium</i> sp. |
|-----------|--|-------------------------------|---------------------------|
| Cayenne | avril-mai, août-sept., déc. | juin, août, sept.-oct. - nov. | mars, (juin) |
| Sinnamary | avril-mai, août-sept., déc. | sept. et nov. ou déc. | mars-avril-mai, (juillet) |
| Organabo | février-mars-avril, août, (oct. -nov.) | février, août-sept. | avril-mai, (sept.) |

À Sinnamary, seul le pic d'octobre à décembre est notable, il est beaucoup plus important en valeur absolue que celui de Cayenne.

Cela concorde bien avec les observations de LINS OLIVEIRA (1991) sur la reproduction des femelles adultes en mer : les plus forts pourcentages de femelles mûres apparaissent d'août à novembre et en avril soit aux deux périodes de faible pluviométrie.

Macrobrachium sp.

À Cayenne, les valeurs ne sont jamais très élevées (maximum 207) les pics sont observés en mars (le principal) et en juin-juillet.

À Sinnamary, on peut avoir des valeurs plus importantes (maximum 3242) avec des pics en mars-avril-mai, (juillet).

Pour *Macrobrachium* sp., les pics se rencontrent donc en début et en fin de saison des pluies. Il y a probablement une relation entre la reproduction de l'espèce, la salinité des estuaires et le débit des fleuves.

L'indice de nourricerie de *P. subtilis*

Les critères favorables à l'existence d'une nourricerie de crevettes pénéides 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 substrat meuble ;
- une salinité comprise entre 5 et 25 pour mille ;
- cet ensemble de conditions doit être réuni à la période de recrutement des postlarves dans le cycle annuel.

On peut également considérer la présence de mangrove comme un facteur important. Plusieurs auteurs ont pu établir une relation entre la production crevettière et la surface de mangrove (MARTOSUBROTO et NAAMIN, 1977) ou la surface de végétation inter-

tidale (TURNER, 1977). En Guyane, la surface de mangrove a été estimée par télédétection dans un travail récent (TRAVASSOS, 1994).

En Guyane, trois types de milieux peuvent a priori abriter des nourriceries : ce sont les estuaires, les marais côtiers et enfin la frange côtière. Pour les estuaires, VENDEVILLE (1993) a proposé l'utilisation d'un « indice de nourricerie ». Son but est de comparer entre elles les abondances maximales de postlarves obtenues dans les différentes stations. La station de référence est Cayenne, un indice relatif par rapport à celui de Cayenne peut être défini pour les autres stations. L'indice est basé sur les pics observés (un par sortie) et est indépendant du nombre de sorties car pondéré par le volume d'eau filtré. Cet indice de nourricerie exprimé en pourcentage est :

$$I = 100 \cdot (\sum x_i / v_i) / (\sum xc_i / vc_i)$$

x_i nombre de postlarves observé dans l'échantillon correspondant au pic de l'après-midi pour une station au jour i ;

v_i volume d'eau filtré correspondant (m^3) ;

xc_i nombre de postlarves observé au pic de l'après-midi à la station Cayenne plage pour la même phase lunaire ;

vc_i volume d'eau filtré correspondant (m^3).

Le tableau X donne les valeurs des indices de nourricerie ainsi calculés par année et par station.

Cet indice permet de faire deux types de comparaisons : comparaisons spatiales de l'importance relative des différentes nourriceries et comparaisons temporelles pour une nourricerie donnée (évolution interannuelle de l'indice). Bien entendu la valeur de ces résultats est directement liée au nombre de sorties effectuées et au nombre d'années d'échantillonnage. Les seuls résultats vraiment exploitables sont ceux relatifs à Cayenne, Sinnamary et Organabo.

