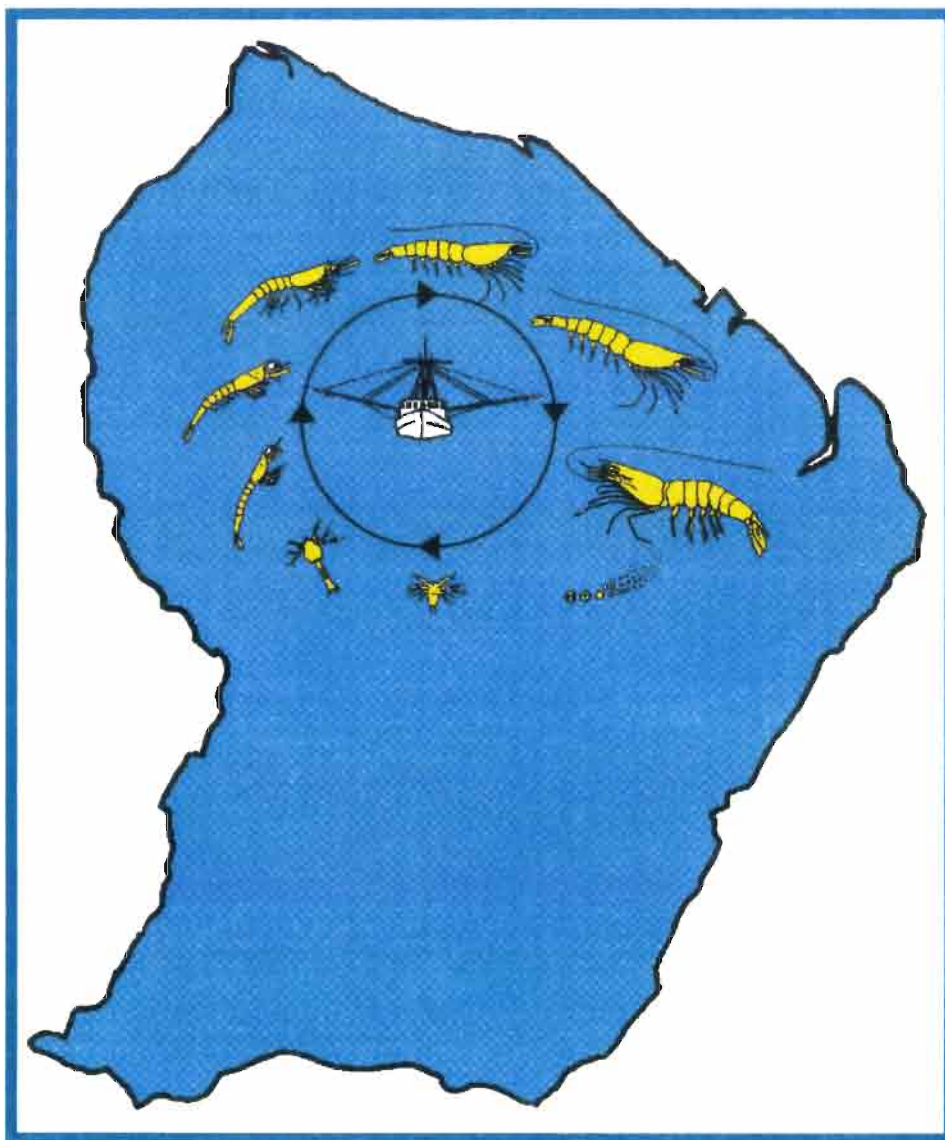


Le cycle vital et le recrutement de la crevette *Penaeus subtilis* en Guyane

par

Philippe VENDEVILLE
et
Frank LHOMME



Rapport final du contrat de convention ORSTOM-Etat-Région N° 2155

Région Guyane

Ministère de la
Recherche et de
la Technologie



Institut français
de recherche
scientifique
pour le
développement
en coopération

mars 1997

Le cycle vital et le recrutement de la crevette *Penaeus subtilis* en Guyane

par

Philippe VENDEVILLE*

et

Frank LHOMME**

** Antenne ORSTOM du Centre IFREMER de Nantes
Rue de l'Île d'Yeu
BP 21105
44311 Nantes Cedex 03*

***Centre ORSTOM de Montpellier
2051, Avenue du Val de Montferrand
BP 5045
34032 Montpellier Cedex 1*

Rapport final du contrat de convention ORSTOM-Etat-Région N° 2155

Région Guyane

**Ministère de la
Recherche et de
la Technologie**



**Institut français
de recherche
scientifique
pour le
développement
en coopération**

mars 1997

Résumé

Ce document expose les résultats de l'étude du cycle vital, du recrutement et des stades jeunes de la crevette *Penaeus subtilis* en Guyane réalisée par l'ORSTOM entre 1988 et 1994. La dynamique particulière des postlarves dans les estuaires qui se réduit à une intrusion de courte durée, est décrite et expliquée au regard des réactions comportementales des pénéidés aux facteurs environnementaux. Le recrutement des postlarves (ou prérecrutement) a lieu toute l'année sur la côte de Guyane, mais il connaît 2 à 4 périodes de renforcement ; il est plus intense dans la zone ouest. La croissance en milieu naturel est estimée ainsi que les durées qui séparent la ponte du prérecrutement et le prérecrutement du recrutement dans la pêcherie. Des expérimentations en aquarium ont donné de bons résultats ; il est possible que cette espèce présente un intérêt en aquaculture. Il est montré que les estuaires prospectés ne jouent pas le rôle de nourriceries ; celles-ci se situent sur les fonds de l'extrême frange littorale qui réunit toutes les caractéristiques d'un milieu margino-littoral propre à les abriter.

Mots clefs : Guyane / Pénéidés / *Penaeus subtilis* / Cycle vital / Postlarves / Juvéniles / Prérecrutement / Recrutement / Croissance / Nourricerie / Ecosystème côtier / milieu margino-littoral.

Resumen

Este documento expone los resultados del estudio del ciclo vital, del reclutamiento y de los estadios juveniles del camarón *Penaeus subtilis* en Guayana francesa, realizado entre 1988 y 1994 por el ORSTOM. La dinámica particular de las postlarvas en los estuarios que se presenta como un intrusión de corto tiempo, es descrita y explicada por el comportamiento de los peneidos y sus reacciones a los factores del medio ambiente. El reclutamiento de las postlarvas (prereclutamiento) ocurre durante todo el año a lo largo de la costa pero conoce entre 2 y 4 períodos con fortalecimiento ; es más intenso en la parte oeste. El crecimiento en medio natural es calculado así como las duraciones que separan la puesta del prereclutamiento y el prereclutamiento del reclutamiento en la pesquería. Experimentaciones en acuario dieron resultados buenos ; es posible que esta especie presente interés por la camaronicultura. Se muestra que los estuarios no desempeñan el papel de criaderos naturales ; aquellos se localizan sobre los fondos de la franja litoral que reúne las características de un medio margino-litoral adecuado para albergarlos.

Palabras llaves : Guayana / Peneidos / *Penaeus subtilis* / ciclo vital / Postlarvas / Juvenil / Prereclutamiento / Reclutamiento / Crecimiento / Criadero natural / Ecosistema costero / medio margino-litoral.

Abstract

A study on life-cycle, recruitment and young stages of the brown shrimp *Penaeus subtilis* was carried in French Guyana from 1988 to 1994 by ORSTOM, about. An unusual dynamics of the postlarvae was observed in the estuaries : the postlarvae entered the estuaries at flood tide and left at ebb tide, remaining in this environment only for a short time ; this phenomenon is described and explained according to the penaeids behaviour and reaction to environmental factors. The postlarval recruitment (prerecruitment) occurred all along the year on the Guyana coast, but showed between 2 and 4 enforcement periods ; it was more important in the western part. Assessments of growth in natural conditions, duration between spawning and prerecruitment and between prerecruitment and recruitment in the fishery were calculated. Experiments in aquariums gave significant results ; this species could present an interest for aquaculture. The nursery grounds are not situated in the investigated estuaries ; they are offshore on fringe bottoms where all the margino-littoral environmental favorable features exist.

Keywords : French Guyana / Penaeids / *Penaeus subtilis* / Life-cycle / Postlarva / Juvenil / Prerecruitment / Recruitment / Growth / Nursery grounds / Coastal ecosystem / margino-littoral environment.

Sommaire

1. L'environnement guyanais - généralités	11
1.1. Présentation générale	11
1.2. Le réseau hydrographique	11
1.3. Les conditions climatiques	11
1.4. Le milieu marin	12
1.4.1. Géomorphologie littorale	12
1.4.2. Géomorphologie du plateau continental	12
1.4.3. Les conditions hydrologiques	12
2. La pêche crevettière en Guyane	19
2.1. Importance de la pêcherie crevettière guyanaise - historique et évolution	19
2.2. Etudes sur les crevettes pénéides et recherche halieutique dans les Guyanes	22
2.2.1. En Guyane	22
2.2.2. Dans les pays voisins	24
2.3. Rappel du cycle biologique des crevettes pénéides	25
2.4. La problématique du programme	27
3. L'Opération d'inventaire des estuaires	29
3.1. Protocole d'échantillonnage : paramètres physico-chimiques et biologiques	29
3.1.1. Paramètres physico-chimiques	29
3.1.2. Paramètres biologiques	30
3.2. Identification des postlarves	32
3.2.1. Description des écophases	32
3.2.1.a. Phase larvaire	32
3.2.1.b. Phase postlarvaire	32
3.2.2. Distribution des tailles des postlarves de <i>Penaeus subtilis</i> capturées au filet à plancton et répartition par stades	35
3.2.3. Conclusion	36
3.3. Description des estuaires prospectés	37
3.3.1. Localisation des estuaires prospectés	37
3.3.2. Historique des prospections	37
3.3.3. Caractéristiques des fleuves et estuaires de Guyane	39
3.3.4. Description des estuaires suivis sur une longue période et localisation des stations d'échantillonnage	41
3.3.4.a. La Rivière de Cayenne (fig. 3.3.II)	41
3.3.4.b. Le fleuve Sinnamary (fig. 3.3.III)	42
3.3.4.c. Le fleuve Kourou (fig. 3.3.IV)	43
3.3.4.d. Le fleuve Mahury (fig. 3.3.V)	44
3.3.4.e. Le fleuve Organabo (fig. 3.3.VI)	45
3.4. Etude sur un cycle de marée	47
3.4.1. Observation sur un demi-cycle de marée	47
3.4.1.a. Variations des paramètres physico-chimiques	47
3.4.1.b. Variations des paramètres biologiques	51
- Abondances en postlarves	51
- Abondances en juvéniles	51
3.4.1.c. Etude du retard du pic d'abondance	53
3.4.1.d. La propagation du pic d'abondance	56
3.4.1.e. Variation de l'abondance sur un demi-cycle lunaire - rythme tidal	59
3.4.2. Observation sur un cycle de marée complet	59
3.4.2.a. Description générale - premières observations	59
3.4.2.b. Etude d'un cas particulier	66

3.4.2.c. Etude de l'intrusion des crevettes en estuaire.....	69
2.4.3. Discussion	73
3.4.3.a. Le rythme tidal et circatidal - Les variations de la pression hydrostatique.....	75
3.4.3.b. Le rythme nycthéral - La luminosité, la turbidité.....	75
3.4.3.c. La salinité - La composition chimique de l'eau.....	76
3.4.3.d. La température (variations et gradient).....	78
3.4.3.e. L'intensité et le sens du courant.....	79
3.4.3.f. La nature du substrat	79
3.4.3.g. L'abondance en nourriture	80
3.4.3.h. Conclusion : le mécanisme de l'intrusion des postlarves de <i>Penaeus subtilis</i> dans les estuaires de Guyane.....	80
3.5. Cycles annuels - variations saisonnières.....	82
3.5.1. Variations saisonnières sur 3 estuaires suivis sur plusieurs années	82
3.5.2. Choix d'un indice de prérecrutement régional.....	85
3.6. Définition d'un indice de nourricerie.....	87
3.7. Résultats sur les autres espèces	91
3.7.1. <i>Xiphopenaeus kroyeri</i>	91
3.7.2. <i>Macrobrachium</i> sp.....	91
3.7.3. <i>Nematopalaemon schmitti</i>	93
3.7.4. <i>Acetes americanus</i> (Sergestidae).....	94
3.7.5. Larves de poissons.....	95
3.8. Conclusion	95

4. L'étude des marais côtiers - Le cas du marais Sarcelle..... 97

4.1. Description du marais Sarcelle	97
4.2. Principaux résultats de l'étude biologique de 1971-72.....	101
4.2.1 Le recrutement du marais en postlarves.....	101
4.2.2. Les variations saisonnières du recrutement postlarvaire	101
4.2.3. La distribution et l'écologie des postlarves et des juvéniles dans le marais.....	102
4.2.4. La croissance.....	103
4.2.5. La tolérance aux variations des facteurs environnementaux.....	103
4.2.6. La migration en mer	103
4.2.7. La production du marais Sarcelle	103
4.2.8. Conclusion	104
4.3. Résultats de la prospection de 1994	104
4.4. Conclusions	105

5. La prospection de la frange littorale..... 107

5.1. Matériel et méthode.....	108
5.1.1. Le moyen navigant	108
5.1.2. L'engin de pêche	108
5.1.3. L'échantillonnage	108
5.1.4. Les moyens financiers et en personnel.....	110
5.2. Résultats	111
5.2.1. Bilan rapide des opérations	111
5.2.2. Facteurs géomorphologiques et physico-chimiques	111
5.2.2.a. Géomorphologie.....	111
5.2.2.b. Facteurs physico-chimiques.....	111
- la salinité	111
- La transparence	115
- La température.....	115
- le courant de surface	115
5.2.2.c. Conclusion.....	115
5.2.3. Le peuplement benthique	119

5.2.3.a. Composition faunistique.....	119
5.2.3.b. Distribution spatiale et relation avec les facteurs environnementaux	119
Analyse des fréquences de capture.....	119
Analyse des densités	122
5.2.3.c. Composition des tailles de capture - présence de nourriceries.....	136
Les crevettes.....	136
1 - <i>Penaeus subtilis</i>	136
2 - <i>Xiphopenaeus kroyeri</i>	137
3 - <i>Nematopalaemon schmitti</i>	137
Les poissons.....	137
1 - <i>Arius</i> sp.	137
2 - <i>Aspredo aspredo</i>	138
3 - <i>Bagre bagre</i>	138
4 - <i>Isopisthus parvipinnis</i>	138
5 - <i>Macrodon ancylodon</i>	138
6 - <i>Stellifer rastrifer</i>	138
5.2.3.d. Caractéristiques générales du peuplement de la frange littorale.....	147
Etude de la diversité et de la régularité.....	147
Diagramme rang-fréquence.....	147
5.2.3.e Structure du peuplement, association spécifique et distribution spatiale.....	147
Choix des variables.....	150
Résultats	151
Conclusion	158
5.3. Conclusions	160

6. Les travaux sur les juvéniles.....	161
6.1. Etudes des juvéniles du marais Sarcelle.....	161
6.2. Etudes des juvéniles capturés en estuaires	164
6.2.1. Moyens d'échantillonnage	164
6.2.1.a. le filet à plancton	164
6.2.1.b. le filet-traîneau	164
6.2.1.c. le haveneau	164
6.2.1.d. le chalut-luge.....	165
6.2.2. Résultats	166
6.2.2.a. Estuaire de la rivière Cayenne	166
6.2.2.b. Relation biométrique en estuaire	168
6.2.2.c. Evaluation de la croissance en milieu naturel	169
6.3. Expérimentations sur des juvéniles en captivité.....	170
6.3.1. Présentation.....	170
6.3.2. Matériels et technique utilisés.....	170
6.3.3. Matériel biologique.....	171
6.3.4. Suivi des animaux en captivité.....	171
6.3.4.a Premier essai	171
6.3.4.b Deuxième essai	171
6.3.4.c Troisième essai	171
6.3.5. Résultats	171
6.3.5.a. Premier essai	171
6.3.5.b. Deuxième essai.....	172
Evolution des paramètres physico-chimiques.....	172
La mortalité.....	172
La croissance.....	177
6.3.5.c. Troisième essai	181
La mortalité.....	181
La croissance.....	181
6.3.5.d. Conclusion.....	183
6.4. Etude sur les fonds de la frange littorale	185
6.5. Conclusion - Comparaison avec les observations sur des espèces voisines.....	185

7. Localisation des nourriceries	189
7.1. Les marais côtiers et les zones humides saumâtres	189
7.1.1. Relation entre la productivité et la surface des plans d'eau saumâtre.....	189
7.1.2. Relation entre la productivité et la surface occupée par les mangroves	190
7.2. L'allorecrutement.....	193
7.3. Les estuaires.....	194
7.4. La frange-littorale	194
7.5. Conclusion	198
8. Les travaux sur les subadultes et les recrues	201
8.1. Les campagnes exploratoires "ORSOM II" (1954-1958).....	201
8.1.1. Moyens et techniques opératoires.....	201
8.1.2. Résultats	201
8.1.1.a Le milieu et le peuplement du plateau continental	202
8.1.1.b les crevettes	202
8.2. Les campagnes d'évaluation japonaises (1980-1981).....	202
8.2.1. Moyens et techniques opératoires.....	204
8.2.2. Résultats	206
8.2.2.a Le peuplement et les captures accessoires	206
8.2.2.b Les crevettes	206
8.3. L'étude de la distribution spatio-temporelle de <i>Penaeus subtilis</i>	213
8.3.1. Moyens et techniques opératoires.....	213
8.3.2. Résultats	214
8.4. La campagne "Polca".....	215
8.5. Les campagnes "Nizery" (Juvecre1 et juvecre2).....	216
8.5.1. La campagne "Juvecre 1".....	216
8.5.2. La campagne "Juvecre 2".....	218
8.6. Les campagnes de l'IFREMER de 1993	219
8.6.1. Moyens et techniques opératoires.....	219
8.6.2. Résultats	221
8.6.2.a Le peuplement benthique.....	221
8.6.2.b Les crevettes	221
8.7. La campagne "Epaulard" de 1994.....	221
8.8. Conclusion	223
9. Le cycle vital de <i>Penaeus subtilis</i>.....	225
9.1. Données disponibles, choix des paramètres descriptifs des 3 phases.....	225
9.1.1. L'indice de prérecrutement.....	225
9.1.2. L'indice de recrutement dans la pêche.....	226
9.1.2.a les débarquements par classe de taille.....	226
9.1.2.b. L'effort de pêche.....	227
9.1.2.c. Choix d'un indice de recrutement	228
9.1.3 L'indice de maturation des femelles dans la pêche.....	230
9.2. Evaluation de la chronologie du cycle vital	230
9.2.1. Résultats	230
9.2.1.a. Interphase reproduction-prérecrutement.....	230
9.2.1.b. Interphase prérecrutement-recrutement.....	230
9.2.2. Discussion	230
9.2.2.a. Interphase reproduction-prérecrutement.....	231
9.2.2.b. Interphase prérecrutement-recrutement.....	233
9.3. Conclusion	234
10 les relations pêche environnement	235
10.1. Aperçu général.....	235
10.1.1. Relations avec la pluviométrie et les régimes des fleuves.....	235

10.1.1.a. La pluviométrie	235
10.1.1.b. Le régime des fleuves	236
10.1.2. Relations avec d'autres facteurs	237
10.2. Cas de la Guyane	237
10.2.1. Pluviométrie et activité solaire	237
10.2.2. Le régime des fleuves	238
10.2.3. Le régime des fleuves et la pluviométrie	238
10.2.4. Relation entre le prérecrutement et divers facteurs environnementaux	239
10.2.5. Les débits de l'Amazone et des fleuves locaux	239
10.2.5.a. L'analyse de la variabilité à moyen terme (semestre)	239
10.2.5.b. L'analyse de la variabilité à court terme (mois)	239
10.2.5.c. Discussion	240
10.3. Conclusion	240

11. Conclusions générales.....	241
---------------------------------------	------------

11.1. Bilan des résultats acquis	241
11.1.1. Méthodologie d'étude du prérecrutement en Guyane	241
11.1.2. Dynamique des jeunes crevettes dans les estuaires - l'intrusion	241
11.1.3. Distribution spatio-temporelle du prérecrutement	242
11.1.4. Croissance en milieu naturel	242
11.1.5. Croissance en captivité	242
11.1.6. Chronologie du cycle vital	242
11.1.7. Localisation des nourriceries	242
11.1.8. Relation entre le recrutement et les facteurs environnementaux	243
11.2. Spécificité de l'environnement des Guyanes	243
11.3. Proposition de recherches futures	243
11.3.1. Recherche pluridisciplinaire et pluri-organisme	243
11.3.2. Recherches sur la crevette <i>Penaeus subtilis</i>	244

Remerciements	246
----------------------------	------------

Bibliographie	247
----------------------------	------------

ANNEXES

Annexe 1 - Liste des figures	261
Annexe 2 - Liste des tableaux	269
Annexe 3 - Liste des photos	271
Annexe 4 - Références bibliographiques sur la zone côtière de Guyane	273
Annexe 5 - Termes de référence	285

1. L'environnement guyanais - généralités

1.1. Présentation générale

La Guyane française est située au nord-est de l'Amérique du Sud, dans la zone équatoriale de l'hémisphère nord, entre 2° et 6° de latitude nord et 51°30' et 54° de longitude ouest. Elle est bordée au nord-ouest par le Surinam, au sud et au sud-est par le Brésil, au nord par l'océan Atlantique.

C'est le département français le plus vaste, d'une superficie de 90 000 km² mais aussi, avec ses 142 000 habitants (estimation INSEE, 1994), le moins peuplé de tous les départements d'outre mer ainsi que de tous les départements par sa densité.

La population est pluriethnique, pluriculturelle et très jeune par rapport à la moyenne nationale. Pour 80% elle est urbaine, et occupe la plaine côtière large de 10 à 40 km et longue de 320 km, sans véritable occupation de l'intérieur du pays, couvert par la forêt primaire amazonienne. La cartographie des pôles d'activité liés au domaine maritime (fig. 1.1.I) reflète la distribution de la population sur le territoire.

1.2. Le réseau hydrographique

Le réseau hydrographique de la Guyane est très dense. Il résulte de la faible déclivité du sol et de la forte pluviométrie, responsable des débits importants de ses cours d'eau.

Les fleuves, orientés vers le nord, se distribuent en éventail et sont coupés de rapides et de sauts. Ils s'infléchissent vers l'ouest au niveau de leur embouchures.

Héritage du passé où les transports étaient maritimes et fluviaux, de nombreux bourgs sont établis à l'embouchure des fleuves et des rivières (ou criques).

1.3. Les conditions climatiques

- Le climat est de type équatorial humide, il est caractérisé par deux saisons. Ces saisons sont déterminées par le cycle des précipitations : une saison sèche de juillet à décembre et une saison humide de janvier à juin. Cette dernière pouvant être entrecoupée par une courte saison sèche au mois de mars : 'le petit été de mars' (ORSTOM-CNRS, 1979).

- La pluviosité moyenne annuelle est de 2000 à 4500 mm par an. Les deux tiers des précipitations surviennent pendant la saison sèche (fig. 1.3.I).

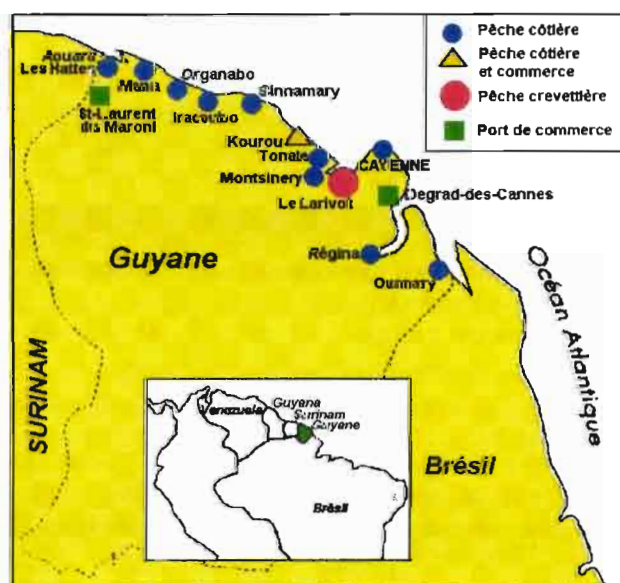


Figure 1.1.I : Cartographie des activités liées au domaine maritime en Guyane (d'après Baumard, 1996)

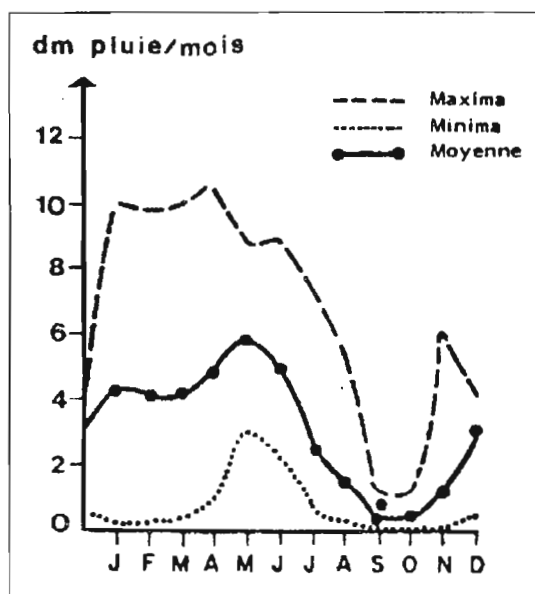


Figure 1.3.I : Pluviosité mensuelle à Rochambeau : moyennes, minima et maxima sur la période 1931-1961 (d'après Garcia *et al.*, 1984a).

- La température moyenne est de 26° à 27°C. L'amplitude thermique est faible.
- L'humidité relative est toujours supérieure à 80 %.
- La photopériode est à peu près constante tout au long de l'année.
- Selon l'époque de l'année, la Guyane est soumise au régime des alizés d'est-nord-est ou de nord-est (décembre à mai) et des alizés de sud-est (août à octobre). Les deux alizés, actionnés par les anticyclones des Açores et de Sainte-Hélène, entrent en conflit dans la zone intertropicale de convergence des Alizés (ZIC), au voisinage de l'équateur. Cette zone balaye la Guyane une première fois de novembre en février, dans son mouvement vers le sud, puis une seconde fois d'avril à juillet lorsqu'elle remonte vers le nord (fig. 1.3.II). Ces deux passages correspondent aux maxima de pluviométrie.

1.4. Le milieu marin

La région littorale de la Guyane fait partie de l'ensemble sédimentaire des trois Guyanes. Le littoral s'étend de l'embouchure de l'Oyapock, frontière avec le Brésil, à l'embouchure du Maroni, frontière avec le Surinam.

1.4.1. Géomorphologie littorale

Les côtes de la Guyane sont caractérisées par des changements morphosédimentaires très actifs (Prost, 1990). Des sédiments fins, provenant de l'Amazonie, sont transportés le long des côtes par les courants et la houle. Il en résulte un système morphodynamique spécifique avec alternance de secteurs d'accumulation (bancs de boue colonisés par la mangrove) et de secteurs d'érosion.

Poussés par les marées et les courants, les bancs de vase et les espaces interbancs migrent continuellement vers le nord-ouest ; un point de la côte est donc soumis alternativement à des phases d'envasement et des phases d'érosion.

Le littoral se trouve ainsi caractérisé par une côte basse et marécageuse, en perpétuel remaniement, occupé par la mangrove et échantonné par de nombreux estuaires de cours d'eau et de déversoirs.

La mangrove est composée principalement de palétuviers blancs (*Avicennia nitida*, Verbenacées). Dans les régions estuariennes, les palétuviers rouges (*Rhizophora mangle*, Rhizophoracées) sont prédominants (de Granville *et al.*, 1993).

1.4.2. Géomorphologie du plateau continental

La Guyane dispose d'un vaste plateau continental, d'une superficie de 48 000 km². C'est une plate forme monotone qui descend en pente douce, à raison de 1m par km (Bouysse *et al.*, 1977), d'une largeur moyenne de 80 milles (168 km), s'élargissant vers le nord-ouest. Quelques écueils sont présents (Iles du Salut, Ilets Remire, Connétables...).

La couverture sédimentaire se subdivise en trois grands ensembles (fig. 1.4.I) grossièrement parallèles à la côte :

- une bande littorale, constituée de vase souvent très fluide ("Slingmud"), bordée vers le large d'un liseré de vase silteuse qui fait la transition avec la zone suivante. La couche de vase, très fine, d'origine amazonienne, peut atteindre par endroit une épaisseur de 10 m.
- une bande de sables détritiques occupe la plus grande partie de la surface du plateau. Elle est composée de sables fins et très fins pour les deux tiers et de sables moyens et grossiers concentrés en face de l'embouchure du Maroni au large de la Pointe-Béhague et de l'Oyapock.
- les vases du talus continental, uniformes par leur granulométrie occupent la partie ouest en pente douce au-delà de l'isobathe des 100 m.

1.4.3. Les conditions hydrologiques

L'étude hydrologique du plateau continental guyanais est très fragmentaire. Les principaux résultats proviennent des mesures des campagnes de l'ISTPM¹ de juillet-août 1971 (Abbes *et al.*, 1972) et de l'Institut de Géologie du Bassin d'Aquitaine de mai-juin 1976 (Castaing et Pujos, 1976). On peut signaler également les campagnes américaines réalisées en automne 1964 et en été 1965 (Ryther *et al.*, 1967) qui ont couvert une large zone allant de l'embouchure de l'Amazonie à l'île de Puerto-Rico et la campagne récente menée en 1996 à bord du navire "Anthéa" par le laboratoire d'Océanographie physique et chimique du centre ORSTOM de Cayenne mais dont les résultats ne sont pas encore disponibles.

¹ ISTPM : Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes

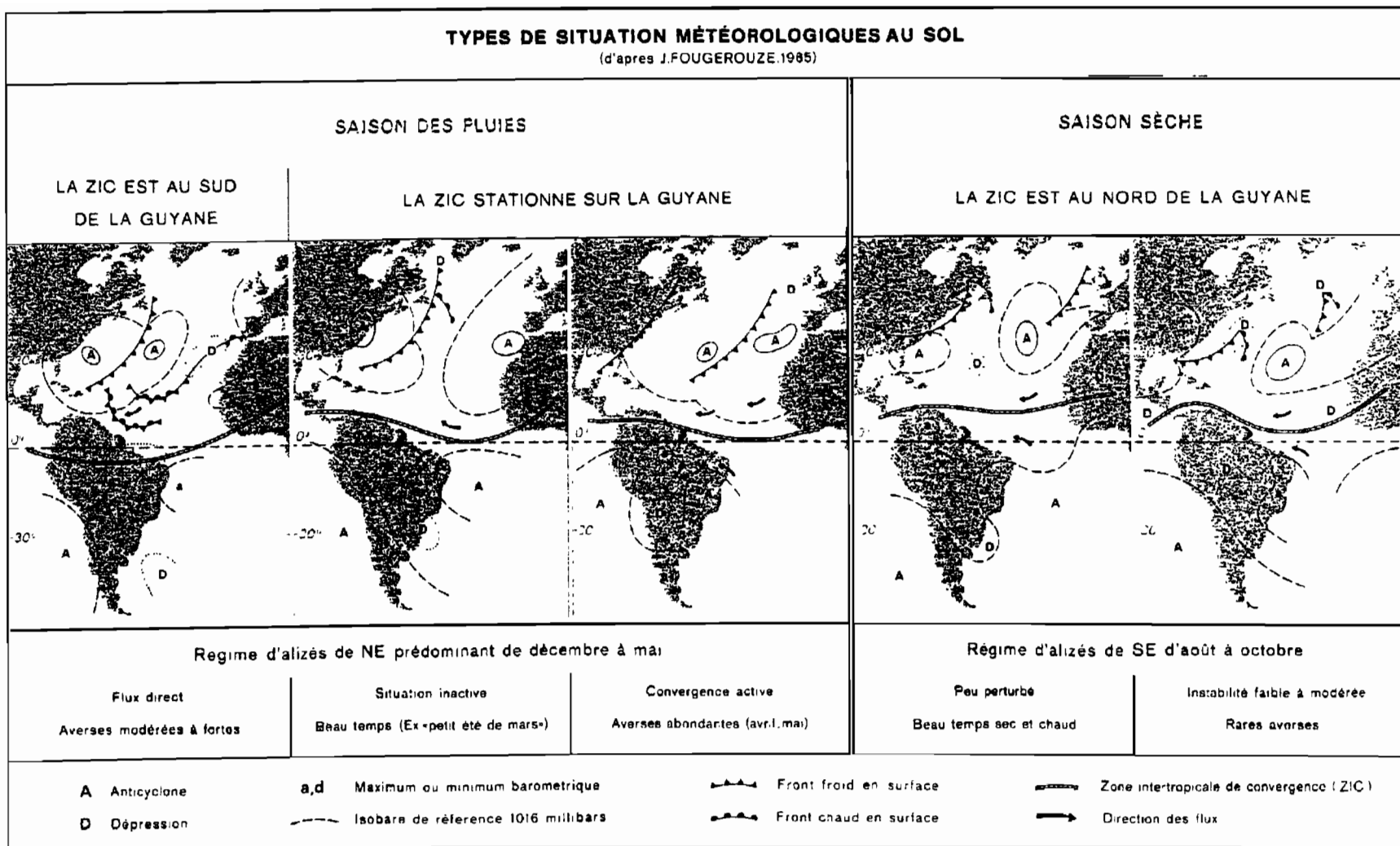


Figure 1.3.II : Types de situations météorologiques au sol en Guyane en fonction de la position de la zone intertropicale de convergence des alizés (ZIC) (d'après Fougerouze, 1965 in ORSTOM-CNRS, 1979).

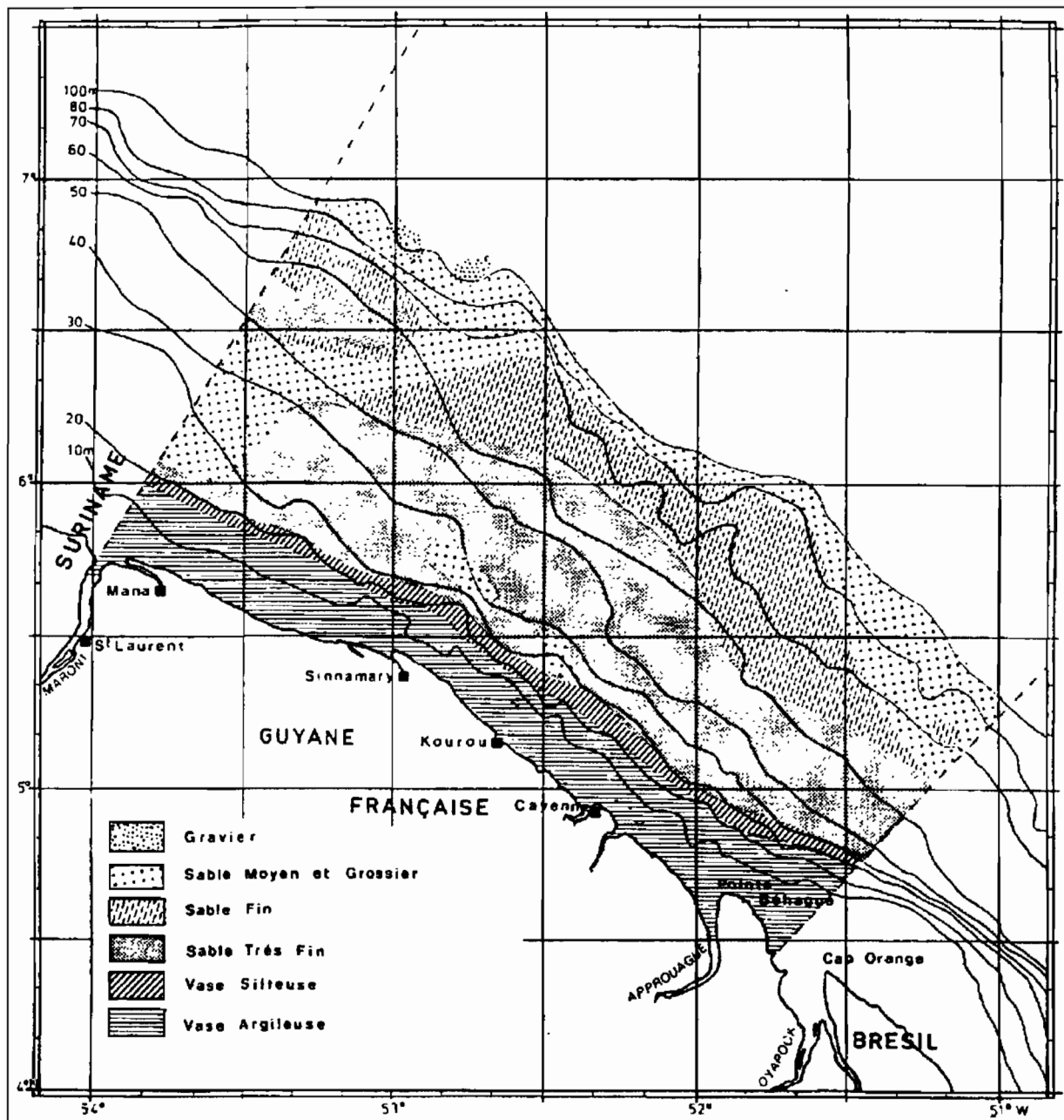


Figure 1.4.I : Couverture sédimentaire du plateau continental guyanais (d'après, Bouysse *et al.*, 1977). Graviers (2 à 20 mm) ; sable moyen et grossier (250 à 2000 μ) ; sable fin (125 à 250 μ) ; sable très fin (50 à 125 μ) ; vase silteuse (entre 50 et 90 % de particules inférieures à 50 μ) ; vase argileuse (plus de 90 % de particules inférieures à 50 μ).

Le secteur côtier, jusqu'à une profondeur de 20 m, est sous l'influence des eaux douces de l'Amazonie et des fleuves guyanais repérables par des apports terrigènes qui donnent à l'eau une turbidité élevée (fig. 1.4.II).

Les températures de surface (fig. 1.4.III) varient de 22,2° à 29,3°C (Dragovich *et al.*, 1978). La distribution verticale des températures sur le plateau continental est fonction de l'immersion de la thermocline. La configuration des isothermes de fond (fig. 1.4.IV), n'est pas stable, elle dépend de la position de la thermocline et peut être modifiée par le passage de lentilles d'eau douce d'origine amazonienne ou des fleuves locaux (Abbes *et al.*, 1972 ; Rhyther *et al.*, 1967).

La salinité de surface varie de façon anarchique sous l'effet des décharges de l'Amazonie et à un moindre degrés des cours d'eau guyanais. Ses valeurs sont comprises entre 21 et 36 ‰ (fig. 1.4.V). La distribution verticale de la salinité montre que l'influence des eaux continentales se fait

sentir sur les 10 premiers mètres. La salinité au fond serait liée à la position de la thermocline (Abbes *et al.*, 1972)

Sur un plan général, la circulation des masses d'eau au large de la côte nord-est de l'Amérique du Sud et sur le plateau continental des Guyanes ((fig.1.4.VI) apparaît comme complexe : les tourbillons ou vortex et les mini-upwellings sont nombreux. Le courant sud-équatorial se divise en deux branches. L'une d'elle se dirige vers le sud pour former le courant du Brésil, l'autre remonte la côte d'Amérique du Sud vers les Antilles et constitue le courant des Guyanes qui présente deux branches principales ; l'une côtière et sub-côtière, se dirige vers le nord-ouest ; l'autre circule plus au large, au delà du plateau continental. Le courant de Guyane est caractérisé par une forte variabilité inter et entra-annuelle. Il varie en intensité et direction selon les lieux et dans le temps, suivant les saisons ou même parfois, l'heure de la journée (Durand, 1960). Cette forte variabilité saisonnière résulterait de la distribution des vents au large. Penant l'hiver boréal, le courant, alimenté par les eaux du large, est fort (120 cm/s en surface) et se fait sentir jusqu'à 200 m en profondeur. Il porte au nord-ouest et permet aux eaux en provenance de l'Amazonie d'atteindre la mer des Caraïbes. Il s'affaiblit pendant l'été ; son extension verticale est également moins importante, il agit jusqu'à 100 m de profondeur. Suite au déplacement de la ZIC, il subit une "rétroflexion" vers le large, au niveau du talus continental. Cet effet de rétroflexion du courant de surface (avril à juin) est responsable de la présence de lentilles d'eau douce très au large (Colin et Bourles, 1993). Les courants de marée (fig. 1.4.VII) sont marqués par l'influence du Courant Sud Equatorial dont une branche de direction nord-ouest forme le courant des Guyanes. Ils sont donc unidirectionnels vers le nord-ouest (315°). et d'intensité élevée mais variable d'une zone à l'autre, leur vitesse variant de 1 à 5 noeuds. Les courants de fonds sont de direction variable, souvent opposée à celle du courant de surface (Castaing et Pujos, 1977).

Les marées sont de type semi-diurne avec une amplitude s'échelonnant de 1,20 m en mortes eaux et de 2,80 m en vives eaux. Sur la zone côtière, la pente très faible permet aux marées de faire sentir leur action très loin à l'intérieur des terres (de 70 à 90 km vers l'amont). Dans les zones estuariennes, le jeu incessant du flot et du jusant, entretenant l'oscillation de masses d'eaux importantes, approfondit le lit du fleuve. Les fonds peuvent atteindre 10 m avant la barre, alors qu'au-delà en mer ils sont parfois inférieurs à 1 m.

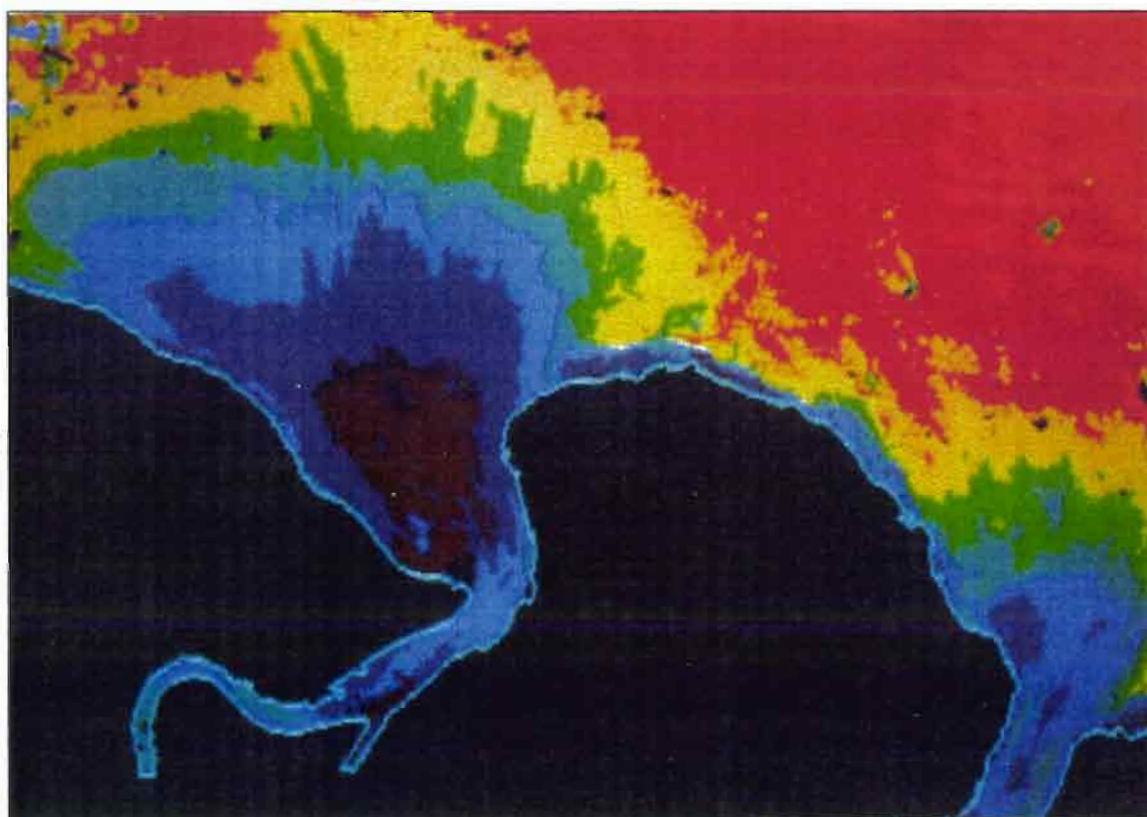


Figure 1.4.II : Embouchures de la Rivière Cayenne et du fleuve Mahury. Image satellite SPOT du 20 novembre 1986, mettant en évidence les panaches d'eaux turbides par remise en suspension des vases amazoniennes (d'après Lhomme, 1991).

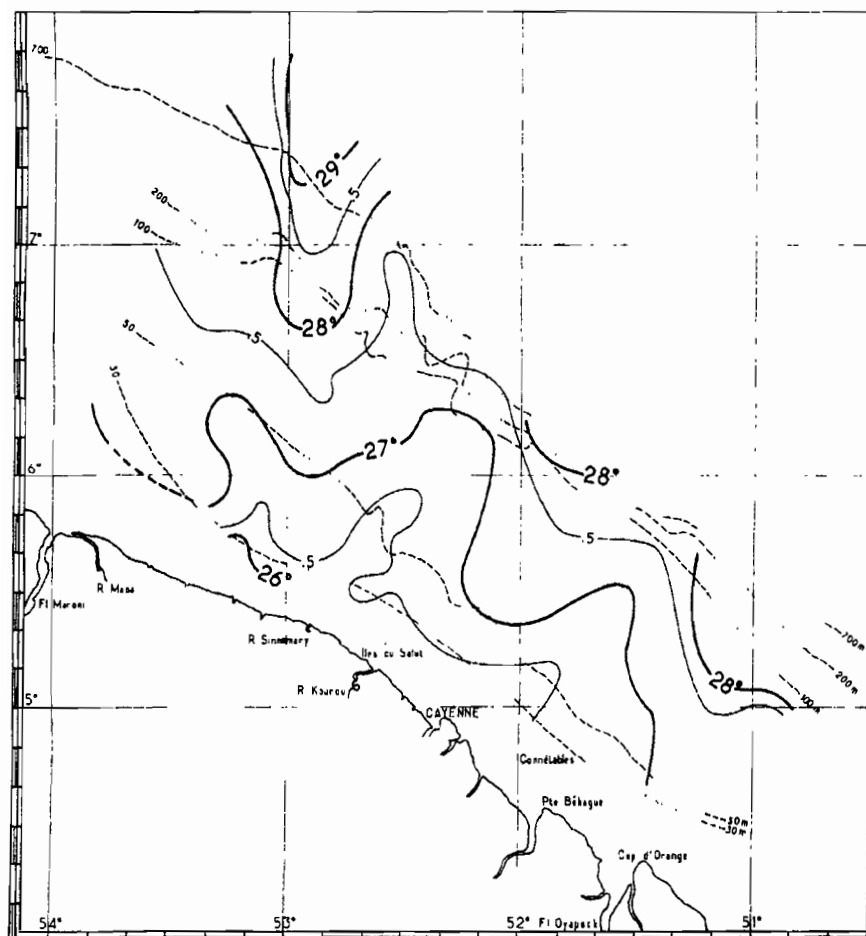


Figure 1.4.III : Tracé des isothermes de surface - Campagne de la "Thalassa", 8 juillet - 8 août 1971 (d'après Abbes *et al.*, 1972).