COMPARAISON SPATIALE

La station Organabo se place loin devant les autres (indice relatif 1295 %), on a ensuite Cayenne (100 % par définition) puis Sinnamary (91 %). Les

TABLEAU X

Indices annuels de nurseries, *Penaeus subtilis*
 Annual indexes of nurseries, *Penaeus subtilis*

Année 1989

| station | nbre sorties | Σ abondance pics | Σ volume | indice |
|---------|--------------|-------------------------|-----------------|--------|
| Cayenne | 10 | 3228 | 745 | 4,33 |

Année 1990

| station | nbre sorties | Σ abondance pics | Σ volume | indice | ind rel % |
|-----------|--------------|-------------------------|-----------------|--------|-----------|
| Cayenne | 10 | 7408 | 4903 | 1,51 | 100 |
| Sinnamary | 7 | 1283 | 523 | 2,45 | 162 |

Année 1991

| station | nbre sorties | Σ abondance pics | Σ volume | indice | ind rel % |
|-----------|--------------|-------------------------|-----------------|--------|-----------|
| Cayenne | 24 | 5879 | 1745 | 3,37 | 100 |
| Kourou | 11 | 2350 | 876 | 2,68 | 80 |
| Mahury | 4 | 295 | 316 | 0,93 | 28 |
| Sinnamary | 25 | 3622 | 2065 | 1,75 | 52 |

Année 1992

| station | nbre sorties | Σ abondance pics | Σ volume | indice | ind rel % |
|------------|--------------|-------------------------|-----------------|--------|-----------|
| Cayenne | 24 | 9235 | 1808 | 5,11 | 100 |
| Malmanoury | 2 | 107 | 216 | 0,50 | 10 |
| Organabo | 10 | 27141 | 783 | 34,65 | 678 |
| Sinnamary | 21 | 5112 | 1712 | 2,99 | 58 |

Année 1993 (incomplète)

| station | nbre sorties | Σ abondance pics | Σ volume | indice | ind rel % |
|-----------|--------------|-------------------------|-----------------|--------|-----------|
| Cayenne | 18 | 2742 | 473 | 5,79 | 100 |
| Kaw | 2 | 46 | 90 | 0,51 | 9 |
| Macouria | 3 | 416 | 53 | 7,85 | 136 |
| Organabo | 19 | 14023 | 340 | 41,24 | 712 |
| Sinnamary | 16 | 4533 | 1348 | 3,36 | 58 |

Années 1990 à 93 (1992-93 pour Organabo)

| station | nbre sorties | Σ abondance pics | Σ volume | indice | ind rel % |
|-----------|--------------|-------------------------|-----------------|--------|-----------|
| Cayenne | 76 | 25264 | 8929 | 2,83 | 100 |
| Organabo | 29 | 41164 | 1123 | 36,66 | 1295 |
| Sinnamary | 69 | 14450 | 5648 | 2,58 | 91 |

Σ abondance pics : somme des nombres de larves capturés

Σ volume : somme des volumes filtrés en mètres cubes

indice : indice d'abondance en nombre de postlarves par m³

indice relatif en % : nombre de postlarves par m³ de la station / nombre de postlarves par m³ Cayenne

autres stations présentent généralement une abondance plus faible (sauf Macouria mais sur seulement trois sorties).

COMPARAISON TEMPORELLE

La figure 11 montre l'évolution des indices de nourriceries. On retrouve le classement des stations indiqué ci-dessus; il semble y avoir une augmentation des indices entre 1990 et 1993 qui pourrait traduire une augmentation du recrutement en post-larves; un accroissement du recrutement en juvéniles dans la pêcherie n'en découle pas obligatoirement en raison de la possible mortalité importante des postlarves et juvéniles dans les nourriceries.

Le cycle vital de *P. subtilis*

Dans la chronologie du cycle vital, on a la succession temporelle reproduction, recrutement des post-larves en estuaire, recrutement des juvéniles dans la pêcherie. Nous avons fait correspondre à chacun de ces stades un paramètre représentatif au niveau mensuel.

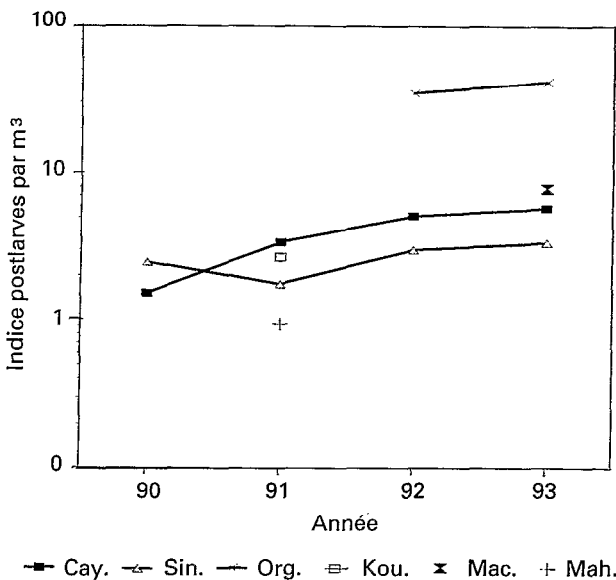


FIG. 11. — Évolution de 1990 à 1993 des indices de nourricerie pour différents estuaires (échelle logarithmique); CAY : Cayenne, SIN : Sinnamary, ORG : Organabo, KOU : Kourou, MAC : Macouria, MAH : Mahury.

Evolution from 1990 to 1993 of the nursery indexes for different estuaries (logarithmic scale); CAY : Cayenne, SIN : Sinnamary, ORG : Organabo, KOU : Kourou, MAC : Macouria, MAH : Mahury.

REPRODUCTION DES ADULTES EN MER

Afin, dans la mesure du possible, de rendre le paramètre choisi indépendant de l'effort de pêche, nous avons utilisé les captures mensuelles par unité d'effort de femelles mûres au stade 3, données disponibles à l'IFREMER.

RECRUTEMENT DES POSTLARVES EN ESTUAIRE

Il est représenté par les valeurs des pics d'abondance décrits plus haut exprimés sous forme d'indices d'abondance mensuels.

RECRUTEMENT DES JUVÉNILES DANS LA PÊCHERIE INDUSTRIELLE EN MER

Cette variable est représentée par le pourcentage d'individus de petite taille dans les captures. Comme pour la reproduction, afin de rendre dans la mesure du possible, le paramètre choisi indépendant de l'effort de pêche, nous avons utilisé les captures mensuelles par unité d'effort de petits individus. Il s'agit de la catégorie commerciale de taille 51-80 individus au kilogramme, déchets inclus, données disponibles à l'IFREMER.

L'évolution simultanée de ces trois variables est représentée sur la figure 12. Les données disponibles nous obligent à nous limiter à la période août 1990-décembre 1992. Sur la figure, nous avons pour chaque variable marqué les principaux pics sous forme de barres verticales. Les barres verticales ont ensuite été reliées quand cela était possible d'un stade du cycle au suivant par des lignes pointillées. Les décalages dans le temps entre les pics ainsi repérés ont ensuite été relevés. On obtient ainsi les résultats suivants (tabl. XI).

Ces résultats peuvent être comparés à ceux qui avaient été obtenus en utilisant le recrutement des postlarves à Cayenne (VENDEVILLE, 1993).

Les chiffres diffèrent peu entre la station Cayenne et la station Sinnamary. La série nettement plus longue à Cayenne permet de penser que les délais qu'elle permet de calculer sont plus fiables.

La durée de la phase larvaire (définie comme l'intervalle entre reproduction des femelles en mer et entrée des postlarves en estuaire) est de l'ordre de 1 mois pour Sinnamary; ce chiffre de 1 mois s'accorde bien avec les données de la littérature (LHOMME, 1981, GARCIA et LE RESTE, 1981). Le délai de deux mois observé à Cayenne pourrait donner à penser que cette station est plus éloignée des zones de ponte, le courant portant vers l'ouest serait également un élément retardant si les postlarves capturées dans la rivière de Cayenne provenaient de zones de ponte situées dans le secteur des Iles du Salut.