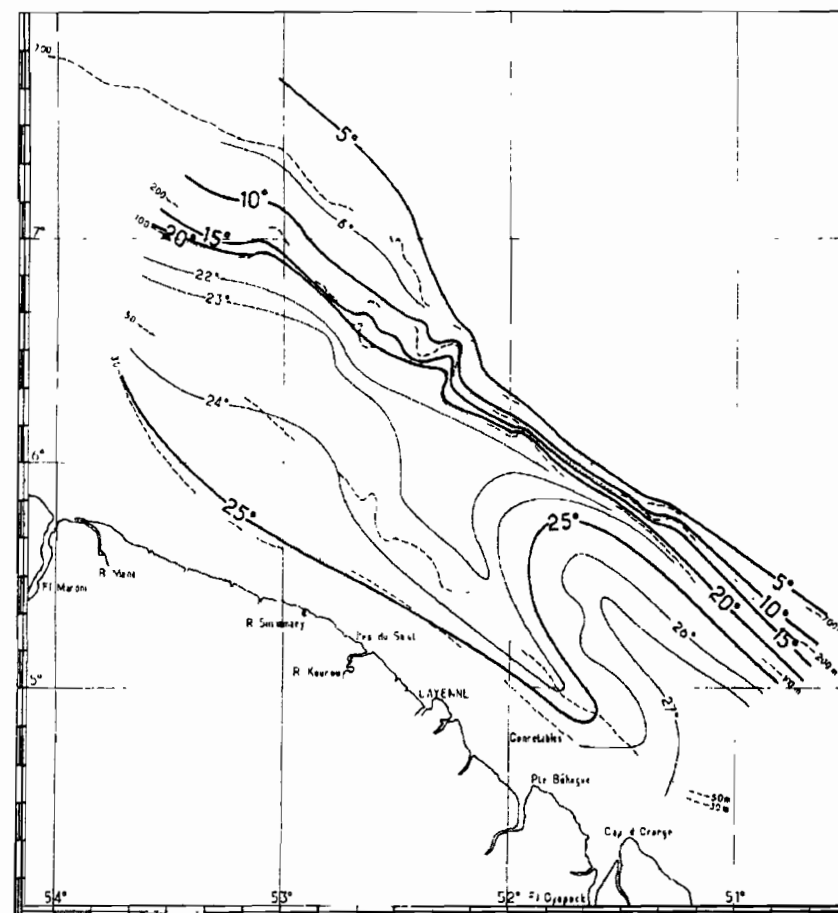
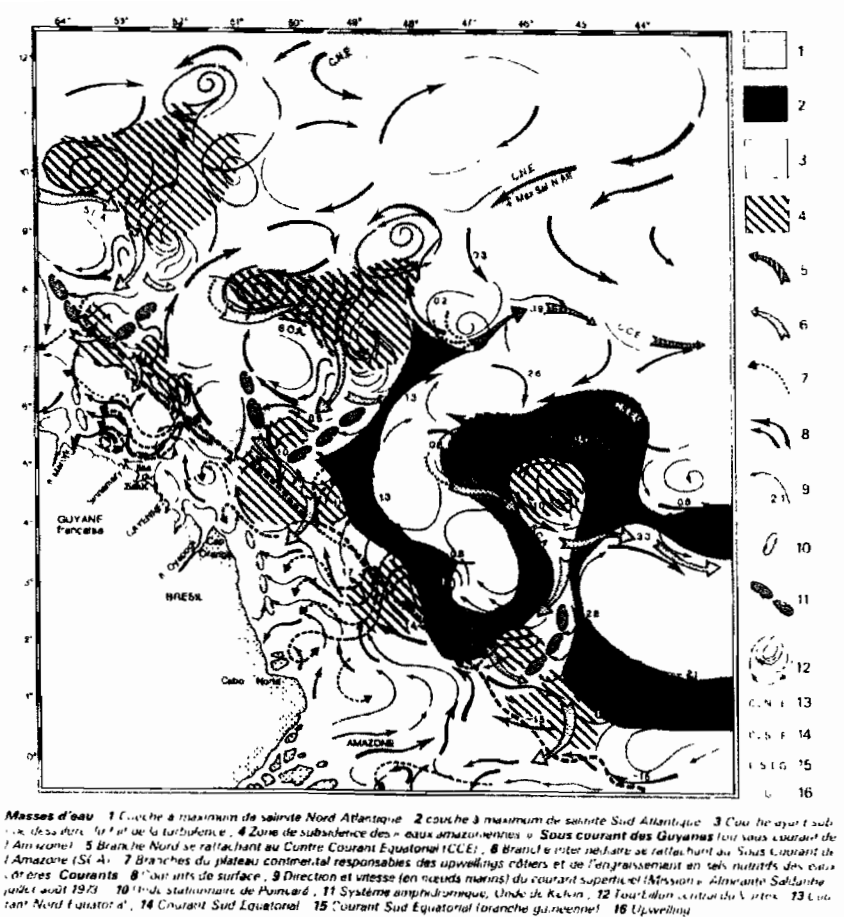
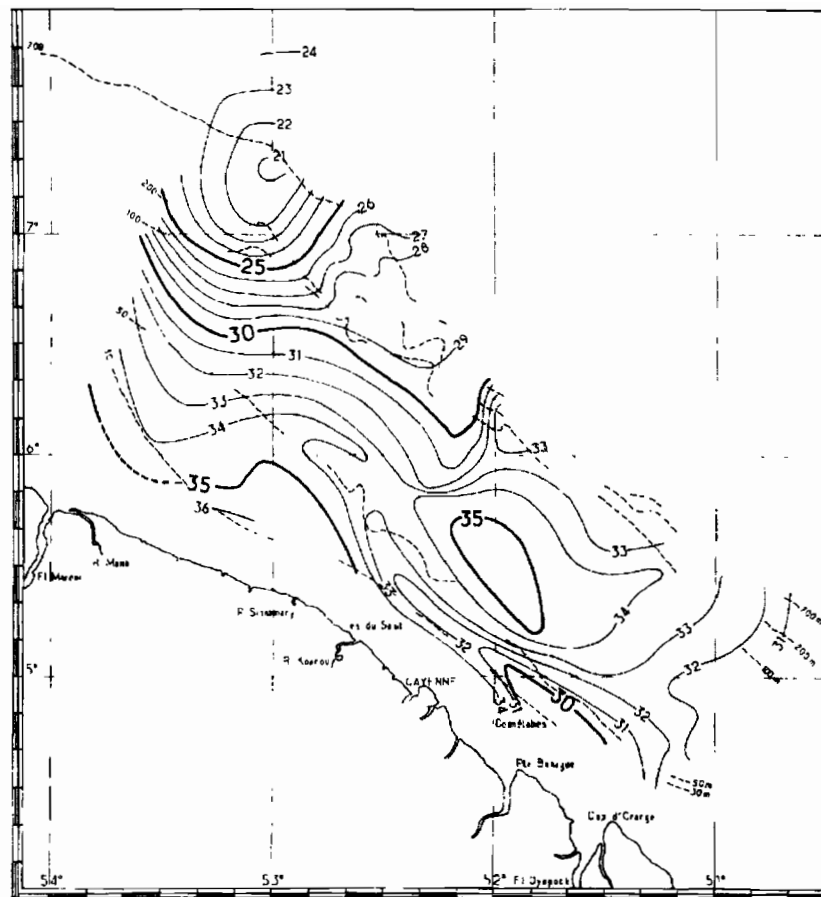


Figure 1.4.IV : Tracé des isothermes de fond - Campagne de la "Thalassa", 8 juillet - 8 août 1971 (d'après Abbes *et al.*, 1972).



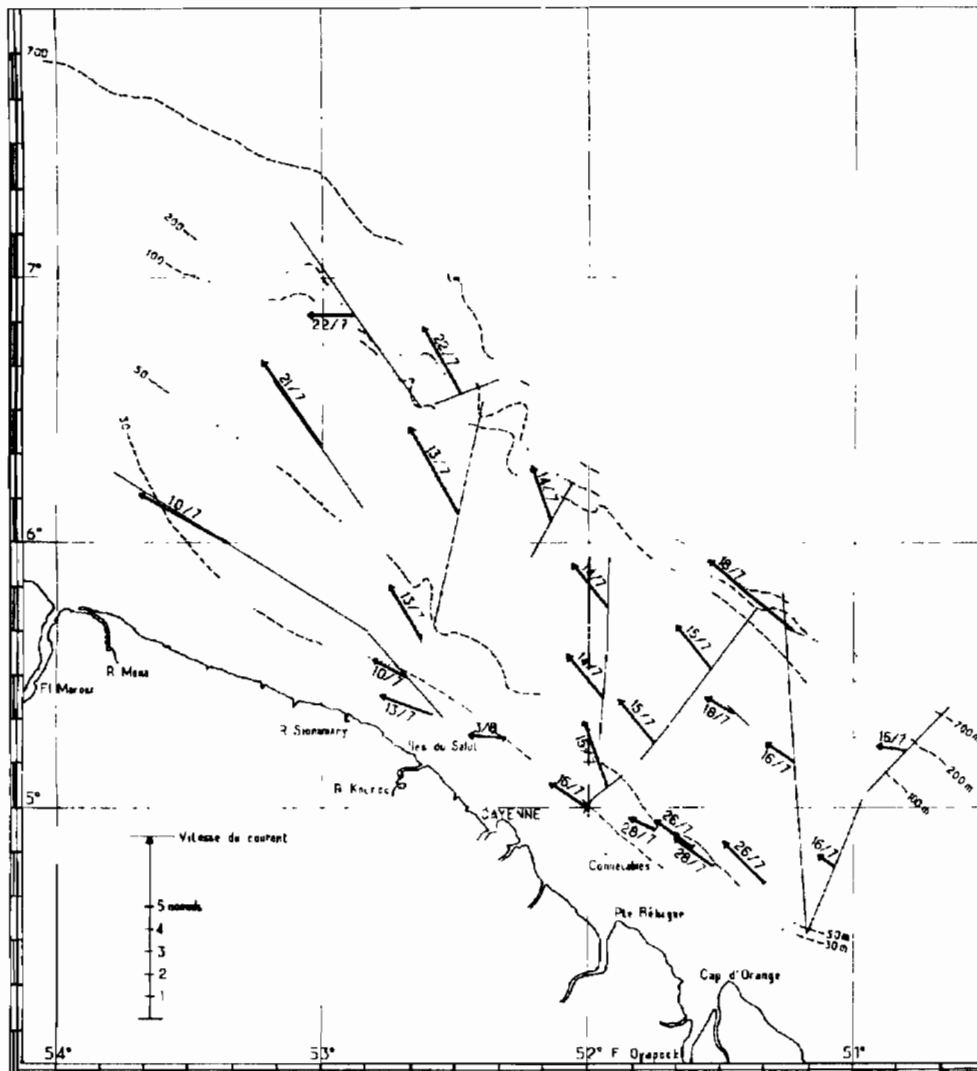


Figure 1.4.VII : Directions et intensités des courants de surface - Campagne de la "Thalassa", 8 juillet-8 août 1971 (d'après Abbes *et al.*, 1972).

L'écosystème côtier guyanais apparaît original de par sa situation climatique et géographique et de sa proximité de l'Amazonie; ce fleuve représente une décharge d'eau douce de $5,2 \cdot 10^{12} \text{ m}^3$ annuelle, soit $230\,000 \text{ m}^3/\text{s}$ ou 20 % de la décharge totale d'eaux continentales du monde et $2 \cdot 10^9$ tonnes de sédiments rejetés par an (Dessier, 1990).

De nombreuses campagnes océanographiques ont mis en évidence la richesse et la haute productivité de son écosystème benthique.

2 La pêche crevettière en Guyane

2.1. Importance de la pêcherie crevettière en Guyane - historique et évolution

La pêche crevettière constitue la première ressource économique de la Guyane, c'est le secteur le plus important de la pêche guyanaise (fig.2.1.I). Les débarquements sont en moyenne de 4000 tonnes par an (fig.2.1.II), la production est destinée à l'exportation (fig.2.1.III), elle représente en moyenne une valeur de 300 millions de francs par an.

Les captures des crevettes sont constituées de deux espèces de pénéidés : *Penaeus brasiliensis* et *Penaeus subtilis*, cette dernière, sous l'appellation de "brown shrimp", représente l'essentiel des débarquements des dernières années (fig.2.1.IV).

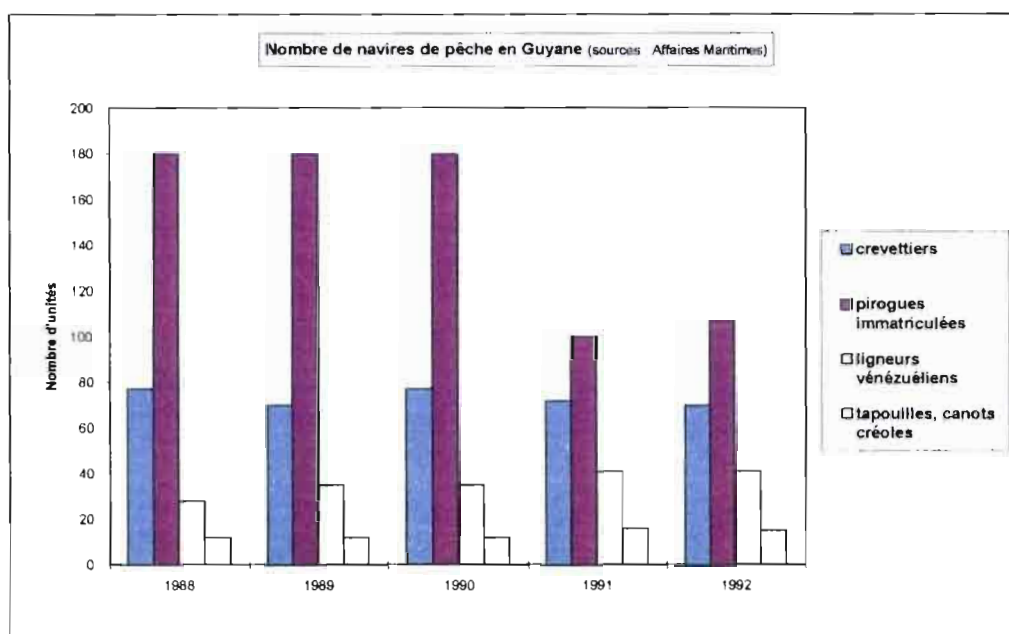


Figure 2.1.I : Comparaison des différents secteurs de la pêche guyanaise par le nombre d'embarcations inscrites aux Affaires Maritimes de Cayenne.

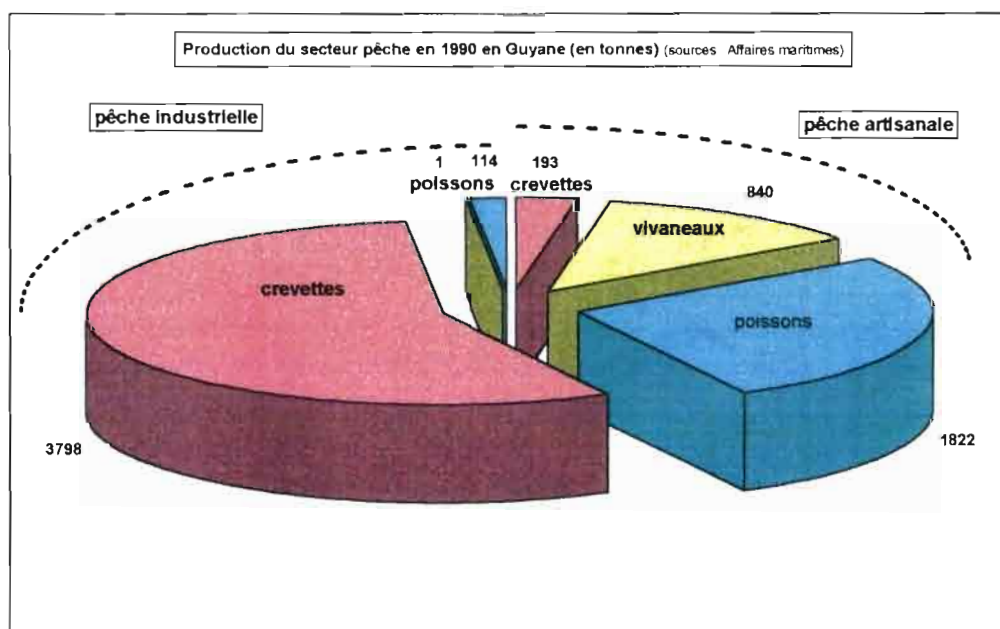


Figure 2.1.II : Comparaison des divers secteurs de la pêche guyanaise d'après le volume de leurs débarquements en 1990.

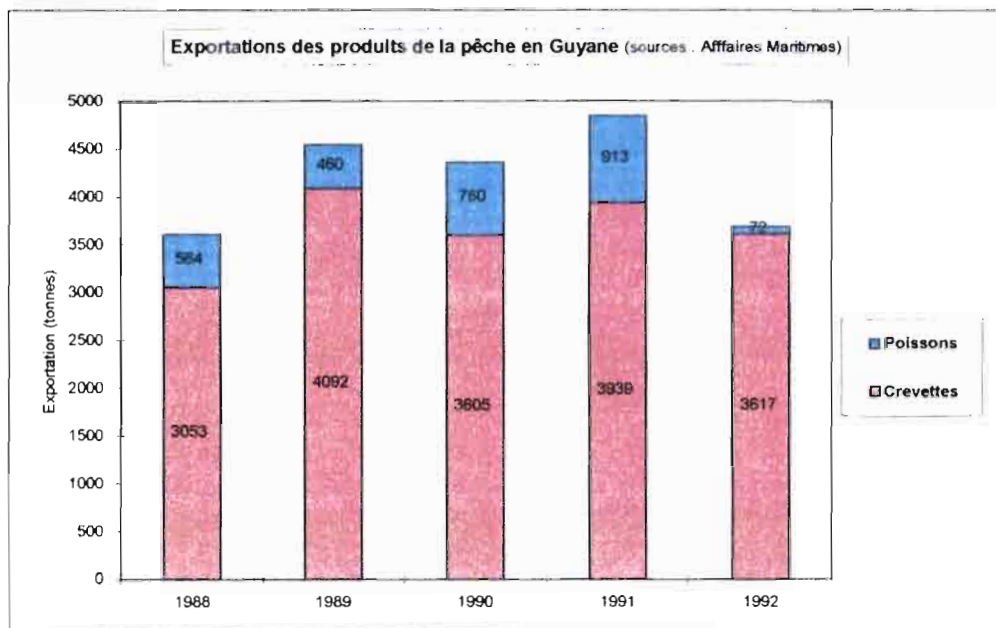


Figure 2.1.III : Comparaison des volumes exportés entre 1988 et 1992 dans les secteurs de la pêche au poisson (vivaneaux) et à la crevette en Guyane

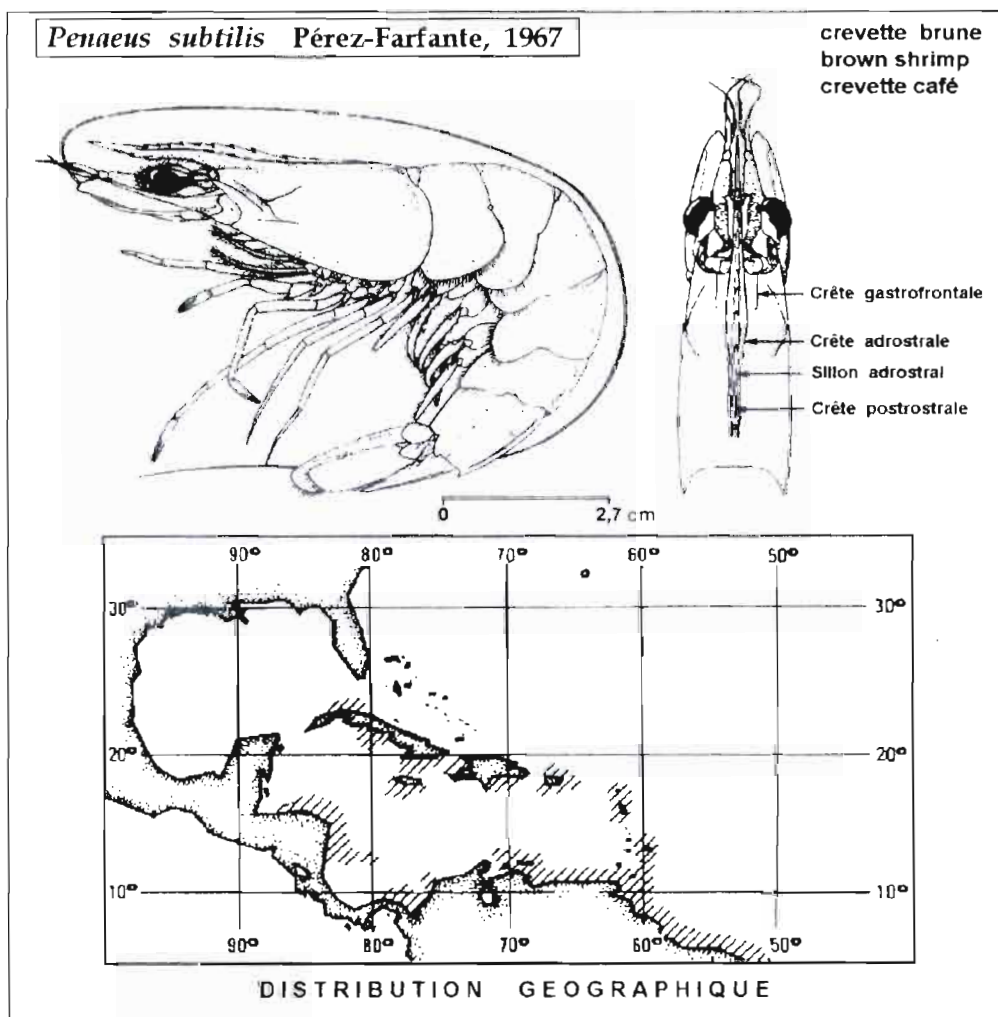


Figure 2.1.IV : Silhouette de la crevette *Penaeus subtilis* adulte, principaux caractères de différenciation de l'espèce et zone géographique de distribution en Atlantique centre-ouest. (d'après Pérez-Farfante in FAO, 1978).

La pêche crevettière guyanaise a été décrite par divers auteurs, en particulier : Morice et Warluzel, 1968 ; Venaille, 1979 ; Vendeville, 1984 ; Dintheer et Rosé, 1989a. Sans entrer dans les détails, on peut dégager quelques étapes importantes de son évolution :

- à partir de 1961, débute l'exploitation en Guyane par les américains. Ils sont rapidement rejoints par des japonais et des coréens.
- de 1960 à 1970, les pêcheries industrielles de crevettes s'étendent à l'ensemble de la côte sud-américaine.
- en 1970, la fermeture des eaux territoriales brésiliennes s'étend à la ZEE².
- entre 1970 et 1978, les pays riverains ferment à leur tour les eaux de leur ZEE (en 1977, dans le cas de la Guyane).
- en 1978, on assiste à l'arrivée timide en Guyane des premiers crevettiers français, mais c'est à partir de 1981 que commence à se développer le premier armement français concurrentiel de la pêche américaine-japonaise. Le mouvement sera suivi par de nouveaux investisseurs français à partir de 1984 et ne cessera de progresser jusqu'en 1990.
- de 1978 à 1991, les crevettiers américains dont les licences ne sont pas renouvelées quittent progressivement la Guyane ; ce mouvement s'accompagne du départ d'une partie des crevettiers japonais, le reliquat étant francisé en 1986 ; le nombre de bateaux français augmente jusqu'à constituer la totalité de la flottille crevettière en février 1991. L'exploitation des stocks de crevettes profondes, *Plasiopenaeus edwardsianus* (Scarlet prawn) et *Solenocera acuminata* (Orange shrimp), commence.

L'évolution historique étant décrite, certaines remarques importantes s'imposent :

- les statistiques de pêche disponibles jusqu'en 1978 ne peuvent être utilisées qu'au niveau d'un modèle global régional car le pays où ont été pêchées les crevettes n'est en général pas précisé ; par exemple un crevettier pouvait débarquer à Cayenne des crevettes pêchées au Brésil.
- la pêche actuelle est une pêche CEE ne comportant actuellement que des navires français dont le nombre est volontairement limité à environ 75. Un quota de prises est fixé chaque année ; d'autres mesures telles que l'interdiction de la pêche dans les fonds de moins de 30 m sont à l'étude.
- dans la période d'exploitation où coexistaient les 3 nationalités, bien que les caractéristiques des navires soient très voisines, des différences très importantes existaient au niveau des stratégies de pêche, les japonais recherchant préférentiellement *Penaeus brasiliensis* ; au niveau des rendements : par exemple en 1986 ils étaient de 141 kg/ jour de mer chez les américains, de 161 chez les français et de 208 chez les japonais ; ceci étant en grande partie lié à la différence de qualification des équipages ; au niveau des conditionnements, les crevettes pouvant être commercialisées entières ou en queues, en catégories de tailles commerciales différentes, ce qui pose des problèmes pour la reconstitution de la population pêchée à partir des échantillonnages en usine et des statistiques de pêche. Une évolution dans les rejets existe également mais est très mal connue, le seul travail réalisé dans ce domaine est celui de Vendeville, 1984. Dans la période récente (1989-1991), on assiste à la multiplication des armements, le nombre des usines de traitement passant de 1 à 3 (PIDEG, CFP, GUYAPECHE), cependant que leur rôle diminue par rapport au passé car l'essentiel du tri et du conditionnement des crevettes est maintenant réalisé en mer.
- il faut enfin signaler depuis la francisation de la flottille crevettière, des difficultés conjoncturelles diverses : coût du carburant, concurrence de la crevette d'élevage de Colombie et d'Equateur.