La durée de la phase juvénile (définie comme l'intervalle entre l'entrée des postlarves en estuaire et la

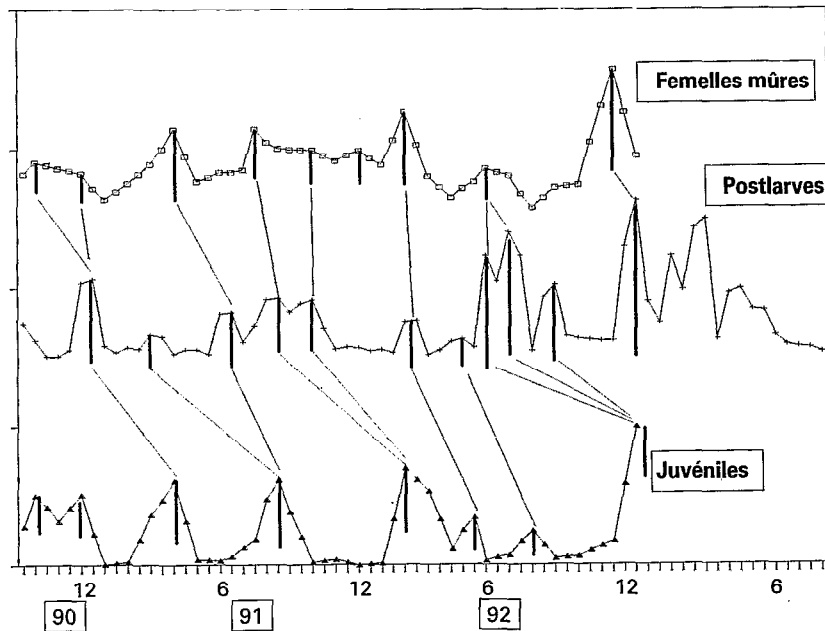


FIG. 12. — Relation entre le cycle de reproduction des femelles adultes en mer, le cycle de recrutement des postlarves dans l'estuaire du Sinnamary et le cycle de recrutement des juvéniles en mer pour *Penaeus subtilis*.
Relation between the reproduction cycle of the adult females at sea, the recruitment cycle of the postlarvae in the Sinnamary River estuary and the recruitment cycle of the juveniles at sea for Penaeus subtilis.

TABLEAU XI

Proposition de chronologie du cycle vital de *P. subtilis* en Guyane, fleuve Sinnamary
Hypothesis for the chronology of the vital cycle of P. subtilis in French Guiana, Sinnamary River

| | femelles mûres - postlarves | | | postlarves - recrutement | | |
|-------|-----------------------------|------------|----------|--------------------------|------------|----------|
| | moyenne | écart type | effectif | moyenne | écart type | effectif |
| mois | 1,0 | 0,8 | 9 | 4,2 | 1,5 | 9 |
| jours | 30 | 24 | | 126 | 45 | |

TABLEAU XII

Proposition de chronologie du cycle vital de *P. subtilis* en Guyane, rivière de Cayenne (d'après VENDEVILLE, 1993)
Hypothesis for the chronology of the vital cycle of P. subtilis in French Guiana, the Cayenne River (from VENDEVILLE, 1993)

| | femelles mûres - postlarves | | | postlarves - recrutement | | |
|-------|-----------------------------|------------|----------|--------------------------|------------|----------|
| | moyenne | écart type | effectif | moyenne | écart type | effectif |
| mois | 2,4 | 0,8 | 16 | 4,9 | 2,0 | 11 |
| jours | 71 | 24 | | 148 | 60 | |

capture d'importantes quantités des petits individus dans la pêche industrielle) varie entre 3 et 5 mois. L'amplitude de variation est plus grande à Cayenne. Ces chiffres s'accordent bien avec ceux que donnent d'autres auteurs.

En Guyane, selon ROSSIGNOL (1972), les jeunes crevettes grossiraient de 9 mm (postlarves) à 70-85 mm LT en 2 à 2,5 mois et migreraient alors vers la mer; cela correspond à un âge de 3 à 3,5 mois.

GARCIA *et al.* (1984b) estiment, toujours en Guyane, qu'en 1977-1981, la première capture correspond à une taille de 110 à 115 mm LT et à un âge de 4,4 à 4,7 mois. Il s'écoule en moyenne 1,5 mois entre la migration d'une cohorte hors des estuaires et son recrutement massif sur les fonds de pêche des crevettiers.

En Côte-d'Ivoire, GARCIA (1977) fixe pour *P. notialis* à 3,7 mois l'âge au recrutement pour une taille de 18 mm LC.