La figure 2.1.V illustre ce résumé ; elle montre l'évolution de 1968 à 1993 des prises, efforts de pêche et rendements (cpue³) des crevettiers basés à Cayenne. On peut y observer d'une part les conséquences de la fermeture de la ZEE du Brésil, d'autre part 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. Les variations de l'effort de pêche, peu importantes, ne permettent pas d'expliquer ces fluctuations. Le cycle vital très court des crevettes pénéides (maturité à 5 mois et durée de vie maximale de 2 ans) peut conduire le stock à répondre rapidement à des variations dans l'intensité de l'exploitation par pêche. Mais on peut penser plutôt 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 vital sont habituellement soumis à de fortes variations des conditions du milieu qui déterminent leur survie et par la suite les résultats de la pêche (Witzell et Allen, 1983 ; Garcia *et al.*, 1984 a et b). Les stades précoces du cycle sont mal connus en Guyane. Des études sur la

² ZEE : Zone d'Exclusivité Economique.

³ cpue : Capture par unité d'effort

localisation des nourriceries, les variations d'abondance, la durée des stades et des écophases ont donc été entreprises par l'ORSTOM.

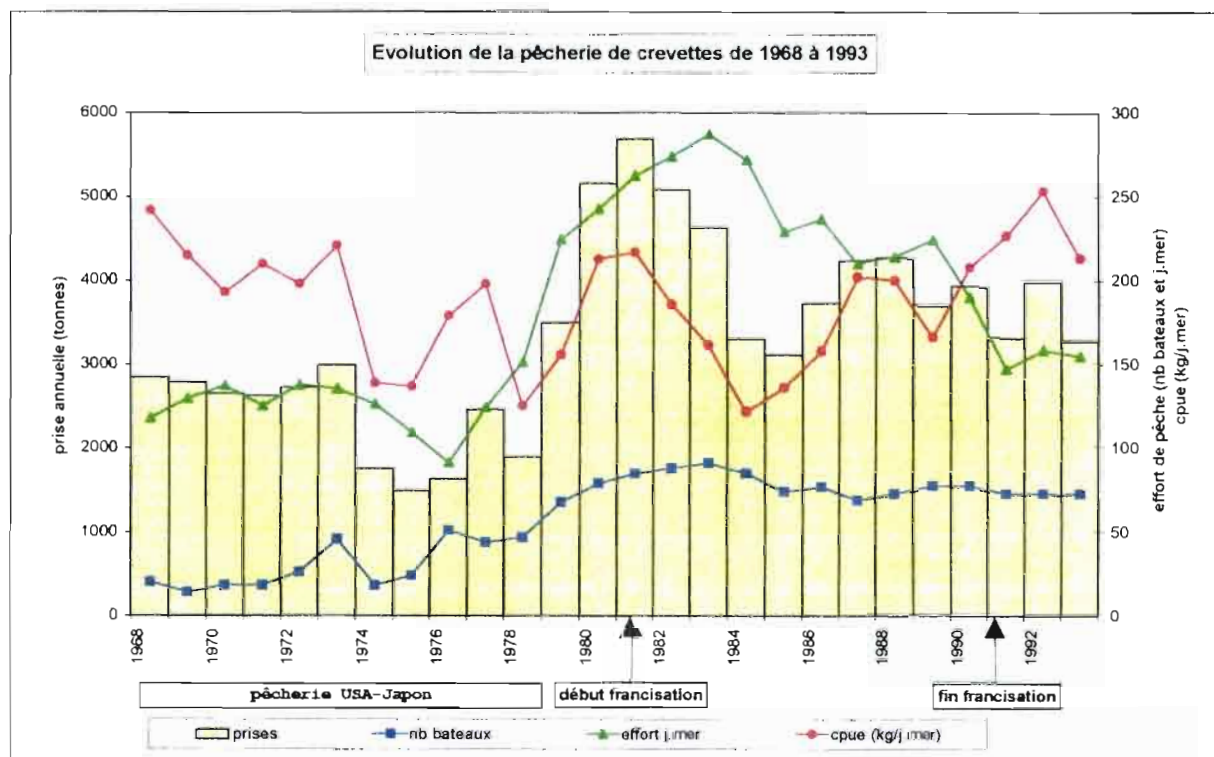


Figure 2.1.V : Historique de la pêche crevettière basée en Guyane de 1968 à 1993. Les principaux paramètres utilisés dans le suivi halieutique sont représentés.

2.2. Etudes sur les crevettes pénéidés et recherche halieutique dans les Guyanes

Il n'est pas possible de retracer l'historique des études sur les crevettes pénéidés exploitées en Guyane et de montrer son importance sans traiter de celui de l'ensemble de la recherche halieutique dans le département et les pays avoisinants.

Les références bibliographiques ne sont pas exhaustives. Pour une grande partie, elle sont extraites du document "Bibliographie Guyane et pays voisins, thèmes pêche, hydrologie, sédimentologie" (Lhomme, 1992), mise à jour qui figure intégralement en annexe 5.

2.2.1. En Guyane

Dans le département, plusieurs organismes de recherche français ont participé à l'acquisition des connaissances sur les ressources biologiques marines :

- l'ISTPM (Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes), devenu après fusion avec le CNEXO (Centre National d'Exploitation des Océans) en 1984 l'IFREMER (Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer).
- l'ORSOM (Office de Recherche Scientifique d'Outre-Mer) devenu par la suite l'ORSTOM (Office de Recherche Scientifique et Technique d'Outre-Mer) qui garde le même sigle mais change d'intitulé en 1984 (Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération).
- l'INRA (Institut National de Recherche Agronomique).

Des laboratoires étrangers ont également activement contribué aux recherches halieutiques sur les stocks de crevettes qu'exploitaient leurs flottilles :

- le laboratoire américain NMFS (National Marine Fisheries Service) de Miami.
- le centre de recherche japonais JAMARC (Japan Marine Resources Research Center).

On pourra se reporter à une compilation bibliographique volontairement restreinte aux travaux effectués en Guyane française, qui a été établie à la suite de la réunion de travail du chantier PNOC⁴-Guyane des 2 et 3 octobre 1996 (Annexe 4).

⁴ PNOC : Programme National d'Océanographie Côtière.

On notera que les travaux des cinquante dernières années ont essentiellement intéressé la ressource crevette.

- Les premiers pas de la recherche halieutique en Guyane remontent à **1949**, lorsque Puyo (1949) présente le premier inventaire faunistique qu'il a dressé à partir des débarquements de la pêche artisanale littorale.

- On assiste quelques années plus tard, de **1955 à 1960**, à une époque de prospections des ressources chalutables sur le plateau des Guyanes qui s'accompagnent d'incitations à l'exploitation de la ressource crevette. En Guyane, les travaux sont menés par **Durand** (1955a, 1955b et surtout 1960) au moyen de campagnes de chalutage à bord du navire "ORSOM II" ; une étude du peuplement benthique et des ressources en crevettes des fonds compris entre 15 et 100 m en constitue le résultat. Les américains s'investissent également ; les prospections au nord de l'Amérique du Sud accompagnent l'extension de la pêche industrielle de crevettes américaine à partir du golfe du Mexique. Ce sont les travaux de Lindner (1957), de Bullis et Thomson (1959) à partir des campagnes du navire "Orégon".

- de **1960 à 1980**, on assiste à l'implantation et au développement de la pêche de crevettes américaine des Guyanes qui a pour bases Georgetown, Paramaribo, Cayenne et Belem. Vont s'y greffer des armements japonais et coréens. L'extraterritorialité de la pêche entraîne un suivi scientifique de la ressource par les pays qui l'exploitent, les USA et le Japon, dans le cas de la Guyane française, au moyen d'enquêtes auprès des professionnels et éventuellement de campagnes d'évaluation comme les campagnes "Orégon" (Naidu et Boerema, 1972 ; Cummins et Jones, 1973 ; Jones et Dragovich, 1973, 1974a, 1974b, 1977 ; Jones et Villégas, 1980a, 1980b ; Dragovich *et al.*, 1978 ; Dragovich, 1981 ; Wise, 1976 ; Boerema, 1980 ; Stevenson, 1981 ; Dragovich et Coleman, 1983 ; Villégas et Dragovich, 1984.). Quand émerge, au début des années 1970, le concept de ZEE, la France, avec le laboratoire de l'ISTPM et l'ORSTOM dans une moindre mesure, prend en charge le suivi de la ressource crevette du plateau continental guyanais (Fourmanoir, 1967 ; Morice et Warluzel, 1968 ; Sanite, 1968 ; Rossignol, 1978 ; Venaille, 1979). En 1971, l'ISTPM organise une campagne d'évaluation des ressources benthiques, d'hydrologie et de sédimentologie avec le navire "Thalassa" (Abbes *et al.*, 1972). Pendant cette période quelques autres actions de recherche sont menées dans le but de développer et de diversifier le secteur de la pêche ; en particulier des projets d'aquaculture de pénéidés conduisent l'ORSTOM à étudier le marais Sarcelle près de Mana, où une nurserie continentale de *Penaeus subtilis* est mise en évidence (Rossignol, 1970, 1972a, 1972b, 1972 c ; Garcia, 1972) ; cette étude, poursuivie de 1970 à 1971, fournit des informations très précieuses sur les écophases des stades jeunes de l'espèce, mais les projets de fermes aquacoles ne verront pas le jour, faute d'infrastructures dans le département et à cause du coût élevé de la main d'œuvre. Des études sont également menées sur l'ostréiculture (Bonnet *et al.*, 1975a ; Lemoine et Rosé, 1977 ; Rosé et Dintheer, 1986) et sur la pêche à la crevette côtière, la sea-bob, (Bonnet *et al.*, 1975b) ainsi qu'une étude ponctuelle sur le microplancton (Paulmier, 1993).

- De **1980 à 1984**, le suivi de la pêche crevette et de l'évaluation de la ressource sont assurés par la France (Estève, 1981), essentiellement par l'ISTPM, la JAMARC continuant le suivi de la pêche japonaise (Kawahara, 1983a). La réglementation de la ZEE devient effective dans la région. Une structure de coopération régionale se met en place, la COPACO⁵ (ou WECAFC⁶) sous l'égide de la FAO⁷, qui s'implique dans la réflexion sur la gestion de la ressource dans la grande région (WECAFC-COPACO, 1981, 1983a, 1983b). Un programme ambitieux de campagnes de chalutage japonaises sur le Surinam et la Guyane avec pour objet l'évaluation des stocks de crevettes est mené de 1980 à 1982 (Lemoine et Abbes, 1981 ; Inada *et al.*, 1983a, 1983b, 1983c, Kawahara, 1983b, Kawahara *et al.*, 1983). Il permet d'établir un inventaire faunistique (Aizawa *et al.*, 1983 ; Takeda et Okutani, 1983). Les prévisions alarmistes sur les ressources marines mondiales conduisent à se préoccuper des rejets des captures accessoires ; les données recueillies pendant les campagnes japonaises permettent d'en évaluer l'importance, d'appréhender les conséquences sur l'écosystème et d'approfondir les connaissances sur les communautés benthiques (Lemoine *et al.*, 1982 ; Lemoine, 1983 ; Vendeville, 1984). Les campagnes japonaises vont s'intéresser également aux ressources en crevettes profondes du talus continental (Jamar, 1984, 1987) et des essais de chalut à poissons serviront à évaluer le stock benthique exploitable (Ladurelle, 1982). Des investigations sont

⁵ COPACO : Commission des Pêches pour l'Atlantique Centre Ouest.

⁶ WECAFC : Western Central Atlantic Fishery Commission.

⁷ FAO : Food Agricultural Organization, organisme non gouvernemental dépendant de l'ONU.

entreprises sur les pêcheries artisanales (Dragovich et Villégas, 1983 ; Ben-Ouada, 1983 ; L'Hostis, 1980).

- La période de **1984 à 1994** est la phase de francisation progressive de toute la flottille crevette. La stratégie de pêche change, les captures de crevettes de petites tailles augmentent. La crevette pénétrée a des difficultés à se faire une place dans le marché européen, le secteur connaît alors une crise à partir de 1990. La recherche halieutique dans son approche de la gestion de la pêche intègre l'étude du recrutement, de son déterminisme ; c'est à cette époque que se met en place la limite de pêche à l'isobathe des 30 m. Les facteurs économiques sont intégrés dans les analyses. Des modèles structuraux et bio-économiques sont donc développés (Garcia *et al.*, 1984a, 1984b ; Le Cabellec, 1984 ; Cavalcante et Dragovich, 1985 ; Le Brun et Lemoine, 1985 ; Dintheer, 1986a ; Dintheer et Rosé, 1986, 1988, 1989a, 1989b ; Dintheer et Le Gall, 1988 ; Dintheer *et al.*, 1988, 1989 ; Gilly et Cochet, 1988a, 1988b ; Kawahara, , 1985, 1989a, 1989b ; WECAFC-COPACO, 1989 ; Béné, 1995, 1996 ; Moguedet, 1993a, 1993b, 1995a ; Béné et Moguedet, 1993, 1995 ; Béné *et al.*, 1994 ; Sépia, 1991). Des techniques nouvelles sont testées pour mieux suivre l'exploitation de la ressource, comme le système Argos (Dintheer et Duvivier, 1985a, 1985b, 1986 ; Duvivier *et al.*, 1985 ; Dintheer *et al.*, 1987a, 1987b, 1989). Le cycle vital de *Penaeus subtilis*, l'espèce prédominante dans les débarquements, est mal connu ; son étude est confiée à l'ORSTOM (Lhomme, 1989, 1991, 1992 ; Lins Oliveira et Lhomme, 1993 ; Vendeville, 1993a, 1993b, 1994 ; Kapp, 1992 ; Ledouble, 1992 ; Verdier, 1992 ; Amouroux et Le Chartier, 1993 ; Bertrand, 1994 ; Lecour Grandmaison, 1995 ; Travassos, 1994), qui mènera également une étude de la crevette *Xiphopenaeus kroyeri* (Lins Oliveira, 1991) ; c'est dans le cadre de cette étude que la première prospection des fonds de la frange littorale a lieu et qu'une analyse de son peuplement benthique est effectuée (Vendeville, 1995). A cette époque se met également en place l'activité rizicole à l'ouest du département, dans la région de Mana (Dintheer *et al.*, 1985 ; Dintheer, 1986b). L'étude de la distribution et du peuplement benthique des espèces constituant les captures accessoires des crevetiers est réactualisée (Nérini, 1994). En marge de la problématique crevette, d'autres études sont abordées : celle des stocks de vivaneaux rouges *Lutjanus purpureus* sur les accores dont la pêche se développe (Prévost, 1989 ; Prévost *et al.*, 1989 ; Pérodou, 1994 ; Moguedet, 1995b) et celle des crevettes profondes du talus continental, *Plesiopenaeus edwardsianus* et *Solenocera acuminata* (Guéguen, 1991a, 1991b). L'INRA procède à quelques investigations sur l'écosystème aquatique continental et margino-littoral (Le Bail *et al.*, 1984a, 1984b, 1984c ; Rojas-Beltran, 1984, 1986 ; Boujard *et al.*, 1988 ; Planquette *et al.*, 1996).

2.2.2. Dans les pays voisins

Un certain nombre de travaux qui ont concerné la pêche des Guyanes, intéressant plusieurs pays dont la Guyane Française, ont été mentionnés précédemment. Seules seront citées ici, les principales études effectuées dans les pays voisins présentant un caractère strictement régional. A ce propos le rôle confédérateur qu'a joué le COPACO (WECAFC) dans l'évolution de la recherche halieutique de la grande région doit être également souligné.

- Travaux au Surinam

On ne reviendra pas sur les campagnes exploratoires menées au Surinam par la JAMARC de 1980 à 1982 en alternance avec celles menées en Guyane qui ont fait l'objet de rapports globaux de la part des scientifiques japonais (Cf. § 2.2.1.). Des premières prospections (Higman, 1959) font le pendant de celles menées par Durand (1960) en Guyane. Des descriptions de la pêche industrielle régionale sont publiées après l'entrée en vigueur de la ZEE (Engel, 1983 ; Willmann, et Garcia, 1986 ; Charlier, 1989). Des travaux portent sur les techniques d'aquaculture (Detante, 1987). Une importante étude est menée sur la systématique des crevettes (Holthuis, 1959)

-Travaux au Guyana

Comme dans les deux autres Guyanes, les premières campagnes exploratoires se sont déroulées à la fin des années 50 sur le chalutier "Cap St. Mary" (Mitchell et Mc Connell, 1959) ; elles ont également donné lieu à un travail très intéressant sur les communautés de poissons et en particulier sur les Sciaenidae qui complètent les travaux de Durand en Guyane (Lowe, 1962, 1966). Des analyses de la pêche crevette après la mise en place de la ZEE sont publiées (Philips, 1985) ainsi que des réflexions sur la question des captures accessoires (Furnell, 1983 ; Petersen, 1983 ; Gordon, 1983)

- Travaux au nord-est du Brésil

L'essentiel des travaux qui seront cités ici concernent la région du Brésil située à l'ouest de l'embouchure de l'Amazone et ont trait à la biologie des crevettes (Brisson et Lucet, 1975 ; Guitard et Fraga, 1980 ; Gimenez *et al.*, 1980)

- Rôle fédérateur de la COPACO ou WECAFC

Il faut souligner que l'unique structure de collaboration régionale entre les trois 3 Guyanes, le Brésil et le Venezuela, est la COPACO. La COPACO organisait tous les 2 ans, au niveau régional, des groupes de travail généraux sur l'évaluation des stocks marins et des groupes de travail spécialisés sur les stocks de crevettes pénéides. En raison de problèmes de financement, le groupe "crevette" ne s'est pas réuni depuis 1988 (Réunion de Cayenne).

groupes de travail généraux :

1982, Kingston, Jamaïque (évaluation des stocks)

1982, Miami, U.S.A. (statistiques des pêches)

1984, Paipa, Colombie (évaluation des stocks)

groupes de travail spécialisés sur les crevettes pénéides :

1979, Panama City, Panama (Jones et Villégas, 1980a, 1980b).

1986, Miami, U.S.A., (Ehrardt, 1987).

1988, Cayenne, Guyane française, (WECAFC-COPACO, 1989).

2.3. Rappel du cycle biologique des crevettes pénéides

Le cycle vital des grandes crevettes pénéides tropicales est bien connu dans ses grandes lignes (Garcia et Le Reste, 1981). Il peut être schématisé de la façon suivante (fig. 2.3.1) : les **adultes**, benthiques, vivent en mer sur des fonds de 20 à 60 m ; les femelles pondent des **oeufs** benthiques, déposés sur le fond, qui se transforment en **larves** planctoniques, celles-ci passent par plusieurs stades, tous pélagiques, puis atteignent le stade de **postlarves** qui, au bout d'environ 3 semaines, acquièrent un comportement bathy-pélagique et atteignent les eaux dessalées, pénétrant dans les zones margino-littorales⁸ (lagunes, marais côtiers, estuaires, etc.) par l'effet des courants de marée ; elles deviennent alors des **juvéniles** benthiques dont la croissance est très rapide ; après un séjour de 2 à 3 mois dans ce milieu saumâtre appelé **nourricerie**⁹, ceux-ci migrent ensuite vers la mer rejoindre le stock adulte où ils sont recrutés dans la pêcherie lorsqu'ils atteignent la taille de première capture¹⁰.

Il est intéressant de noter que, selon l'espèce, la durée du séjour des postlarves et juvéniles dans les milieux saumâtres est plus ou moins importante ; Kutkhun (*in* Garcia et Le Reste, 1981), schématise le degré d'inféodation aux eaux dessalées de plusieurs espèces de pénéides exploitées par une spirale dont la largeur est proportionnelle à la durée relative du séjour dans les milieux saumâtres (estuaire, par exemple) dans le cycle vital. A une extrémité de la spirale, on peut trouver des espèces totalement marines comme la crevette profonde, *Plesiopenaeus edwardsianus*, et à l'autre extrémité des espèces totalement lagunaires ou estuariennes comme *Metapenaeus mastersii*. Les déplacements des postlarves vers les milieux margino-littoraux et la durée du séjour des juvéniles aura pour conséquence que l'influence de ces milieux du fait des variations de leurs principaux paramètres sera essentielle sur la production du stock exploité et que cette influence sera d'autant plus forte que la durée du séjour sera importante.

⁸ **margino-littoral** : ce terme, sensiblement équivalent à celui de "paralique", mais plus évocateur, est emprunté au vocabulaire des géologues et a été utilisé pour la première fois par Zabi et Le Loëuff (1992) pour désigner les milieux d'interface entre les écosystèmes marins et continentaux, il englobe tout un ensemble de faciès intermédiaires (estuaires, mangroves, lagunes, marais côtiers et sub-côtiers saumâtres).

⁹ **nourricerie** : en effet, d'après Paul *et al.* (1993), le terme **nursery** signifie « établissement mettant en oeuvre 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**.

¹⁰ **taille de première capture** : taille à partir de laquelle l'individu est capturé par l'engin de pêche. Pour la pêche au chalut, celle-ci sera étroitement liée au maillage de la poche, car la sélectivité s'opère par la taille. On définit la taille de première capture (L_{C50}), comme celle pour laquelle 50 % des individus soumis à l'action de l'engin de pêche sont capturés.

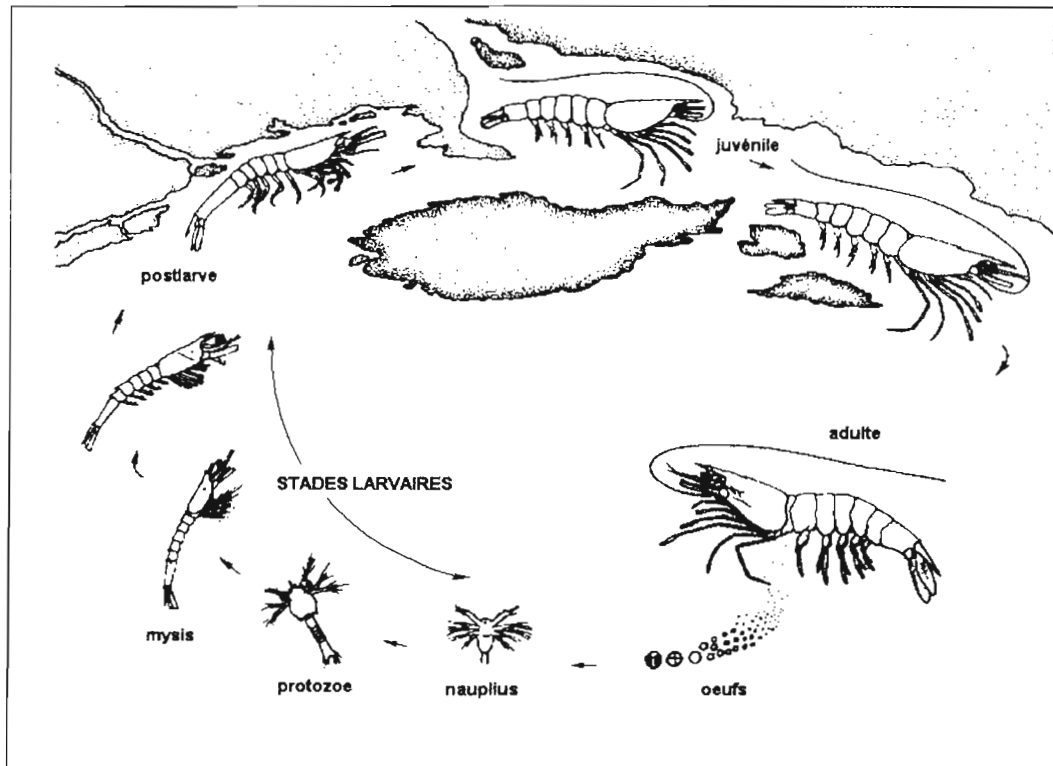


Figure 2.3.I : Cycle vital théorique des crevettes pénéidés (d'après Pérez-Farfante in FAO, 1978).