Au Sénégal, LHOMME (1981) évalue pour *P. notialis* sur le stock de Roxo-Bissagos l'âge à la migration vers la mer à 4 mois, le recrutement dans la pêche est effectif à 7 mois.

LE RESTE (1977) pour *P. indicus* à Madagascar, KUTKUHN (1966) pour *P. duorarum duorarum* dans le Golfe du Mexique ont également déterminé un âge moyen à la migration de 2,5 à 3 mois. ROJAS BELTRAN (1975) évalue l'âge au recrutement à 3 à 6 mois pour pour *P. duorarum duorarum* et *P. schmitti* en Colombie.

LES SOURCES DE BIAIS

La nature des données disponibles introduit un certain nombre de biais :

- les captures mensuelles par unité d'effort de femelles mûres au stade 3, ne traduisent 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 un seul estuaire. 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 surtout s'ils évoluent dans le temps. Le choix des données provenant des seuls bateaux français et l'utilisation de données par unité d'effort de pêche réduisent autant que possible ce risque d'erreur.

Il existe également des possibilités d'erreurs au niveau de la mise en relation des pics qui fait appel à une certaine subjectivité. Il faut insister sur le fait que les chiffres avancés sont des moyennes sur une

période couvrant plusieurs années. Il peut y avoir à la fois de fortes variations interannuelles et de fortes variations saisonnières à l'intérieur d'une année.

Dans le cas de la durée du stade juvénile, les durées estimées pourraient être recoupées par deux autres méthodes : le suivi des cohortes de juvéniles par échantillonnage et le marquage, mais ces deux opérations posent d'importants problèmes pratiques. Il est en particulier difficile de marquer des individus de longueur céphalothoracique inférieure à 19 mm car la mortalité liée au marquage devient importante.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Une méthodologie de capture des postlarves en estuaire a été définie. Les variations d'abondance des postlarves des espèces *Penaeus subtilis* et *Xiphopenaeus kroyeri* ont été décrites.

L'analyse des données montre qu'au niveau d'un cycle de marée, l'apparition du pic d'abondance est d'autant plus tardive que l'espèce considérée est plus inféodée aux eaux marines. Les variables environnementales salinité et débit sont les principales variables explicatives des variations d'abondance des postlarves de *Penaeus subtilis* et de l'heure du pic d'abondance.

Un indice d'abondance des postlarves en estuaire a été défini ; nous avons essayé de relier cet indice à deux autres indices relatifs au stock adulte en mer : un indice de la reproduction et un indice du recrutement des juvéniles dans la pêche. La mise en relation de ces trois indices permet d'avoir une idée de la chronologie du cycle vital en Guyane. Des sources de biais existent sur chacun des indices utilisés ; elles ont été analysées.

Nous avons également défini un indice de nourricerie permettant une comparaison des nourriceries entre elles et une mesure de l'évolution interannuelle du recrutement en postlarves. Nos résultats ne confirment pas l'idée répandue parmi les professionnels de la pêche selon laquelle l'estuaire du Sinnamary serait la nourricerie la plus importante de Guyane pour les crevettes. En effet, les indices moyens de nourricerie observés pour le Sinnamary en prenant la rivière de Cayenne comme référence sont de l'ordre de 50 % (soit une abondance moyenne des postlarves deux fois plus faible). Les plus fortes abondances sont apparues au niveau de l'estuaire de l'Organabo situé une cinquantaine de kilomètres plus à l'ouest. Cependant si l'on considère le secteur s'étendant de Kourou à Organabo et incluant l'estuaire du Sinnamary, cette zone présente les plus fortes abondances de postlarves et les plus importants recrutements de juvéniles dans la pêche.

À l'heure actuelle, le problème de la localisation des nourriceries de crevettes en Guyane ne peut être considéré comme totalement résolu. Il est intéressant de passer rapidement en revue les différentes hypothèses qui ne s'excluent pas forcément.

Les estuaires

Les estuaires sont la localisation qui a été privilégiée dans notre étude. Cependant certains indices donnent à penser que ces biotopes ne jouent pas vraiment le rôle de nourriceries car il semblerait que l'entrée des postlarves soit liée à l'intrusion saline ; leur séjour en estuaire serait de très courte durée (environ 8 heures) comme le montre l'existence d'un pic de descente. Notons que cette hypothèse ne remet pas en cause l'intérêt des estuaires comme lieu d'observation de l'abondance des postlarves.

Les marais côtiers

Les marais côtiers étaient considérés par ROSSIGNOL (1972) comme le support d'une forte production de crevettes. Leur surface a été fortement diminuée par la riziculture et ils ne semblent pas jouer un rôle important.

Une nourricerie extérieure à la Guyane

Des stocks de *Penaeus subtilis* adultes et des nourriceries existent au nord du Brésil et au Surinam, une provenance lointaine des juvéniles transportés par les courants ne peut être totalement rejetée mais paraît peu probable.

Une nourricerie côtière continue

Cette hypothèse a été avancée par VENDEVILLE (1993), en effet, la frange littorale constitue souvent un milieu dessalé même en saison sèche, les substrats meubles riches en matières organiques y sont fréquents, la température est suffisante et stable, le courant est faible ; enfin une communication permanente avec le stock adulte est aisée. Une typologie réalisée par chalutage (VENDEVILLE, 1995) a montré qu'il s'agit d'un écosystème de type estuarien. À l'heure actuelle, cette hypothèse intéressante n'a pu être démontrée ou infirmée, elle doit donc être considérée avec prudence. LONGHURST et PAULY (1987) avaient déjà développé un concept d'estuarisation du plateau continental ; ce type d'entité a été décrit par CHONG *et al.* (1990) en Malaisie ou par BARAN (1995) en Guinée.