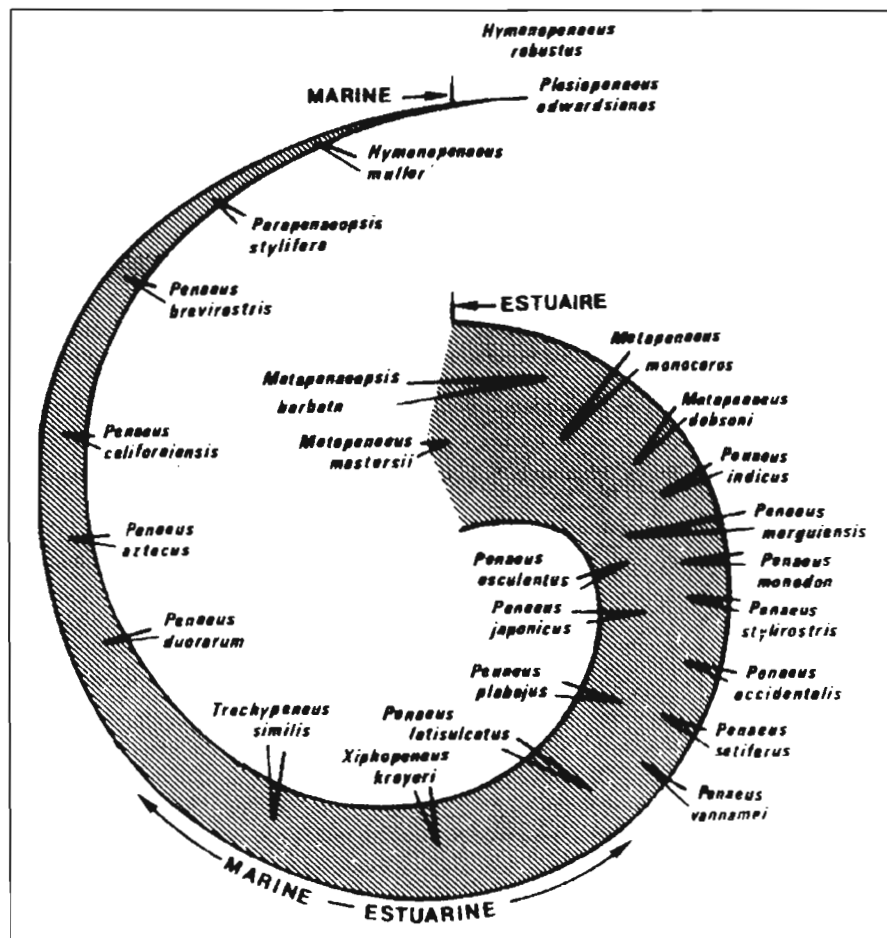


Figure 2.3.II : Schématisation du degré d'infestation aux eaux dessalées de plusieurs espèces commerciales de crevettes pénéidés (d'après Kutkhun in Garcia et Le Reste, 1981).

2.4. La problématique du programme

La démarche suivie par le programme est résumée dans le schéma ci-dessous.

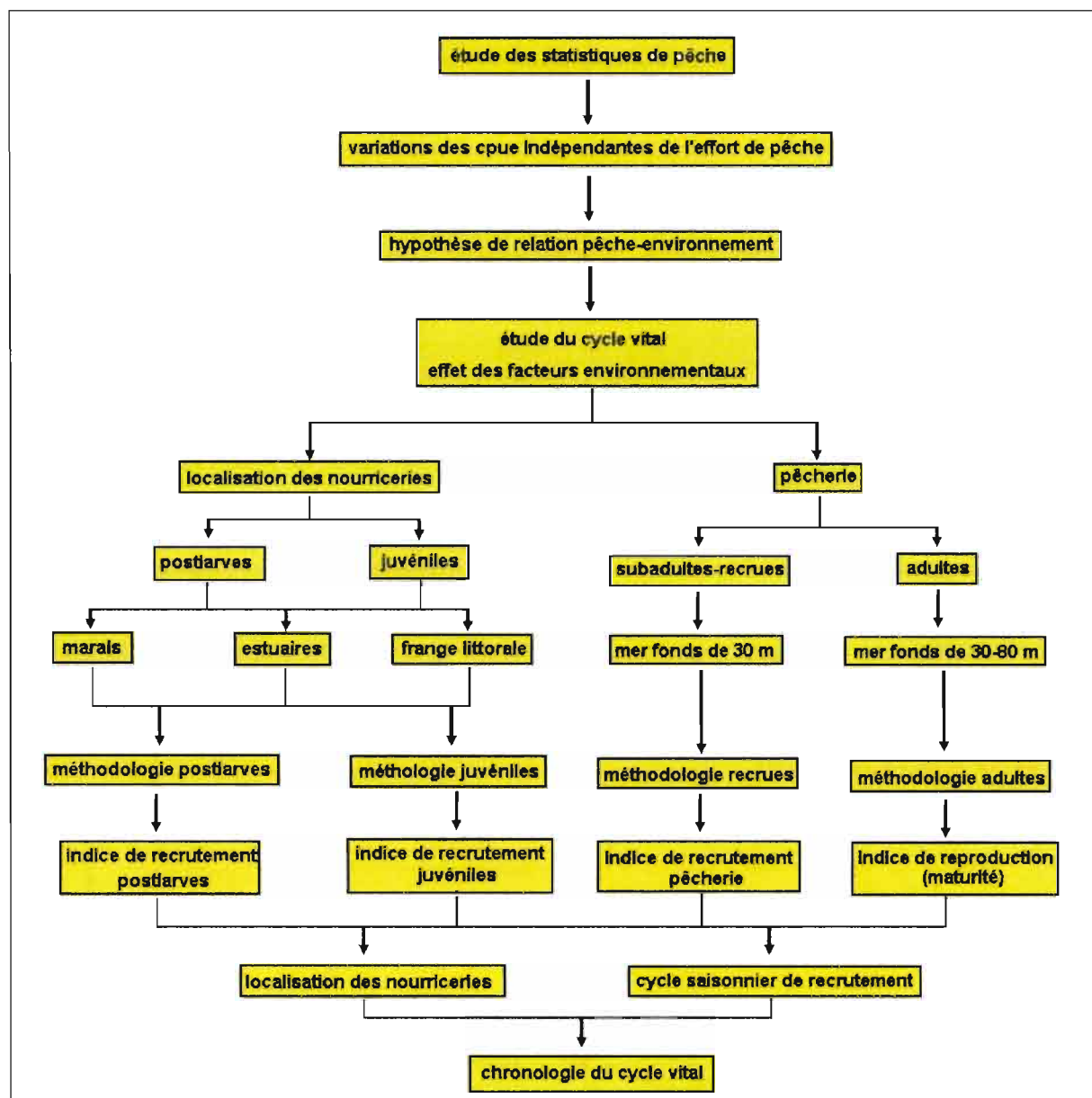


Figure 2.4.I : Démarche suivie par le programme.

L'étude des statistiques de pêche fait apparaître des variations des captures par unité d'effort (cpue) qui apparaissent contrairement à ce que l'on observe dans la majorité des pêcheries (Gulland, 1969 ; Laurec et Leguen, 1980), peu dépendantes de l'effort de pêche exercé par les crevettiers (fig.2.4.II). Il est également admis que dans les pêcheries crevettières au chalut, les captures augmentent plus lentement que l'effort de pêche (Garcia, 1989) ; mais les variations de ces paramètres ne suivent pas systématiquement cette règle en Guyane (fig. 2.1.V). Cette constatation a conduit à émettre l'hypothèse d'une relation entre les résultats de la pêche et les variations des facteurs environnementaux (relation "pêche-environnement"). Cette relation peut provenir d'une influence des conditions d'environnement qui peuvent présenter une forte variabilité sur la mortalité (ou inversement la survie) à différents stades du cycle vital et en particulier aux stades les plus jeunes. Il est donc logique de penser que les stades du cycle les plus concernés seront :

- les larves en mer, qui ne survivent pas si elles sont entraînées par les courants au large ou dans des zones côtières défavorables ; dans ce cas elles ne participent pas au renouvellement du stock exploitable (Rothlisberg, 1982 ; Rothlisberg *et al.* 1983 ; Staples *et al.*, 1984 ; Criales et Lee, 1995 ; voir également § 9). La méconnaissance des variations saisonnières des courants marins de surface

sur le plateau continental guyanais ne permettent pas, à l'heure actuelle, d'avancer de quelconques hypothèses sur cette question.

- les postlarves et les juvéniles dans les milieux margino-littoraux, qui subissent les effets des apports d'eaux douces continentales ou de l'évaporation ainsi que des rejets liés aux activités anthropiques. Chez ces deux stades, il importe donc de localiser les nourriceries ; ces nourriceries pouvant, à priori et d'après les nombreuses données de la littérature mondiale, se trouver dans les marais côtiers, dans les estuaires, en bordure des mangroves côtières ou sur les fonds de la frange littorale, ces derniers cas étant moins fréquents.

Des techniques de capture des postlarves et des juvéniles adaptées aux conditions de terrain ont donc dû être mises au point, ainsi qu'une méthodologie d'échantillonnage qui permettent de définir des indices d'abondance mensuels ou bimensuels. Ces indices d'abondance sont des indices de recrutement des postlarves et des juvéniles ; ils permettront, sinon de localiser les nourriceries, du moins de fournir des informations précieuses sur les variations saisonnières du recrutement dans la pêcherie, en particulier sur le nombre de cohortes annuelles qui contribuera au renouvellement du stock exploité au large.

De la même façon, on définira le meilleur indice de recrutement dans la pêcherie, et un indice de reproduction des adultes ; ce dernier sera établi à partir d'observations sur la maturation des femelles adultes en mer.

L'analyse conjointe des variations de ces 4 indices permettra alors de préciser la chronologie du cycle vital de la crevette *Penaeus subtilis* en Guyane.

La méthodologie d'échantillonnage des postlarves et des juvéniles 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 d'autant plus attendu qu'un débat s'engageait entre les armateurs de la pêche crevettière et les autorités, en raison de l'imminence 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, arguant qu'un recrutement important de jeunes crevettes *Penaeus subtilis* dans leur pêcherie avait lieu fréquemment au large de Sinnamary, considéraient cet estuaire comme une nourricerie importante de Guyane pour les crevettes et craignaient que le barrage ne produise des eaux désoxygénées et enrichies en hydrogène sulfuré néfastes pour la faune aquatique.

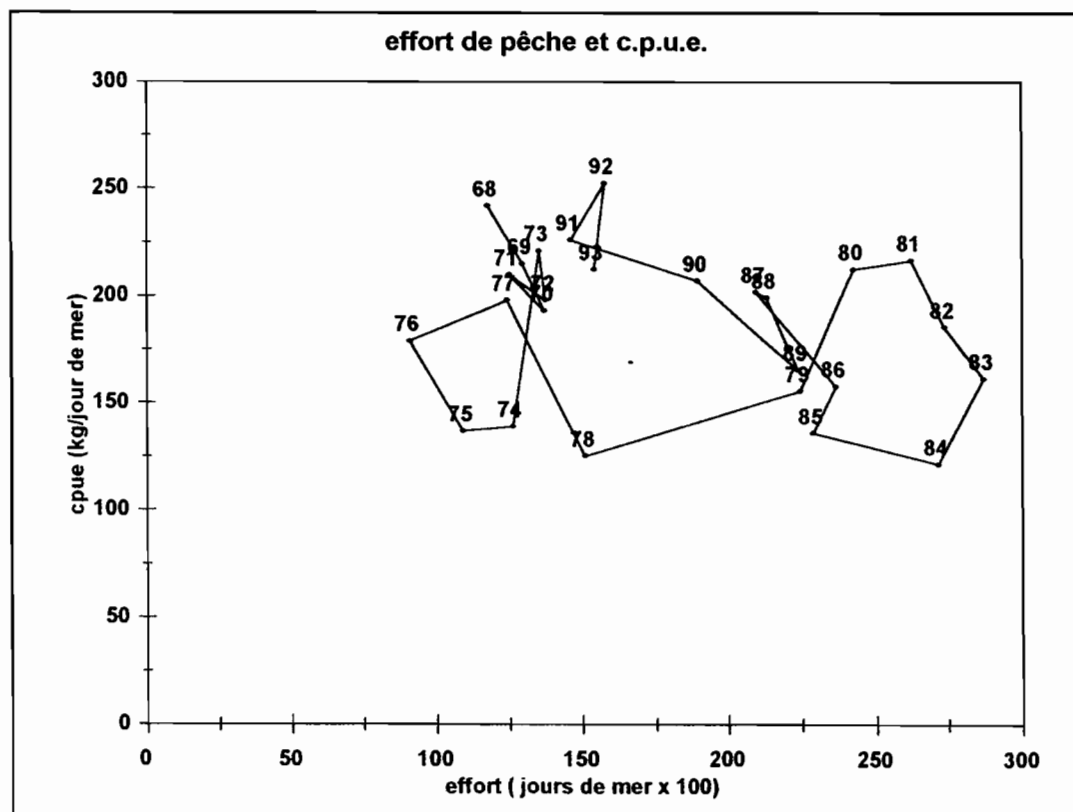


Figure 2.4.II : Variations des cpue en fonction de l'effort de pêche de 1968 à 1993.

3 L'Opération d'inventaire des estuaires

3.1. Protocole d'échantillonnage : paramètres physico-chimiques et biologiques

D'après de nombreux auteurs (Eldred *et al.*, 1965 ; Baxter et Renfro, 1967 ; Iversen et Idyll, 1960 ; Subrahmanyam et Rao, 1970 ; Roessler et Rehner, 1971 ; Garcia, 1977 ; Allen *et al.*, 1980 ; Lhomme, 1981 et 1989), 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 pic oblige à échantillonner avant et après le maximum du flot.

Les récoltes ont débuté sur la rivière de Cayenne en juin 1989 (Cf. § 3.3.4.a et fig. 3.3.II).

Dans cette rivière, le débit moyen annuel très faible ($42 \text{ m}^3 \cdot \text{sec}^{-1}$) s'oppose peu à la marée. La profondeur, faible, ne dépasse pas 5 m 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 couvre des cycles de 12 heures de nuit avec un trait toutes les heures. Le filet a un diamètre de 75 cm et une maille de 1 mm. Il est équipé d'un débitmètre permettant de mesurer 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 sont systématiquement récoltées avec chaque échantillon de plancton : température, salinité, transparence, sens et vitesse du courant. Des essais menés sur des cycles de 24 heures ont rapidement montré qu'il n'y a pas de différence significative entre les abondances maximales observées de jour et de 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 été effectuées le jour, tous les quinze jours à la pleine lune et à la nouvelle lune. Pour améliorer la précision de l'estimation de l'abondance maximale, la fréquence des traits a été augmentée de 1 à 2 traits par heure.

Le secteur d'échantillonnage a été étendu par la suite au fleuve Sinnamary (Cf. § 3.3.4.b et fig. 3.3.III). Les premiers essais ont fait appel à la même technique de collecte que dans la rivière de Cayenne, les échantillonnages sont effectués pendant un cycle de marée au moyen d'un filet à plancton traîné en surface. Les résultats ont été décevants, les captures étant très faibles.

Le fleuve Sinnamary est très différent, sur le plan de l'hydrodynamique, de la rivière de Cayenne. L'estuaire est moins ouvert sur la mer, plus profond et le débit plus important (débit moyen annuel $250 \text{ m}^3 \cdot \text{sec}^{-1}$) ce qui a 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 aux eaux de surface dessalées (Lointier, 1986). Supposant que les postlarves se cantonnent dans la couche salée près du fond, des échantillonnages y ont été effectués 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.

Dans une dernière étape, les échantillonnages ont intéressé 11 autres estuaires (Cf. § 3.3.2), soit sous forme de prospections ponctuelles, soit sous forme de suivis (cas des fleuves Kourou et Organabo).

3.1.1. Paramètres physico-chimiques

Un certain nombre de paramètres physico-chimiques ont été recueillis à l'occasion des "sorties plancton" : le tableau 3.1.I les décrit. On pourra se reporter au document de Vendeville (1993a) où les protocoles de mesure sont décrits en détail.

Les premières estimations de la vitesse du courant ont été uniquement visuelles (échelle qualitative à 4 valeurs : nul, faible, moyen et fort) ; l'analyse de Vendeville (1993) a montré que des imprécisions et des erreurs importantes pouvaient être commises ; toutes les valeurs obtenues par cette méthode ont donc été écartées des traitements numériques.

Certaines moyennes comme celle de la vitesse du courant sont biaisées car on ne connaît généralement pas la valeur maximum du courant de jusant, les sorties étant centrées sur la période de flot.

D'autres paramètres environnementaux non mesurés directement ont été pris en compte dans les analyses (tab. 3.1.II).

Tableau 3.1.I : Paramètres physico-chimiques de l'environnement mesurés.

	température	salinité	oxygène*	transparence	courant	courant*
unité	°C	‰	ppm	cm	cm/s	cm/s
nb mesures	456	561	284	366	399	36
minimum	25	0	1,6	2	-139	+1,7
maximum	34	35,5	7,7	90	+102	+88,6
moyenne	29,0	16,728	5,7	26,22	+20,897	+34,6
écart type	1,7	11,2	0,9	16,7	+36,7	+19,8
méthode	YSI	réfractomètre & salinomètre	oxymètre	disque de Secchi	débitmètre & chronomètre	débitmètre & chronomètre
précision	0,5 °C	1 ‰	0,1 ppm	2 cm	1 cm/s	1 cm/s
strate	fond	fond	fond	surface	surface	fond

- (*) Paramètres pris en compte uniquement sur le Sinnamary.

- La vitesse du courant est affectée du signe + pour le flot et du signe - pour le jusant (débitmètre mécanique, modèle 2030e de General Oceanics).

- Le réfractomètre est un salinomètre optique (modèle S-10 de Atago).

- Le salinomètre est électronique, équipé d'une sonde de 15 m, il permet également de mesurer la température et la conductivité (type YSI 33 de Yellow Springs Instrument Co., Inc.).

- L'oxymètre est électronique et muni d'une sonde de 15 m (type YSI 57 de Yellow Springs Instrument Co., Inc.).

Tableau 3.1.II : Autres paramètres environnementaux pris en compte.

	marnage ou amplitude	heure du trait	débit du fleuve *
unité	m	minute	m ³ /s
nb mesures	65	575	65
minimum	1,65	-492	59
maximum	2,8	163	620
moyenne	2,197	-103,819	204,2
écart type	0,30	122	118
définition	différence de hauteur entre la haute et la basse mer aux Iles du Salut	temps en minutes 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

* Paramètres pris en compte uniquement pour le Sinnamary

3.1.2. Paramètres biologiques

Les prélèvements de crevettes sont effectués au filet à plancton, en forme de cône tronqué, d'un diamètre de 0,75 m et de 1 mm de côté de maille, la section est de 0,44 m². Un débitmètre fixé au centre de sa section permet de connaître le volume d'eau filtré pendant la durée de l'échantillonnage. Le filet, relié à l'embarcation par un filin d'une quinzaine de mètres, est tiré pendant 3 minutes à une vitesse d'environ 2 noeuds (Photos 3.1.I et 3.1.II). Les prélèvements ont lieu pendant le flot, à intervalles de temps réguliers qui, dans un premier temps, étaient fixés à 1 heure ; par la suite la fréquence des prélèvements a été augmentée pour obtenir une meilleure évaluation de l'abondance maximale (fig. 3.1.I).

L'échantillon est récolté dans un ou plusieurs flacons de 1 l et fixé avec 10 à 20 cl/l de formol à 30 %.

Au laboratoire les échantillons sont triés. Les poissons et les crevettes sont séparés ; parmi ces dernières, trois espèces font l'objet de numération : *Penaeus subtilis*, *Xiphopenaeus kroyeri* et *Macrobrachium* sp., en distinguant chez les deux premières espèces les postlarves des juvéniles sur un critère de taille. Le nombre de crevettes rapporté au volume d'eau filtré par le filet est la mesure d'abondance à un temps donné et en un lieu donné.

Sur l'estuaire de l'Organabo, en période de recrutement postlarvaire important, les valeurs très élevées d'abondance ont conduit à effectuer, sur ce site exclusivement, un sous-échantillonnage à la source, en utilisant un filet de section 7 fois inférieure, après avoir vérifié que les efficacités des deux filets étaient statistiquement équivalentes (Vendeville, 1993b).

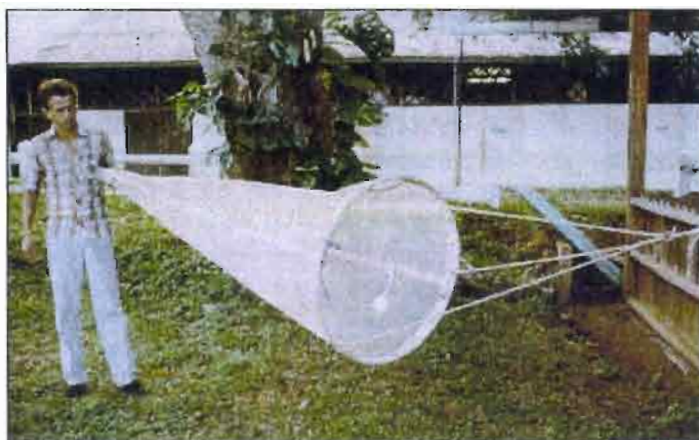


Photo 3.1.I (ci-dessus) : Filet à plancton utilisé pour les prélèvements dans les estuaires (d'après Lhomme, 1989 ; cliché Lhomme).

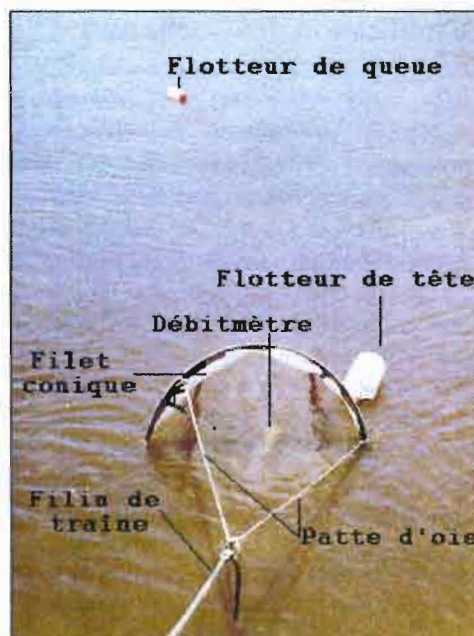


Photo 3.1.II (à droite) : Vue du train de pêche utilisé lors des prélèvements de plancton dans les estuaires (d'après Vendeville, 1993a ; cliché Vendeville).

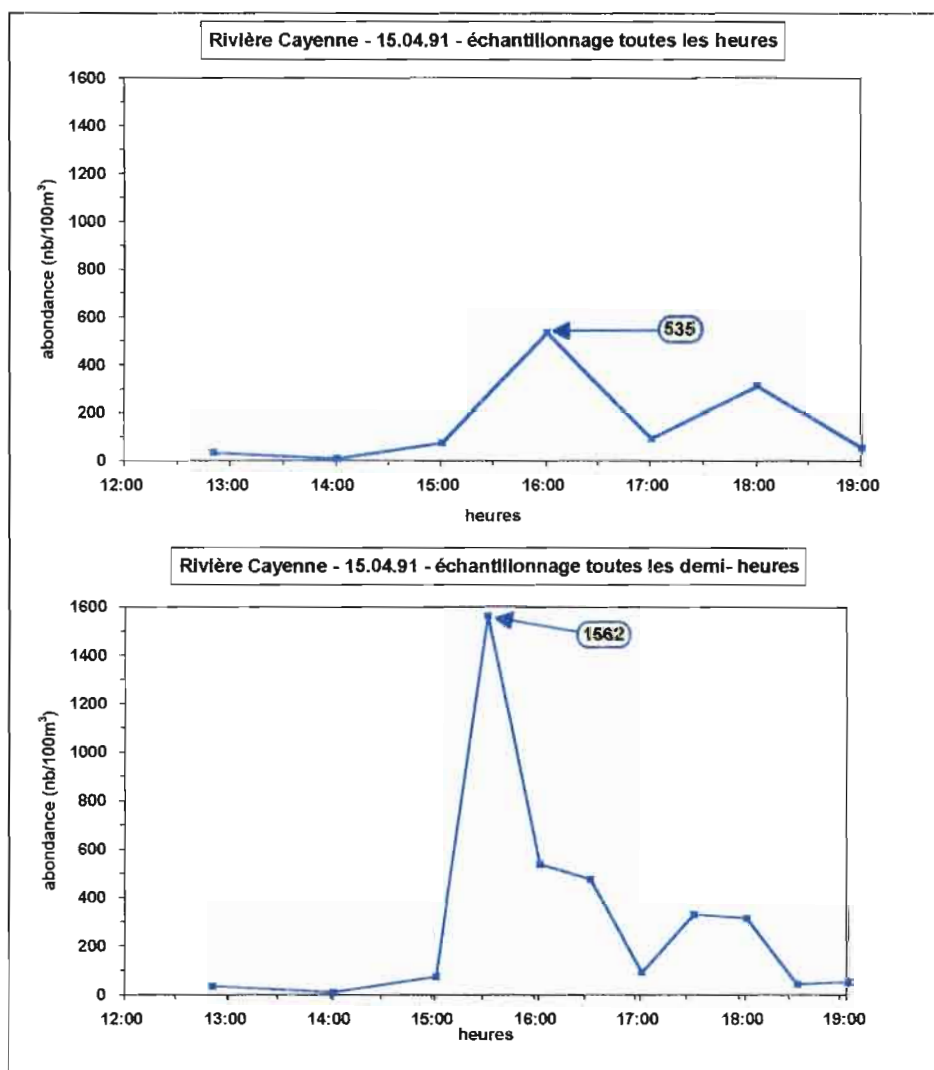


Figure 3.1.I : Incidence de la fréquence des prélèvements sur l'estimation de la valeur de l'abondance maximale pendant le flot ; simulation à partir des résultats d'un échantillonnage intensifié (d'après Vendeville, 1993a).

3.2. Identification des postlarves

La famille des Penaeidae regroupe environ 17 genres représentés par près de 150 espèces (Dall *et al.*, 1990) dont 110 présentent un intérêt commercial (Holthuis, 1980). La plupart des études systématiques permettant leur distinction se basent sur l'observation de caractéristiques morphologiques d'individus adultes. Les Penaeidae sont représentées en Amérique du Sud principalement par deux genres : *Xiphopenaeus* et *Penaeus*. La différenciation entre ces deux genres se fait chez les adultes essentiellement par l'absence de dents sur la partie ventrale du rostre chez *Xiphopenaeus*.

En Guyane française, seules 3 espèces de crevettes pénéides sont couramment rencontrées dans les captures de la pêche industrielle : *Penaeus brasiliensis* (Latreille, 1817), *Penaeus subtilis* (Pérez-Farfante, 1967) et *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862). L'importance relative de ces trois espèces sur le plan économique est très différente. *Penaeus brasiliensis* qui était dans le passé la cible principale des crevettiers japonais n'est pratiquement plus pêchée actuellement ; *Penaeus subtilis* représente aujourd'hui la quasi-totalité des débarquements qui sont de l'ordre de 4000 tonnes par an, *Xiphopenaeus kroyeri* est une capture accessoire généralement rejetée en raison de sa faible valeur marchande.

Le problème de l'identification des postlarves collectées s'est rapidement posé. Nous proposons un examen des caractéristiques morphologiques discriminantes de ces deux genres en phase postlarvaire. Cette description sera précédée d'un rappel concernant l'écophase larvaire de l'espèce *Xiphopenaeus kroyeri*.

3.2.1. Description des écophases

Une excellente revue des travaux existants sur les stades larvaires et postlarvaires des Penaeidae est proposée par Dall *et al.* (1990). Les travaux les plus complets sur la morphologie des larves de décapodes sont ceux de Gurney (1942) et de Williamson (1969, 1982).

Comme l'ont montré les travaux de Gurney (1942) pour l'ensemble des crevettes de la famille des Penaeidae, le développement est divisé en quatre stades larvaires (nauplius, zoé et mysis) et un stade postlarvaire. Pendant le stade postlarvaire qui dure entre 2 et 4 semaines, les individus croissent en taille d'environ 6 mm à 25 mm LT¹¹ (Richard, 1974 ; Cahu, 1979 ; Bossier, 1980).

3.2.1.a. Phase larvaire

A notre connaissance seuls Renfro et Cook (1962) ont obtenu des larves de *Xiphopenaeus kroyeri* en laboratoire. Ces auteurs ont réussi à suivre le développement larvaire jusqu'au stade protozoé I. Les deux stades décrits sont nauplius, qui se divise en 5 phases, et protozoé, dont un seul stade a été décrit. La durée comprise entre l'éclosion des oeufs et l'arrivée des larves au stade protozoé I était d'environ 58 heures.

D'après ces auteurs, les principales différenciations morphologiques des larves pendant les trois premiers stades nauplius, sont la longueur du corps (elle passe de 0,26 mm au stade nauplius I à 0,29 mm au stade nauplius III). En revanche, la largeur du corps durant ces stades de développement reste constante (0,15 mm). Les bases de la mandibule commencent à se former à partir du stade nauplius III, mais le labium, le labrum, les rudiments des maxilles et des maxillipèdes sont seulement perceptibles (sur la région ventrale de la larve) à partir du stade nauplius IV. Les larves au stade nauplius V se caractérisent par une carapace mieux définie, des organes masticatoires plus développés et des rudiments de structures dentaires qui sont visibles sur la surface postérieure de la région ventrale de la carapace. Au stade protozoé I, quand les larves ont atteint une taille d'environ 0,69 mm de longueur et 0,32 mm de largeur, elles commencent à nager avec la partie ventrale tournée vers la surface ; les appendices sont alors déjà segmentés. Il faut noter cependant que ceux-ci se modifient au fur et à mesure que les individus grandissent. La morphologie des mandibules, maxilles et des maxillipèdes varie elle aussi d'un stade à l'autre.

3.2.1.b. Phase postlarvaire

"Bien que peu logique, le terme postlarve est utile pour décrire la transition dans la morphologie et le comportement locomoteur entre les stades larvaires et juvéniles, plus important encore entre le mode de vie purement planctonique et le mode de vie benthique ou épibenthique" (Dall *et al.*, 1990).

¹¹ LT : longueur totale, il s'agit de la mesure de l'extrémité du rostre à celle du telson. LC, la longueur céphalothoracique est une autre mesure très utilisée ; elle est prise entre la base du pédoncule oculaire et l'extrémité dorsale du céphalothorax.

Rappelons que la principale différence entre mysis et postlarve réside dans l'apparition de pléopodes uniramés larges, poilus et fonctionnels qui deviennent les appendices locomoteurs. La postlarve nage vers l'avant grâce au battement rythmique de ses pléopodes.

La détermination des postlarves est particulièrement délicate. De nombreux auteurs ont étudié les postlarves du genre *Penaeus* (Williams, 1959 ; Ringo et Zamora, 1968 ; Zamora et Trent, 1968 ; Tabb, 1972 ; Allen *et al.*, 1980 ; Porto, 1983).

Les caractères taxonomiques traditionnellement utilisés pour identifier les postlarves sont la formule des épines du telson, la longueur et la forme du rostre, la présence ou l'absence d'épines sur les segments abdominaux, la répartition des chromatophores. Tous ces caractères changent au cours du développement, à chaque mue et doivent être considérés avec prudence en tenant compte de la taille ou du stade de la postlarve.

Une description de la morphologie des espèces du genre *Xiphopenaeus* et *Penaeus* au niveau de la phase postlarvaire est donnée par Cook (1966). En suivant la proposition de cet auteur, nous avons considéré comme postlarves les crevettes comprises entre 6 mm et 25 mm LT. Au-dessus de la taille de 25 mm LT les individus sont considérés comme juvéniles. Cette limite de transition du stade de postlarve au stade juvénile en fonction de la taille est plutôt arbitraire. Il est connu que, chez les crevettes, les individus sont considérés comme juvéniles quand ils passent du stade planctonique au stade benthique mais la taille à laquelle les crevettes du genre *Xiphopenaeus* effectuent cette transition, n'est pas encore déterminée avec précision.

Les différences morphologiques des postlarves de *Xiphopenaeus kroyeri* et *Penaeus subtilis* en fonction de la taille (entre 4 et 25 mm LT) sont décrites dans le tableau 3.2.I.

Tableau 3.2.I : Caractéristiques morphologiques des postlarves de *Penaeus subtilis* et de *Xiphopenaeus kroyeri* en fonction de la taille. (adapté de Cook, 1966).

caractères morphologiques	<i>Penaeus subtilis</i>	<i>Xiphopenaeus kroyeri</i>
taille entre 4 et 7 mm LT		
taille des pléopodes	même taille	même taille
épine antennulaire	absente	présente
antennules	rudimentaires et arrondies	arrondies
carène de la carapace	absente	carène branchio-cardiaque
forme du rostre	droite, courte	incurvée, courte
taille du rostre	ne dépasse pas l'oeil	ne dépasse pas l'oeil
dents sus-rostrales	entre 1 et 3	entre 1 et 3
dents sub-rostrales	absentes	absentes
sixième segment abdominal	allongé, droit	moyen, droit
taille entre 8 et 10 mm LT		
forme du rostre	incurvée, allongée	incurvée, allongée
taille du rostre	ne dépasse pas l'oeil	dépasse l'oeil
dent sub-rostrale	une dent	absente
taille des pléopodes	courte et étroite	longue et large
forme des pinces	longue et étroite	courte et plus large
taille entre 11 et 25 mm LT		
forme du rostre	incurvée, allongée	incurvée, allongée
taille du rostre	dépasse l'oeil	dépasse l'oeil
dents sub-rostrales	entre 6 et 7	entre 5 et 7
dents sus-rostrales	entre 2 et 3	absentes
taille des péréiopodes (5 ^{ème} et 6 ^{ème} paires)	courte	longue
antennules	arrondies	arrondies
carène de la carapace	absente	carène branchio-cardiaque
sixième segment abdominal	allongé, droit	moyen, droit

Parmi les différents caractères permettant la différenciation des postlarves, le plus aisé à utiliser, même à l'oeil nu, est la longueur du sixième segment abdominal, nettement plus long chez *Penaeus subtilis* que chez *Xiphopenaeus kroyeri* (fig. 3.2.I et 3.2.II).

Quand la taille des individus est supérieure à 7 mm LT, la forme du rostre, qui est plus long et large chez *Xiphopenaeus kroyeri*, dépassant nettement l'oeil, peut également être utilisée pour distinguer *Xiphopenaeus kroyeri* de *Penaeus subtilis*. A partir de cette taille, le rostre de *Xiphopenaeus kroyeri* commence à dépasser l'oeil. La forme des pinces (figures 2.2.I et 2.2.II) peut également permettre de différencier les deux genres ; elles sont plus longues et étroites chez *Penaeus subtilis*.

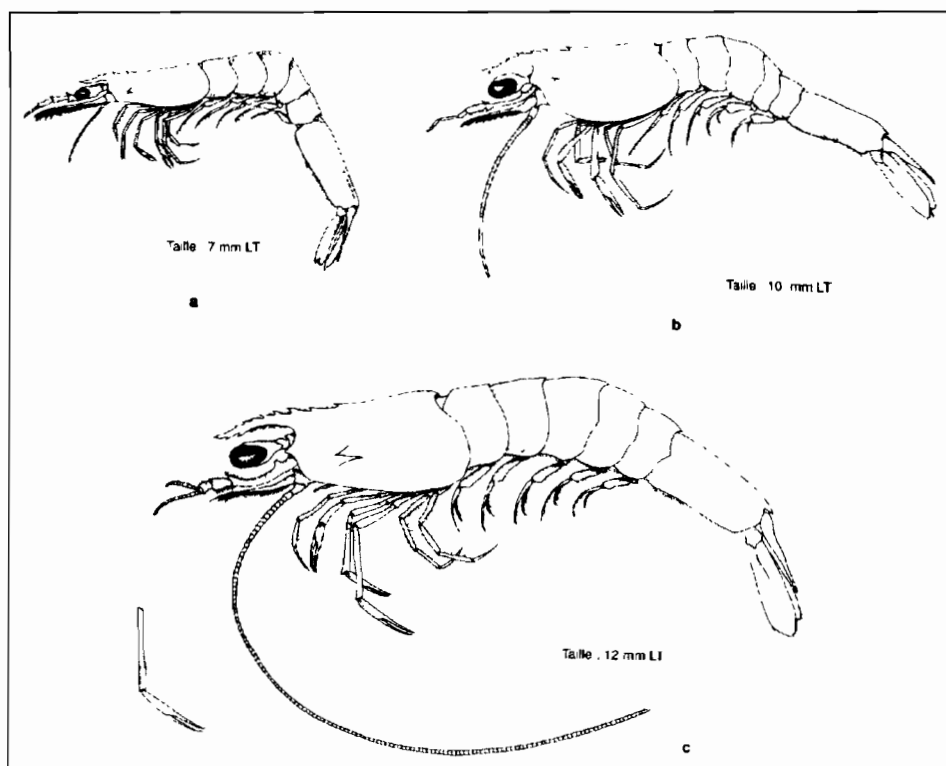


Figure 3.2.I : Postlarves de *Penaeus subtilis* (d'après Lins Oliveira et Lhomme, 1993).

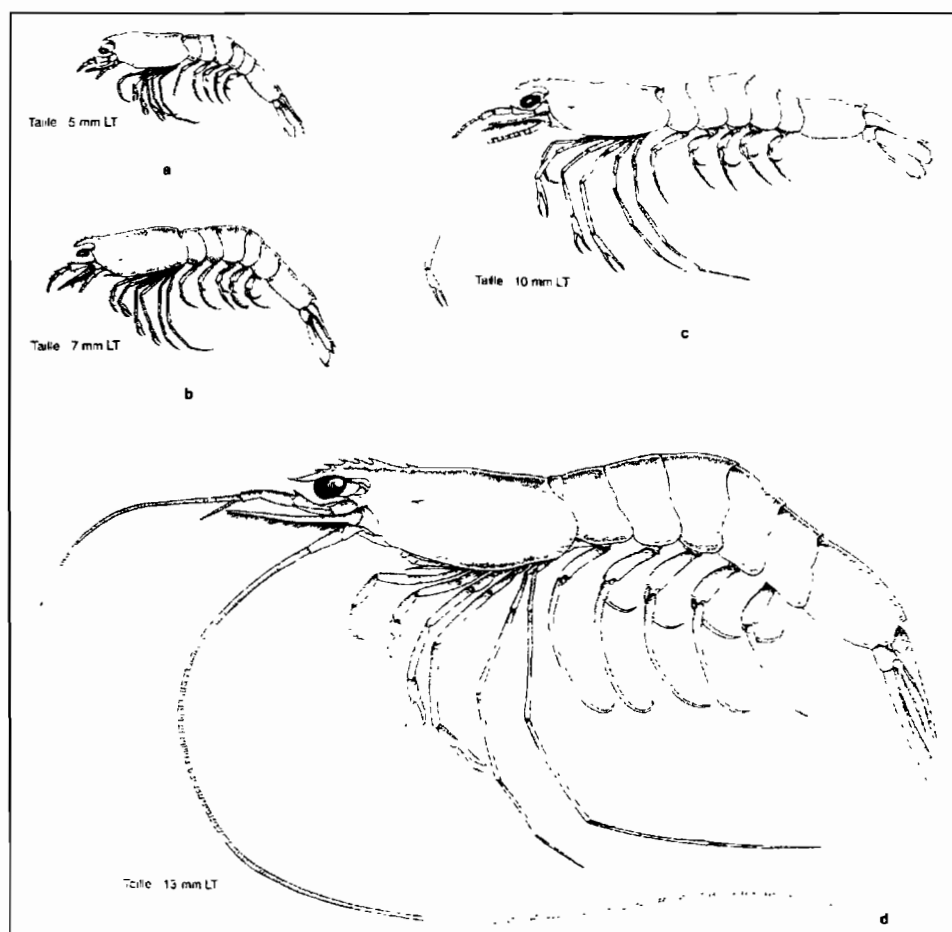


Figure 3.2.II : Postlarves de *Xiphopenaeus kroyeri* (d'après Lins Oliveira et Lhomme, 1993).

La présence des dents sub-rostrales chez le genre *Penaeus* ne peut pas toujours être employée comme caractère distinctif, car celles-ci ne sont pas encore formées chez les jeunes postlarves de taille inférieure à 8 mm LT, fréquentes dans nos échantillons. D'après nos observations, la première ébauche de dents sub-rostrales apparaît chez *Penaeus subtilis* à partir d'une longueur totale supérieure à 8 mm LT.

les caractères qui permettent de distinguer *Xiphopenaeus kroyeri* le plus facilement, sans nécessiter le recours à une loupe, sont :

- la longueur du 6^{ème} segment abdominal, plus long chez *Penaeus subtilis*.
- la forme des pléopodes, plus longs et larges chez *Xiphopenaeus kroyeri*.
- la longueur des quatrièmes et cinquièmes péréiopodes qui, chez *Xiphopenaeus kroyeri*, quelle que soit sa taille, sont plus longs que les trois premiers.
- la longueur des cinquièmes péréiopodes chez *Xiphopenaeus kroyeri*, lorsque les individus ont une taille supérieure à 10 mm LT, est environ le double de celle des trois premiers et 1,3 fois celle des quatrièmes.
- chez *Penaeus subtilis*, les quatrièmes et cinquièmes péréiopodes sont légèrement plus longs que les trois premiers lorsque les individus ont une taille comprise entre 7 et 10 mm LT ; au-dessus de cette taille les troisièmes péréiopodes sont plus longs que les autres.
- les postlarves de *Xiphopenaeus kroyeri*, à partir de la taille d'environ 7 mm LT, présentent déjà la même forme que celle des individus adultes. Le rostre qui, à ce stade, ne dépasse pas l'oeil, augmente de taille au fur et mesure que l'individu se développe. A l'âge adulte, la longueur du rostre fait à peu près le quart de la taille de la crevette.

3.2.2. Distribution des tailles des postlarves de *Penaeus subtilis* capturées au filet à plancton et répartition par stades

Le stade des postlarves est déterminé par le nombre d'épines ou dents sur la partie supérieure du rostre ; ce comptage s'effectue à la loupe binoculaire. Le résultat en est présenté sur l'histogramme de la figure 2.2.III. Chez les individus analysés, le nombre de dents est compris entre 3 à 8 dents, avec un mode pour 5 dents.

En ce qui concerne la taille mesurée au micromètre oculaire, les valeurs rencontrées vont de 6 à 11 mm LT avec un mode à 8 mm LT.

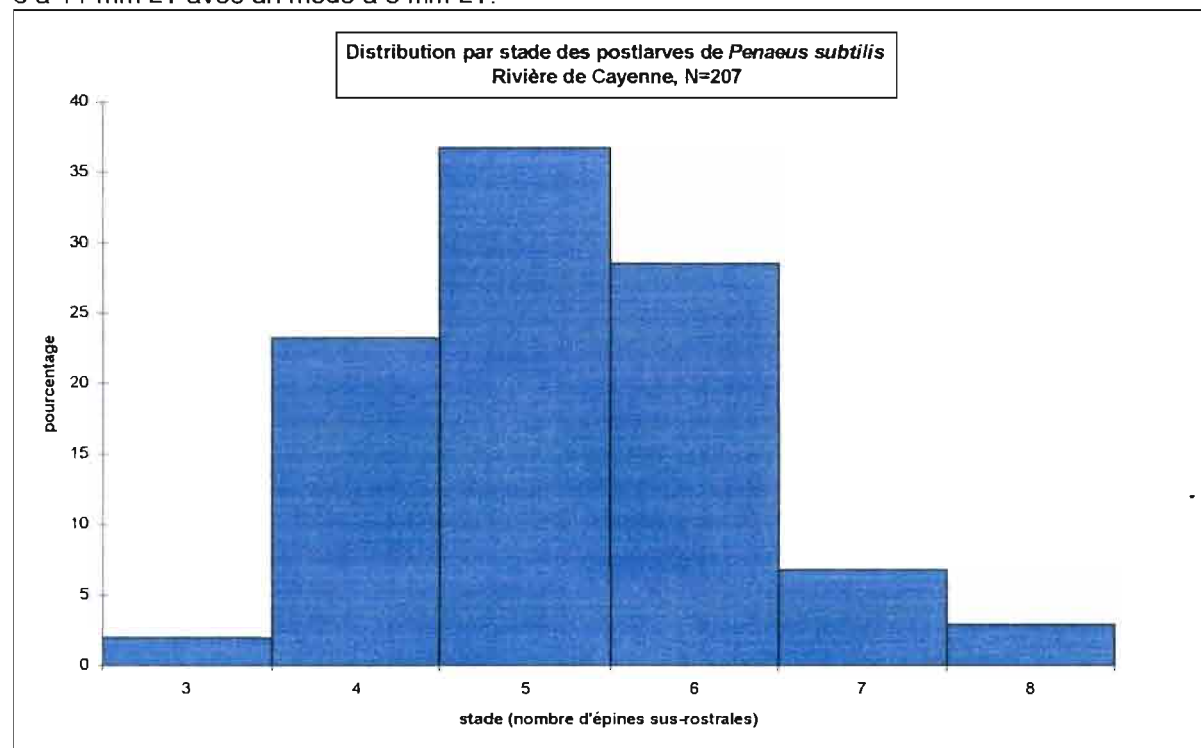


figure 3.2.III : Distribution des stades des postlarves de *Penaeus subtilis* capturées au filet à plancton sur la Rivière de Cayenne (d'après Lhomme, 1989). Observations sur 4 échantillons de postlarves capturées entre juin et décembre 1988.

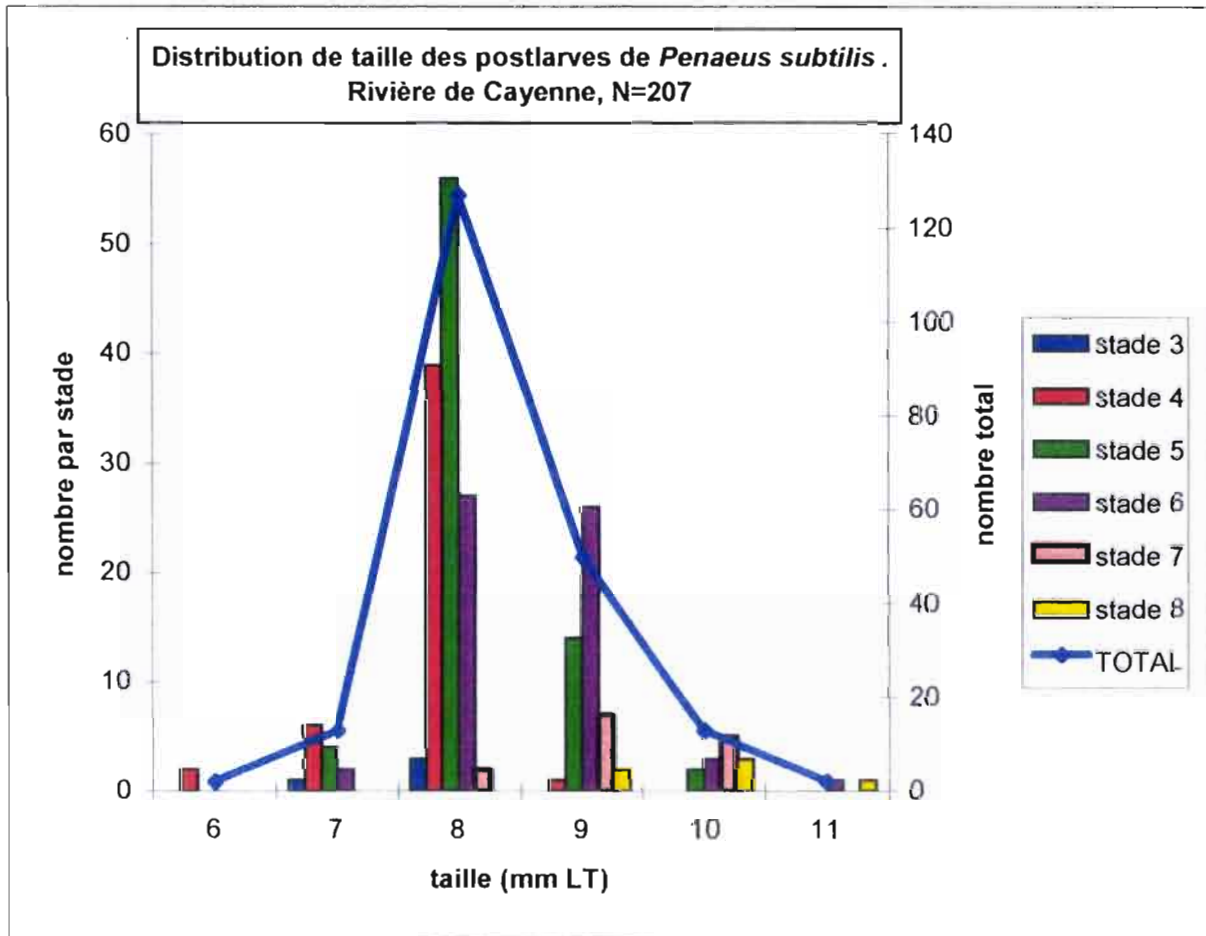


figure 3.2.IV : Distribution des tailles et des stades des postlarves de *Penaeus subtilis* capturées au filet à plancton sur la Rivière de Cayenne (d'après Lhomme, 1989). Observations sur 4 échantillons de postlarves capturées entre juin et décembre 1988.