Manuscrit accepté par le Comité de rédaction le 15 décembre 1995

RÉFÉRENCES

- ALLEN (D. M.), HUDSON (J. H.) et COSTELLO (T. J.), 1980. — Postlarval shrimp (*Penaeus*) in Florida keys : species, size and seasonal abundance. *Bulletin of Marine Science*, 30 (1) : 21-33.
- BARAN (E.), 1995. — *Dynamique spatio-temporelle des peuplements de poissons estuariens en Guinée — relation avec le milieu abiotique*. Thèse université de Bretagne occidentale, 242 p.
- 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. *U.S. Fish and Wildlife Service Fishery Bulletin*, 66 (1) : 149-158.
- CHONG (V. C.), SASEKUMAR (A.), LEH (M. U. C.), CRUZ (R. D.), 1990. — The fish and prawn communities of a Malaysian coastal mangrove system, with comparisons to adjacent mud flats and inshore waters. *Est. Coast. Shelf Sci.*, 31 : 703-722.
- COOK (H. L.), 1966 — A generic key to the protozoan, mysis and postlarval stages of the littoral Penaeidae of the Northwestern Gulf of Mexico. *U.S. Fish and Wildlife Service Fishery Bulletin*, 65 (2) : 437-47.
- COUTURIER (C.), 1986. — « Hydrologie fluviale en Guyane française ». In : *Régime des fleuves et recrutement de la crevette Penaeus subtilis en Guyane française*. ENSEIHT Toulouse, Orstom, Cayenne, Rapport de stage : 11 p.
- DINTHEER (C.), ROSE (J.), 1986. — *Conséquences de la création de la Z.E.E. sur les résultats d'exploitation et le recrutement de la pêcherie crevette de la Guyane française*. Document Scientifique du Pole 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. *Équinoxe*, 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*. Orstom, Coll. Travaux et documents 79, 271 p.
- GARCIA (S.), LE RESTE (L.), 1981. — *Cycles vitaux, dynamique, exploitation et aménagement des stocks de crevettes pénaeides côlières*. FAO Document Technique sur les Pêches 203, 210 p.
- GARCIA (S.), LEBRUN (E.), LEMOINE (M.), 1984 a. — *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.), 1984 b. — *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.
- KUTKUHN (J. H.), 1966. — Dynamics of a penaeid shrimp population and management implication. *Fish. Bull. USFWS*, 65 (2) : 313-338.
- LE RESTE (L.), 1977. — *Biologie et dynamique des populations de la crevette Penaeus indicus, H. Milne Edwards, 1837, au nord-ouest de Madagascar*. Orstom, Coll. Travaux et documents 99, 291 p.
- 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 Pole 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.
- LINS OLIVEIRA (J.), LHOMME (F.), 1993. — Les caractères différenciateurs des postlarves des espèces *Xiphopenaeus kroyeri* et *Penaeus subtilis*. *Rev. Hydrobiol. trop.*, Vol. 26 (1) : 71-77.
- LOINTIER (M.), 1986. — « Hydrodynamique et morphologie de l'estuaire du Sinnamary ». In : *SEPANGUY SEPANRIT, Le littoral Guyanais, fragilité de l'environnement*, 1^{er} congrès régional de la SEPANGUY, X^e colloque SEPANRIT ; Cayenne 27-29 avril 1985 : 37-44.
- LONGHURST (A. R.), PAULY (D.), 1987. — *Ecology of tropical oceans*. Academic Press, San Diego (California), 407 p.
- MARTOSUBROTO (P.) et NAAMIN (N.), 1977. — Relationship between tidal forest (mangrove) and commercial shrimp production in Indonesia. *Mar. Research in Indonesia*, 18 : 81-86.
- MÉTÉOROLOGIE NATIONALE, Département de la Guyane. — *Bulletins climatologiques mensuels*.
- ORSTOM (Centre de Cayenne), Conseil Général du département de la Guyane. — *Annuaire hydrologique de Guyane, années 1993, 1992, 1991, 1989-90*.
- PAUL (S.) et al., 1993. — *Dictionnaire des termes normalisés des Sciences et Techniques*. Association Nationale des Docteurs es Sciences. Délégation Générale à la Langue Française. Publié par Direction des Journaux Officiels. Paris. 410 p.
- RENFRO (W. C.), COOK (H. L.), 1962. — Early larval stages of the seabob, *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller). *U.S. 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 Everglade National park, Florida to the commercial catches on the Tortugas grounds. *Bulletin of Marine Science*, 21 (4) : 790-805.
- ROJAS-BELTRAN (R.), 1975. — *Biologie de deux espèces de crevettes des Caraïbes colombiennes : Penaeus (Melicertus) duorarum notialis Perez Farfante (1967) et P. (Litopenaeus) schmitti Burkenroad (1936)*. Thèse de 3^e cycle Univ. Paris VI, 135 p.
- ROSSIGNOL (M.), 1972. — *Étude d'un marais de la Guyane française : le marais Sarcelle — Biologie des crevettes : Penaeus aztecus subtilis (formes juvéniles)*. Rapport préliminaire Centre Orstom de Cayenne, 39 p.
- ROTHLISBERG (P. C.), CHURCH (J. A.), FANDRY (C. B.), 1995. — A mechanism for near-shore concentration and estuarine recruitment of post-larval *Penaeus plebejus* Hess (Decapoda, Penaeidae). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 40 : 115-138.
- SERVICE HYDROGRAPHIQUE ET OCÉANOGRAPHIQUE DE LA MARINE. — *Annuaire des marées ; Tome 2 : ports d'outre-mer ; ouvrage N° 895 A*, années 1988, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993.
- TRAVASSOS (P.), 1994. — *Cartographie par télédétection optique et radar du littoral de la Guyane française. Importance de la mangrove pour la production crevettière*. Mémoire de DESS GDTA, 32 p. + annexes.
- TURNER (R. E.), 1977. — Intertidal vegetation and commercial yields of Penaeid shrimp, *Transactions of the American Fisheries Society*, 106 (5) : 411-416.
- VENDEVILLE (P.), 1993. — *Des nurseries estuariennes de P. subtilis en Guyane ? Mythe ou réalité*. Document Centre Orstom de Cayenne, sept. 1993, 56 p. + annexes.

- VENDEVILLE (P.), 1995. — *Reconnaissance des fonds de la bande littorale du plateau continental guyanais. Campagne de chalutage « Épaulard 94 »* : Document Centre Orstom de Cayenne, 111 p.
- WILLMANN (R.), GARCIA (S.), 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.