3.2.3. Conclusion

Il est intéressant de noter qu'il existe une autre méthode totalement différente pour identifier les postlarves de pénéides. En Australie, les techniques d'analyse électrophorétiques utilisées jusqu'ici pour séparer les espèces adultes ont été adaptées avec succès à la séparation de 2 espèces de postlarves du genre *Penaeus* (Dall *et al.*, 1990) mais cette approche suppose la mise en oeuvre d'une technologie de haut niveau.

En Guyane française, seules 3 espèces de crevettes pénéides sont couramment rencontrées dans les captures de la pêche industrielle. Les juvéniles de *Penaeus brasiliensis* n'ont jamais été observés en Guyane, d'où l'hypothèse que les postlarves identifiées comme appartenant au genre *Penaeus* sont des *Penaeus subtilis*. Cela est confirmé par la bonne corrélation entre la reproduction des adultes de cette espèce en mer et l'abondance des postlarves en estuaire.

Les caractères distinctifs mis en évidence permettent une séparation sûre et rapide des postlarves des deux espèces *Penaeus subtilis* et *Xiphopenaeus kroyeri* dans les échantillons de plancton recueillis en Guyane française. La méthode est applicable dans les pays voisins : Venezuela, Guyana, Surinam, Brésil pour la séparation des deux genres *Penaeus* et *Xiphopenaeus* ; la séparation des différentes espèces de *Penaeus* sera cependant plus difficile en raison de la présence de plusieurs espèces au niveau des stades postlarvaires.

3.3. Description des estuaires prospectés

Chez la plupart des espèces de pénéidés le cycle vital est amphibiotique et la phase postlarvaire se déroule dans les estuaires ou les lagunes. L'entrée des postlarves dans les eaux continentales, ou prérecrutement, marque le début de la période de croissance en nurserie.

En Guyane, les lagunes sont inexistantes, le cas du marais côtier à eaux saumâtres de la savane Sarcelle, étudié par Rossignol (1972a) apparaissant comme exceptionnel : la plupart des marais côtiers guyanais ne possèdent pas de liaison avec les eaux marines côtières et sont alimentés essentiellement en eaux douces continentales. En dehors du marais Sarcelle, les zones de nurseries continentales ne peuvent donc se situer que dans certains estuaires de Guyane. Pour situer géographiquement les zones de nurseries, des prospections ont été entreprises sur un bon nombre d'estuaires de la côte. Quelques uns ont été suivis régulièrement sur de longues périodes dans le but de mettre en évidence les saisons de fort prérecrutement.

3.3.1. Localisation des estuaires prospectés

Une vingtaine d'estuaires d'une certaine importance sont dénombrés sur la côte de Guyane (Fig. 3.3.1) auxquels s'ajoutent de nombreuses petites criques¹², déversoirs et chenaux côtiers (Photo 3.3.1). Sur l'ensemble du littoral guyanais, 13 estuaires ont pu être prospectés au moins une fois et 4 d'entre eux ont fait l'objet d'un suivi sur une période supérieure à 4 mois, à raison d'un échantillonnage par quinzaine.

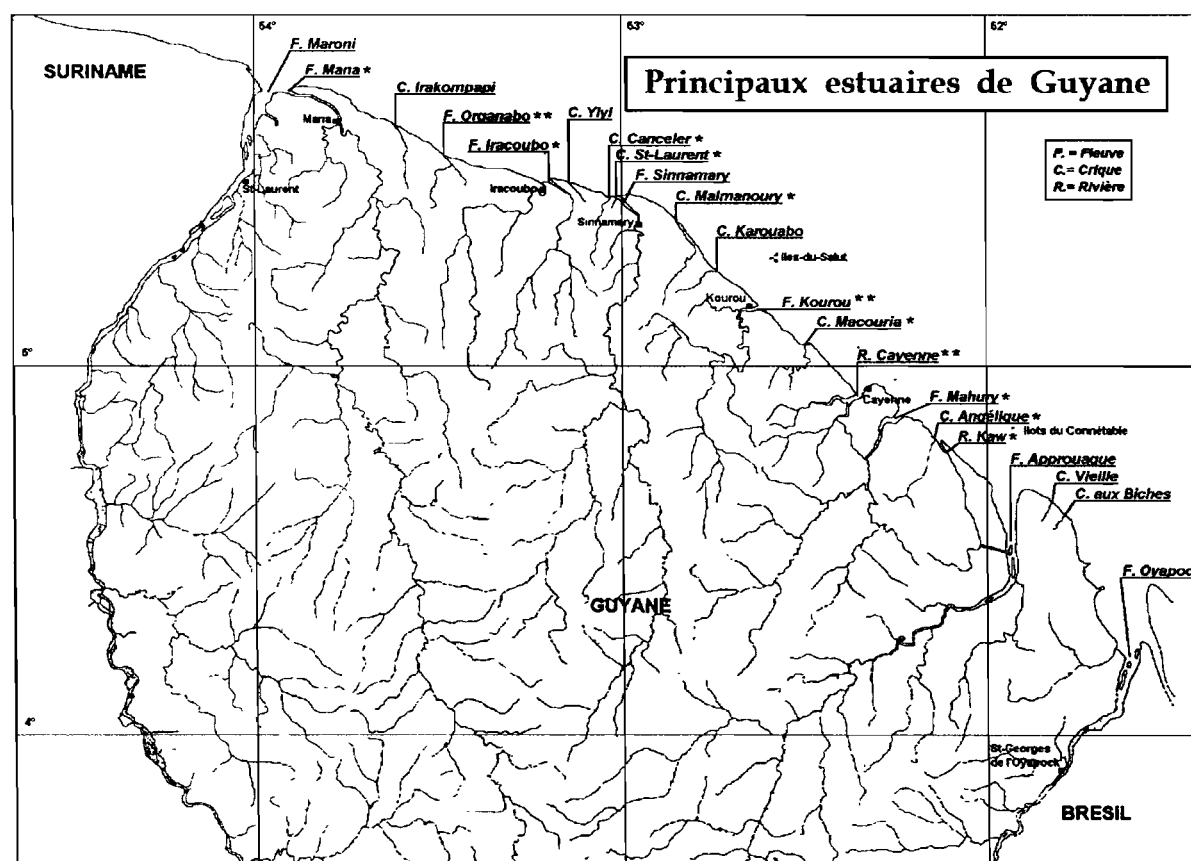


Figure 3.3.1 : Principaux estuaires de la côte guyanaise : estuaires prospectés au moins une fois (*), estuaires suivis sur une période de plus de 4 mois (**) (adapté de Vendeville, 1994 ; fond de carte d'après l'Atlas de Guyane, ORSTOM- CNRS, 1979).

3.3.2. Historique des prospections

Les prospections ont réellement commencé en juillet 1991, une fois le protocole mis au point et quand les moyens financiers et humains l'ont permis. Tous les estuaires n'ont pas pu être visités.

¹² criques : dénomination régionale des petite rivières.

Un bon nombre d'entre eux présentent de réelles difficultés d'accès, soit que leur cours soit impraticable, soit qu'ils nécessitent une approche par la mer (cas des estuaires situés à l'est du Mahury) incompatible avec l'autonomie des moyens navigants disponibles. Les deux grands fleuves frontaliers, Maroni et Oyapock, n'ont pas été prospectés en raison des problèmes d'insécurité liés à l'immigration clandestine.

Les différentes étapes de la prospection peuvent être résumées dans le tableau suivant.

Tableau 3.3.I : Récapitulatif des prospections d'estuaires en Guyane de 1988 à 1994. Les 3 stations suivies le plus longtemps selon le protocole définitif, sont distinguées par un fond en grisé.

ESTUAIRES	STATIONS	dates de prospection	Nombre de visites	Nombre de prélèvements	Abondance maximum
Rivière Cayenne	amont SUIVI	01.04.88 au 04.10.90	56	673	757
	aval SUIVI	06.06.89 au 28.12.93	108	1440	3.917
Fleuve Sinnamary	surface SUIVI	14.09.89 au 26.08.91	28	299	169
	fond SUIVI	20.07.90 au 16.08.93	72	683	2.352
Fleuve Kourou	SUIVI	30.07.91 au 20.12.91	11	123	834
Fleuve Mahury	rive gauche	24.08.88, 09.10.88, 31.05.89	3	20	?
	rive droite	13.08.91 au 11.10.91	4	46	124
Fleuve Iracoubo		05.03.92, 30.04.92	2	16	73
Fleuve Organabo	SUIVI	18.04.92-22.08.94	54	513	28.995
Fleuve Mana		01.05.92	1	9	2
Crique Malmanoury		03.05.92, 27.09.92, 24.03.93	3	15	86
Crique Canceler		20.04.93	1	6	267
Crique "St-Laurent"		05.04.93	1	7	7.182
Crique Angélique		24.03.93	1	2	24
Rivière de Kaw		05.02.93, 24.03.93	2	18	88
Crique Macouria		23.03.93, 06.04.93, 21.07.93	3	27	1.544

(?) données non disponibles.



Photo 3.3.I : Exemple de chenal côtier de la région de Kourou (d'après Lhomme, 1991 ; cliché Lhomme).

- **mai 1988 à octobre 1990** : Les opérations de terrain se sont focalisées sur la Rivière Cayenne où a été mis en évidence la présence de postlarves. Le protocole d'échantillonnage a été mis au point dans ses grandes lignes et l'échantillonnage mis en routine pour constituer une première base de données permettant de suivre les variations saisonnières du prérecrutement en Guyane. Ce site présente un grand intérêt par sa proximité du centre et l'opportunité d'une coopération avec l'équipe d'hydrologie effectuant le suivi de l'estuaire en vives-eaux à la station "ligne électrique". Cette phase du programme correspond à une période où les moyens financiers et en personnel ont fait défaut. Au bout d'un an, une station plus en aval est suivie simultanément (Cf. § 3.3.4.) La Rivière Cayenne est étudiée jusqu'à la fin de l'année 1993. Notons qu'en juin 1990 l'estuaire du Sinnamary est prospecté pour la première fois.

- **octobre 1990** : le suivi du Sinnamary est mis en place en raison du projet de construction d'un barrage hydroélectrique à une centaine de kilomètres en amont de l'estuaire. Les conséquences possibles d'un tel ouvrage sur les milieux, en particulier celui de l'estuaire, justifie de réunir des observations avant la réalisation du projet qui prévoit la mise en eau sans déforestation et donc l'immersion d'une grande étendue de forêts avec les risques de déversement d'eaux fortement désoxygénées en aval de l'ouvrage. Le suivi du Sinnamary sera poursuivi jusqu'août 1993.

- **juillet 1991** : les premières prospections sont initiées sur les fleuves Mahury et Kourou dont les estuaires sont faciles d'accès. Ces deux fleuves feront l'objet d'un court suivi : le Mahury pendant 2 mois et le Kourou pendant 5 mois.

- **Avril 1992** : les prospections systématiques commencent. Elles se poursuivront jusqu'au premier trimestre 1993. Les abondances très élevées enregistrées dès la première sortie sur l'estuaire de l'Organabo ont conduit à mettre en routine le suivi de la station. Le réseau d'observation en continu est alors constitué par les 3 estuaires de la rivière Cayenne, des fleuves Sinnamary et Organabo ; il doit permettre dès lors de disposer d'une vision spatio-temporelle du phénomène de prérecrutement sur la côte du département, les 3 sites d'observations étant réparties sur près de la moitié de l'étendue du littoral guyanais. Pendant cette période, 9 nouveaux estuaires ont pu être échantillonnés, à plusieurs reprises pour certains. On notera que, partout, la présence de postlarves de *Penaeus subtilis* en phase de montée a pu être détectée. Les prélèvements ont eu lieu à des époques différentes ; les valeurs d'abondance observées ne reflètent donc pas obligatoirement le prérecrutement moyen des zones prospectées ; dans le cas des estuaires larges, comme celui de la Mana, il est clairement apparu que la montée des postlarves n'est pas également perceptible sur toute la section du fleuve, ce qui explique la disparité des maxima enregistrés.

3.3.3. Caractéristiques des fleuves et estuaires de Guyane

On peut s'appuyer sur les travaux de Lointier (1984, 1986, 1990) pour exposer les principales caractéristiques des fleuves guyanais.

La comparaison des cartes anciennes et récentes permet de distinguer deux types d'estuaires :

- ceux dont l'embouchure est stable dans le temps : Maroni, Kourou, Rivière de Cayenne et Mahury ;
- les autres, dont le tracé de l'embouchure a évolué rapidement en raison de la présence de bancs de vase. On peut citer La Mana, l'Organabo, l'Iracoubo et la Counamama dont les embouchures ont fusionné, le Sinnamary, la Rivière de Kaw, l'Approuague et l'Oyapock.

Pour le premier type d'estuaire, les embouchures sont perpendiculaires à la ligne de rivage, une barre vaseuse est présente et les deux slikkes de vase situés de part et d'autre de l'embouchure ont une incidence sur la circulation estuarienne. Dans le second cas, on observe une forte déflexion vers l'ouest produite par l'allongement du cours au passage des bancs de vase et, dans la partie proche de l'embouchure, les fonds sont de faible profondeur.

Les eaux des fleuves guyanais se distinguent par leur acidité (le pH est de 5,5 à 6) et par leur faible minéralisation, une des plus basse au monde. Les taux de matières en suspension sont parmi les plus faibles des fleuves tropicaux. La forte turbidité observée dans les estuaires provient de la remise en suspension des vases de l'embouchure d'origine amazonienne.

La morphologie des estuaires s'intègre dans un processus dynamique côtier très actif en Guyane, fait de progression et de régression. Pour exemple, on observe actuellement la formation rapide d'îlots sur les rives droites des embouchures du Sinnamary (Photo 3.3.II), de la Rivière de Kaw et de l'Organabo, où le processus a commencé en 1993 (Photo 3.3.III). Par ailleurs, avant de connaître le processus de régression actuel qui semble avoir débuté vers 1975, mais qui s'est accéléré à partir de 1985, le fleuve Sinnamary a vu dans le passé récent une progression importante

de son embouchure ; elle se situait en 1763 à plusieurs kilomètres en amont de l'embouchure actuelle et elle s'est allongée de 6 km entre 1879 et 1937 et de 6,5 km entre 1937 et 1986 malgré le retrait amorcé depuis 1975 (fig. 3.3.III - § 3.3.4. b).

La végétation est composée de palétuviers. Le plus fréquemment il s'agit d'une association de palétuviers blancs, *Avicennia nitida*, inféodés aux eaux plus salées et des *Laguncularia racemosa*, surtout en front de mer (photo 3.3.IV). Les palétuviers rouges, *Rhizophora mangle*, se retrouvent en bordure de la zone d'*Avicennia nitida*, quand les eaux sont peu salées. Cette espèce a rarement été observée dans les estuaires que nous avons prospectés à l'exception de la Crique Malmanoury où ils peuplent un marais dessalé en amont de l'estuaire (photo 3.3.V).

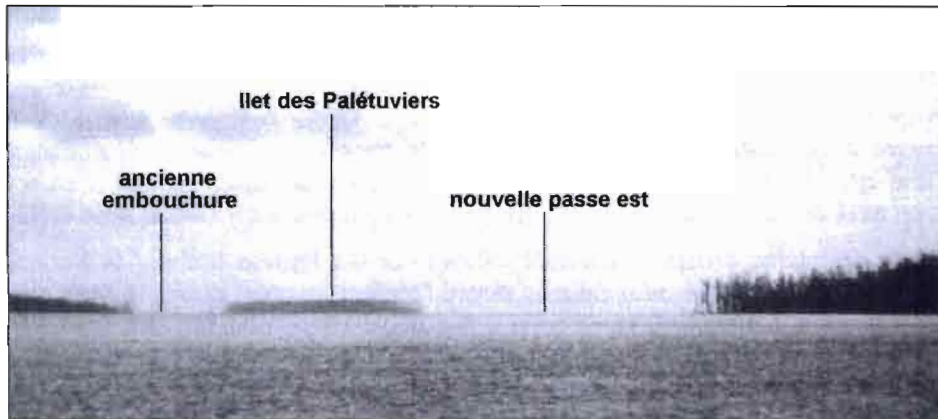


Photo 3.3.II : Vue de l'embouchure du Sinnamary à partir de la Roche Brigandin en 1992. L'érosion a formé une nouvelle passe à l'est et a isolé la partie distale de la Pointe des Palétuviers qui forme à présent un îlot. (cliché Vendeville).



Photo 3.3.III : Vue de l'embouchure de l'Organabo en décembre 1993. L'érosion a percé une brèche dans le cordon littoral de palétuviers. Aux marées hautes de vives-eaux, la mer pénètre dans la plaine vaseuse de la rive droite par la nouvelle brèche formée à l'est (cliché Vendeville).



Photo 3.3.IV : Estuaire de la crique Canceler. *Laguncularia racemosa* (premier plan) et *Avicennia nitida*. (cliché Vendeville).



Photo 3.3.V : *Rhizophora mangle* dans un marais sub-côtier de la Crique Malmanoury. (d'après Vendeville, 1993a ; cliché Vendeville).

3.3.4. Description des estuaires suivis sur une longue période et localisation des stations d'échantillonnage

3.3.4.a. La Rivière de Cayenne (fig. 3.3.II)

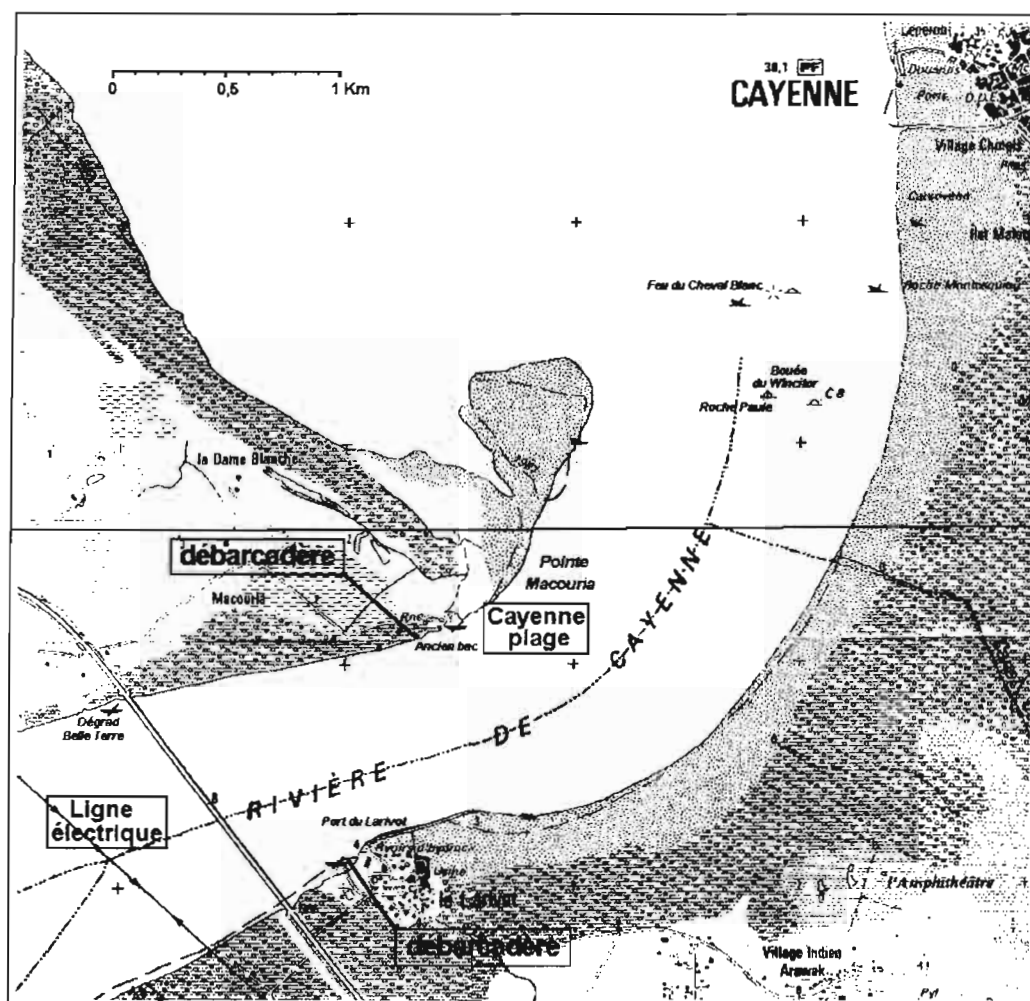


Figure 3.3.II : Estuaire de la Rivière de Cayenne et localisation des deux stations d'échantillonnage (d'après Vendeville, 1993a ; fond de carte, IGN n°4713Y).

L'estuaire de la Rivière de Cayenne est largement ouvert sur la mer au niveau de la Pointe Macouria qui est immergée à marée haute. L'embouchure qu'on peut situer entre la Roche Paule et le Feu du Cheval Blanc marquant l'entrée du chenal qui mène au port crevettier du Larivot, est distante de 4,5 km du confluent de la Rivière Cayenne et de la Rivière Montsinery, la plus importante des deux. L'estuaire est large en moyenne de 1 km. A l'exception du voisinage de la pointe sableuse de Macouria qui se prolonge par un large banc de vase jusqu'à la Roche Paule, la partie gauche du lit de l'estuaire est assez profonde. Entre la rive droite et le chenal du Larivot les fonds sont, en revanche, de faible profondeur et recouverts de vase fluide. Il subsiste une ligne de barrières chinoises pratiquement continue entre la Roche Paule et la Pointe Macouria qui sont encore en activité, destinées à la capture des poissons. Sur la rive droite, on peut encore distinguer des vestiges d'anciennes barrières chinoises construites pour la pêche aux crevettes sea-bob, mais aucune d'entre elles n'est utilisée aujourd'hui.

La première station échantillonnée, "Cayenne ligne électrique", est située en amont du pont et au milieu de la rivière, à environ 3,5 km en amont de l'embouchure et 1 km en aval du confluent. La seconde station est en amont de la Pointe Macouria, à 1 km de l'embouchure. Le courant de flot s'y fait sentir surtout après l'immersion du banc de vase qui prolonge la Pointe Macouria.

Au cours de chalutages dans cette zone, on a observé des fonds durs, probablement sableux et recouverts d'une litière végétale. On observe rarement sur cet estuaire de phénomène d'intrusion de coin salé sous-jacent, sauf après de très fortes pluies. Ceci est probablement dû à la présence de

dispositifs régulateurs des crues, aménagés pour protéger la ville de Cayenne, comme le canal de la crique Fouillé, face à la Pointe Macouria, et la Rivière du Tour de l'Île, en amont du confluent, qui relie ce bassin versant au fleuve Mahury.

On pourra se reporter aux travaux de Berthois et Hoorelbeck (1968), pour des informations plus détaillées sur les caractéristiques hydrologiques et sédimentologiques de l'estuaire de la Rivière Cayenne.

3.3.4.b. Le fleuve Sinnamary (fig. 3.3.III)

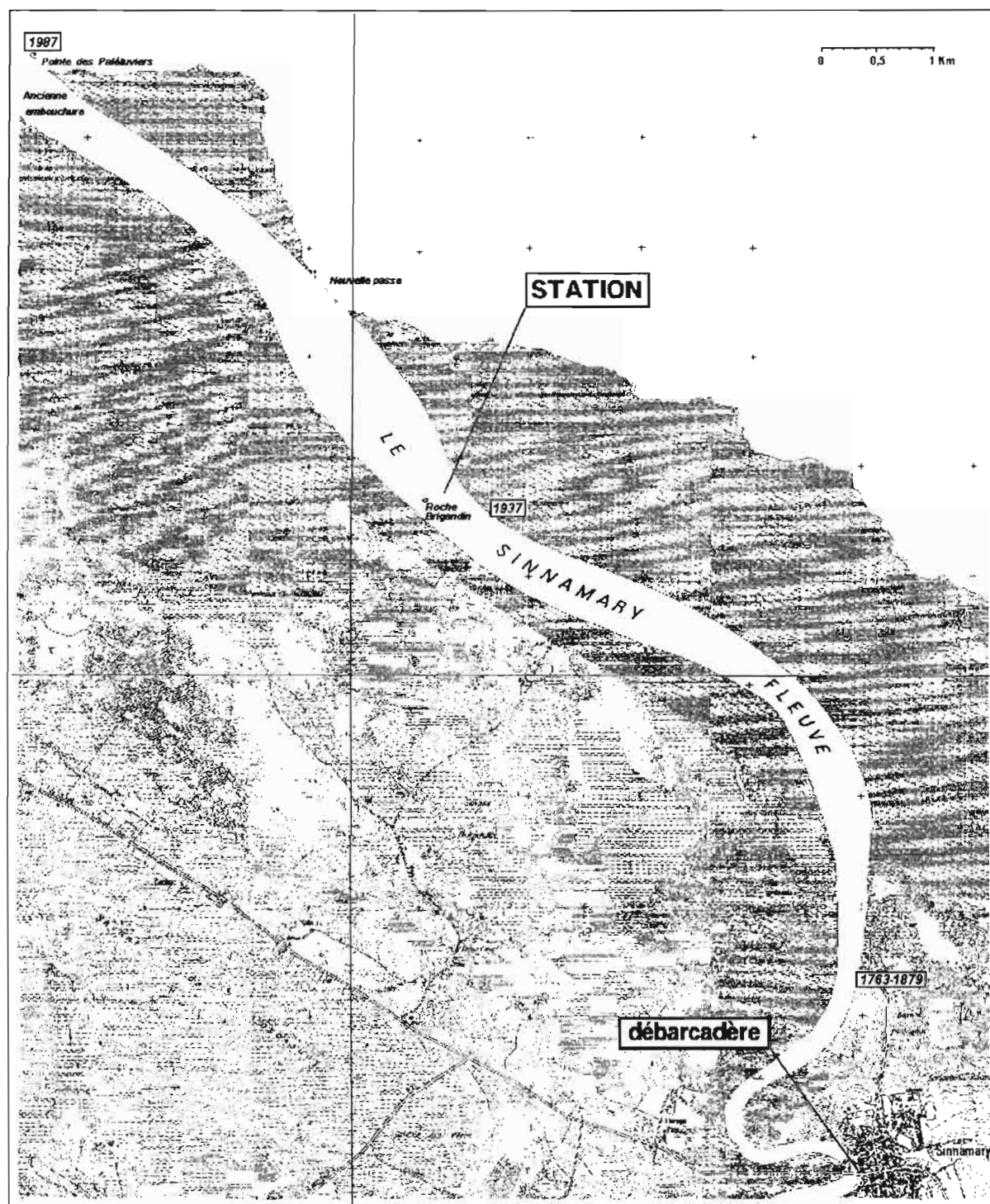


Figure 3.3.III : Estuaire du fleuve Sinnamary et localisation de la station d'échantillonnage. Les positions approximatives de l'embouchure à diverses époques sont indiquées (d'après Vendeville, 1993a ; fond de carte, IGN n°4708Y).

Le fleuve forme un coude à 5 km en aval de la ville de Sinnamary puis prend une orientation nord-ouest jusqu'à l'embouchure. L'estuaire est de type instable ; il est le siège d'une dynamique importante. Après avoir connu une période de progression, il subit depuis 1985, au niveau de son embouchure, une phase d'érosion rapide qui s'est traduite en 1987 par l'ouverture d'une brèche dans le cordon littoral, formant une nouvelle passe. La rapidité de la régression du rivage peut être appréciée en comparant la carte établie en 1987 (fig. 3.3.III) et le cliché de 1992 (photo 3.3.II).

L'hydrodynamique du Sinnamary est caractérisée par une montée des eaux salines sous-jacentes ou coin-salé, en période de flot. Ce phénomène qui se rencontre fréquemment dans les estuaires de Guyane qui ont été prospectés, a fait l'objet sur le Sinnamary d'études approfondies (Nogues, 1984 ; Lointier, 1984, 1986, 1990). Dans l'embouchure, sur la rive gauche, se déversent 3 petites criques jouant un rôle de déversoir pour la zone de mangrove à *Avicennia*, inondée aux marées hautes de fort coefficient.

La station est située à mi-chemin de la Roche Brigandin et de la rive droite. A cet endroit, le cours du Sinnamary est barré par un affleurement rocheux, sa largeur passant de 500 à 300 m. La profondeur à la station est de l'ordre de 5 m à marée basse et de 7 m à marée haute en période de vives-eaux. Les fonds sont sableux, et recouverts par endroit d'une couche de vase. La station est à 2 km de la nouvelle passe, peu profonde et barrée vers le large par un large banc de vase. Elle est distante d'environ 5 km de l'ancienne embouchure.

3.3.4.c. Le fleuve Kourou (fig. 3.3.IV)

3.3.4.d. Le fleuve Mahury (fig. 3.3.V)

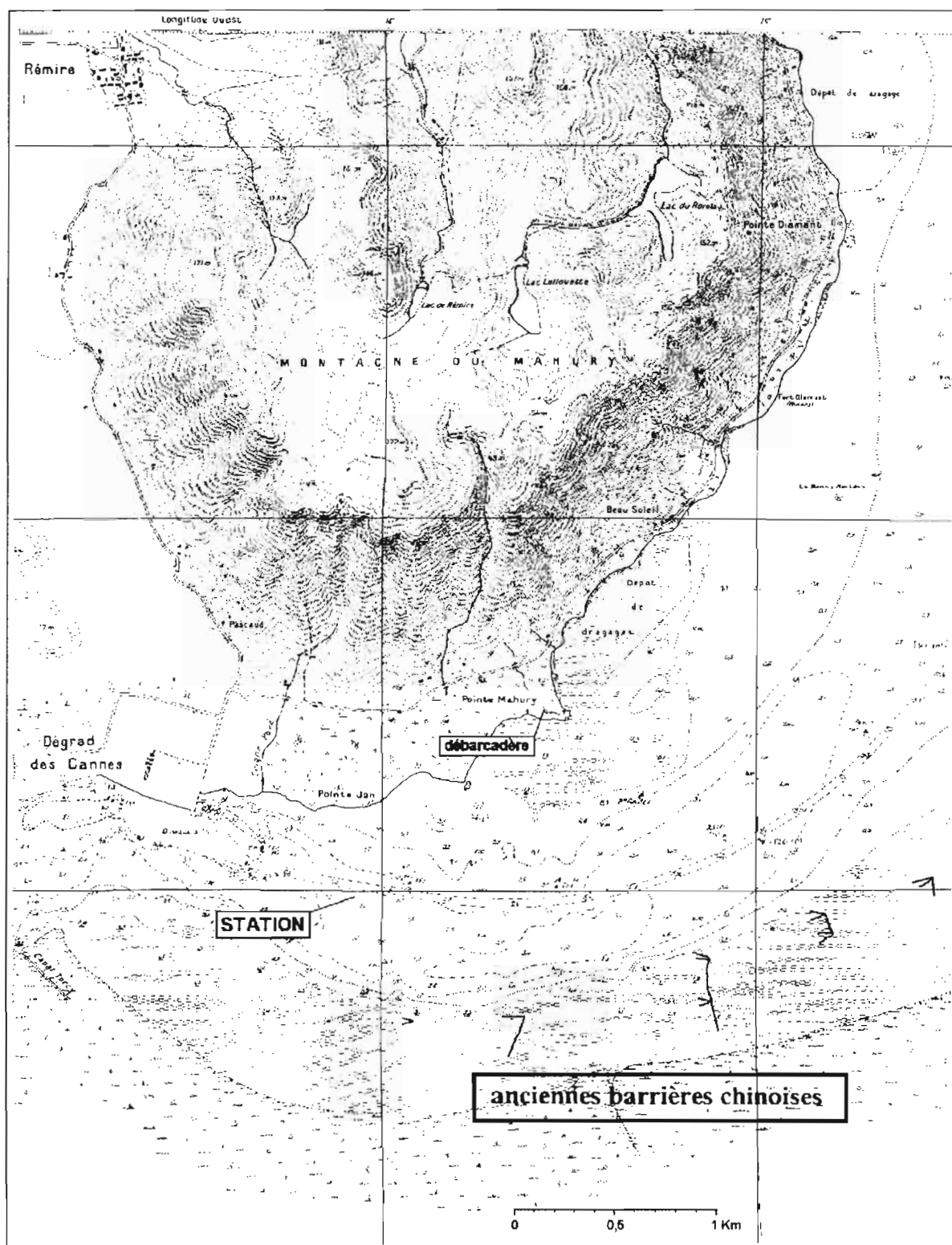


Figure 3.3.V : Estuaire du fleuve Mahury et localisation de la station d'échantillonnage (d'après Vendeville, 1993a ; fond de carte, Service Hydrographique n°6435, 1962).

L'estuaire du Mahury est en fait celui du confluent des rivières du Tour de L'Ile et de la rivière Oyac, cette dernière étant elle-même la partie aval des rivières de la Comté et de l'Orapu. L'embouchure est très large, plus de 1,5 km, mais peu profonde. Un chenal régulièrement entretenu mène au port de Dégrad-Des-Cannes, le principal port de messagerie de Guyane. Sa rive gauche est

bordée de plages de sable, ancrées sur les contreforts de la montagne rocheuse du Mahury et peuplées de cocotiers. La rive droite qui jouxte une grande plaine côtière, est couverte de bancs de vase et peuplée de mangrove à *Avicennia nitida* adultes. Entre le chenal et la rive droite, les fonds sont peu profonds et émergent à marée basse ; une épine rocheuse sépare le lit du fleuve en deux, parallèlement à la rive. Les cartes hydrographiques anciennes mentionnent la présence de barrières chinoises entre la barrière rocheuse et la rive droite.

L'estuaire est le site de courants traversiers de très forte intensité pendant le flot. Des études hydrologiques de cet estuaire ont été effectuées par l'ORSTOM dans le cadre de projet d'installation de fabrique de papier ; pour des informations plus complètes sur l'hydrodynamique de ce fleuve, on pourra se reporter aux travaux de Brugiere (1963), Berthois et Hoorelbeck (1968), Roche *et al.* (1974).

3.3.4.e. Le fleuve Organabo (fig. 3.3.VI)

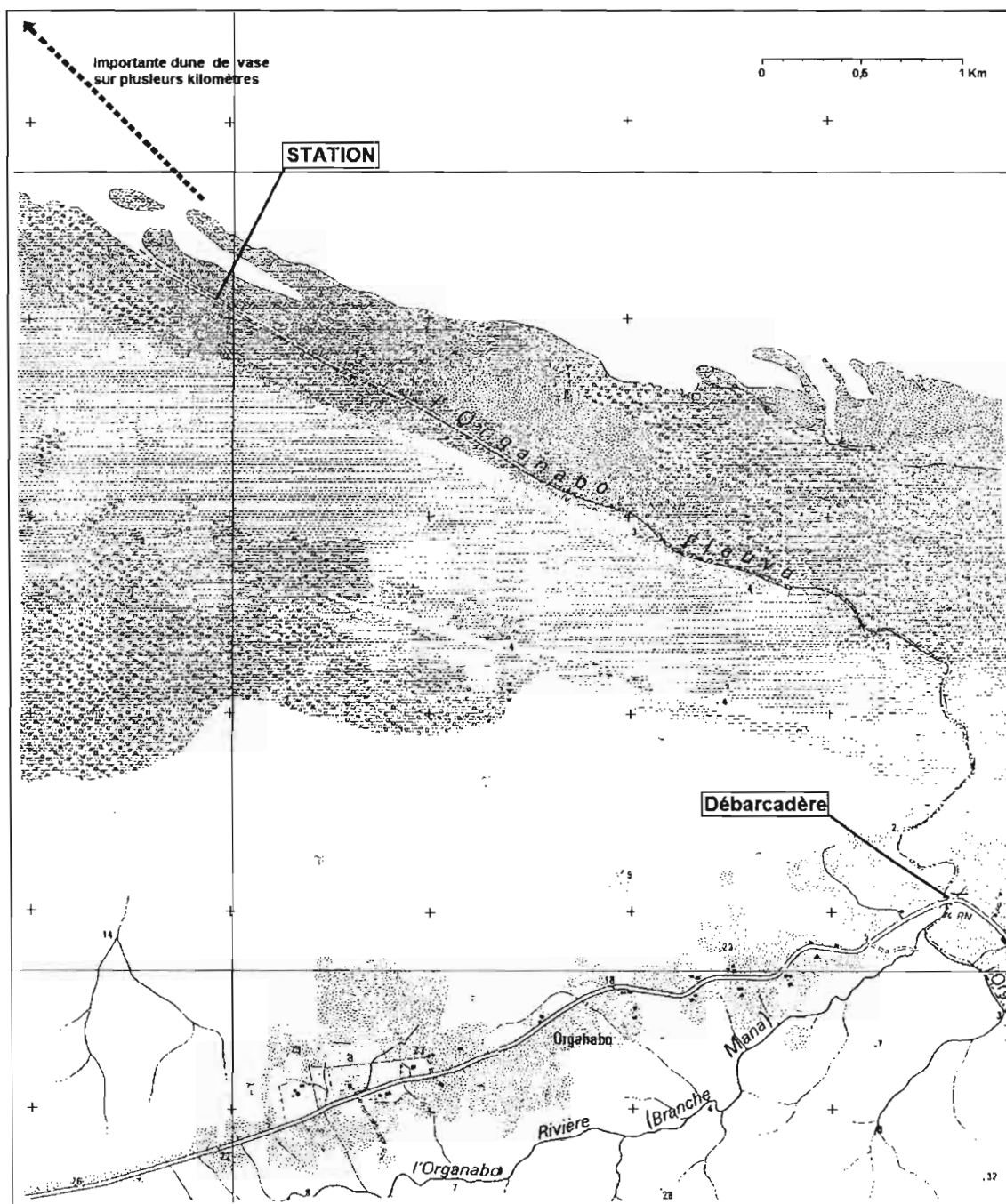


Figure 3.3.VI : Estuaire du fleuve Organabo et localisation de la station (d'après Vendeville, 1993a ; fond de carte, IGN n° 4705Y).

L'Organabo est un cours d'eau moins important par sa taille que les 4 fleuves précédents. La largeur de son lit n'excède pas 30 m à l'embouchure. Le fleuve présente dans son cours inférieur toutes les caractéristiques des estuaires instables. Après un coude à angle droit à 5 km en amont de l'embouchure, son tracé prend une orientation ouest-nord-ouest, presque parallèle au rivage. Dans la partie supérieure de son cours, l'eau présente une couleur sombre ("Coca-Cola") caractéristique, avec un pH de 5 (Prost, 1993).

Le cours du fleuve est rectiligne sur les 3 derniers kilomètres, se présentant comme un chenal de marée. On retrouve la même configuration sur l'estuaire de la Malmanoury. L'eau chargée de sédiments en suspension prend alors une couleur beige claire ("café au lait"). La forêt hydromorphe a fait place aux palétuviers, *Avicennia* et *Laguncularia*. Lorsque l'on se dirige vers l'embouchure, on traverse une zone de transition avec de nombreux troncs d'*Avicennia* adultes morts, puis sur les 2 derniers kilomètres qui séparent de l'embouchure, le fleuve est bordé de part et d'autre de terrasses hautes recouvertes d'une épaisse couche de vase, occupées par des troncs morts décapités, vestiges d'une mangrove haute morte : le "cimetière à mangrove" (photo 3.3.V), ce qui dénote des modifications dans l'espace, récentes et très rapides. Sur la rive droite de l'embouchure, la côte est bordée par un rideau étroit d'*Avicennia* adultes, dont les premiers troncs face à la mer sont morts, résultat du recul rapide de la côte sur la mer (photo 2.3.VI).



Photo 3.3.V : Terrasse haute de la rive droite de l'Organabo, site d'une mangrove haute dégénérée - "cimetière à mangrove" (d'après Vendeville, 1993a ; cliché Vendeville).



Photo 3.3.VI : Erosion de la mangrove haute d'*Avicennia nitida* sur le front de mer à l'embouchure de l'Organabo. (cliché Vendeville).

Depuis 1993 on assiste au même processus de régression que celui qui a été observé sur l'estuaire du Sinnamary avec l'ouverture d'une passe à l'est de l'embouchure actuelle.

Sur la rive gauche, la côte est bordée d'un cordon de sable qui se prolonge vers l'embouchure de la Mana. On a pu observer que le banc de vase progresse vers l'ouest, recouvrant petit à petit la plage de sable.

Au large de l'estuaire, à partir de la rive droite, s'étend une longue dune de vase, en partie découverte à marée basse, rectiligne et de direction nord-ouest, perpendiculaire à la houle. Cette dune de vase rectiligne, d'une hauteur de 2 à 3 m, s'étend sur plusieurs kilomètres au large ; elle a été mise en évidence au laboratoire d'analyse d'images satellitaires du centre ORSTOM de Cayenne à partir de données du satellite ERS1 ; son existence a été confirmée au cours de la campagne de chalutage "Epaulard" de juin 1994 (Vendeville, 1995).

La station est située à 500 m en amont de l'embouchure. A cet endroit, la largeur du fleuve est d'une trentaine de mètres et la profondeur n'excède pas 50 cm aux basses mers de vives-eaux. Le fond est recouvert de vase très fluide.

On observe sur l'Organabo le même phénomène d'intrusion de coin salé que sur le fleuve Sinnamary avec un front thermique plus marqué.

On notera également la présence de nombreuses espèces d'oiseaux de vasière à l'embouchure et sur les rives de l'estuaire, notamment les petits chevaliers *Tringa flavipes*, les aigrettes blanches, *Egretta thula*, et les ibis rouges, *Eudocimus ruber*, dont le régime alimentaire est à base de jeunes poissons et de crevettes.

3.4. Etude sur un cycle de marée

Le protocole d'échantillonnage a été mis au point dans ses grandes lignes pendant les premiers temps du programme sur la Rivière Cayenne à la station Ligne électrique. L'échantillonnage s'est tout d'abord déroulé entre la haute-mer de vives-eaux de référence de l'après-midi et la haute-mer de référence du crépuscule. A partir de mai 1989 la période d'échantillonnage est déplacée, et les prélèvements sont effectués de jour, englobant toute la période du flot de l'après-midi. C'est sur cette base que les séries de données de prérecrutement ont été constituées jusque la fin du programme. L'objectif étant de suivre les entrées des postlarves en estuaire, la plage temporelle d'échantillonnage doit couvrir toute la période de flot ; par ailleurs il est possible que la forte turbidité des eaux du flot inhibe les comportements des postlarves liés au rythme nycthéméral, ce qui, une fois admis, permet d'adopter des prélèvements de jour, plus aisés d'un point de vue technique.

Dans la plupart des cas, les observations ont lieu sur un demi cycle de marée ; quelques unes cependant ont couvert un cycle de marée complet. L'analyse de ces résultats sera présentée après avoir rappeler les caractéristiques dynamiques du phénomène ; on tentera ensuite d'expliquer les mouvements des postlarves dans les estuaires à la lumière des travaux récents sur leur comportement en réponse à des stimuli environnementaux et on en relèvera les particularismes en les mettant en relation avec les conditions environnementales propres à la région des Guyanes.

3.4.1. Observation sur un demi cycle de marée

Les variations des principaux paramètres physico-chimiques et de l'abondance des postlarves au cours du flot dans les estuaires de Guyane ont déjà été décrites dans leurs grandes lignes (Lhomme, 1989, 1991, 1996 ; Vendeville, 1993a, 1994).

3.4.1.a. Variations des paramètres physico-chimiques

L'exemple représenté à la figure 3.4.I. permet de suivre dans ses grandes lignes l'évolution de trois paramètres physico-chimiques importants de la dynamique estuarienne. On a fait également figurer l'évolution de l'abondance en postlarves au point d'échantillonnage.

- L'intensité du courant

Le flot s'établit sur ce fleuve rapidement, environ 55 mn après la basse-mer, valeur avancée pour le retard du flot dans cet estuaire en période de hautes-eaux (Berthois et Hoorelbeck, 1968). On notera que la figure 3.4.I corespond à une sortie en avril, période de pluviosité maximale en Guyane.

- La salinité

Ce paramètre décroît pendant le jusant pour atteindre son minimum à l'étape basse ; cela correspond à la descente des eaux mixtes du flot précédent. Elle augmente de nouveau 1 heure après le début du flot. Dans ce cas précis, les variations comme les valeurs maximales ne sont pas très importantes ; ceci peut s'expliquer par la dessalure des eaux marines littorales qui reçoivent un apport important

d'eaux douces à cette saison en provenance de l'Amazonie (fig. 3.4.II.) et des fleuves de Guyane (fig. 3.4.III.), comme on a pu le constater face à la presqu'île de Cayenne (fig. 3.4.IV).

- La transparence

ce paramètre indique la charge en matières en suspension ; les valeurs faibles de la transparence correspondent à de fortes charges en matières en suspension. La transparence diminue 1 heure après le début du flot. Ceci correspond au passage du bouchon vaseux. D'après Lointier (1990), l'augmentation de la teneur en matières en suspension provient de la remise en suspension des vases de l'embouchure par le jeu de l'alternance des courants de flot et de jusant, la teneur en matière en suspension des fleuves de Guyane étant très faible par rapport à celle des fleuves tropicaux. Il semble également que la salinité joue un rôle important pour permettre la floculation des vases, ce qui expliquerait le retard observé sur le flot. Dans le cas de l'estuaire de la rivière Cayenne, lorsque l'amplitude de la marée est suffisamment importante, la présence d'un deuxième pic est souvent observé. Il s'explique par la présence du banc de sable et de vase qui s'étend de la Pointe Macouria au feu du Cheval Blanc ; la dynamique se décompose alors en deux temps : un premier passage d'un bouchon vaseux venant du chenal, puis un second, au moment du franchissement par le flot du banc de Macouria.

Les valeurs et les variations de ces paramètres différeront selon les saisons et les estuaires en raison des changements de l'hydrodynamique liés à la variation des débits des fleuves, au marnage et à la géomorphologie même de l'estuaire. On observe par exemple des variations très marquées des paramètres physico-chimiques sur l'Organabo en période de basses eaux (Fig. 3.4.V), en particulier de la salinité, de la conductivité et de la température. Dans l'exemple illustré, la salinité passe de 2 à 28,5 ‰, la conductivité de 1300 à 50000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (maximum de l'échelle du conductimètre) et la température de 26 à 36°C. Il n'est pas rare d'observer en fin de jusant des valeurs très basses de ces paramètres, comme des salinités nulles et une conductivité inférieure à 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, valeurs rencontrées en amont sur les fleuves de Guyane qui se trouvent être parmi les moins minéralisés du monde (Lointier, 1990). Les variations de la température de l'eau peuvent également être très marquées, en particulier après plusieurs jours de faible vent et de faible nébulosité qui provoque le réchauffement des eaux marines sur les faibles fonds vaseux, et il arrive de constater des différences entre le jusant et le flot qui dépassent 15°C.

On retiendra que l'estuaire de l'Organabo fonctionne comme un chenal de marée et que les variations des paramètres physico-chimiques sont plus marquées que dans les autres estuaires.

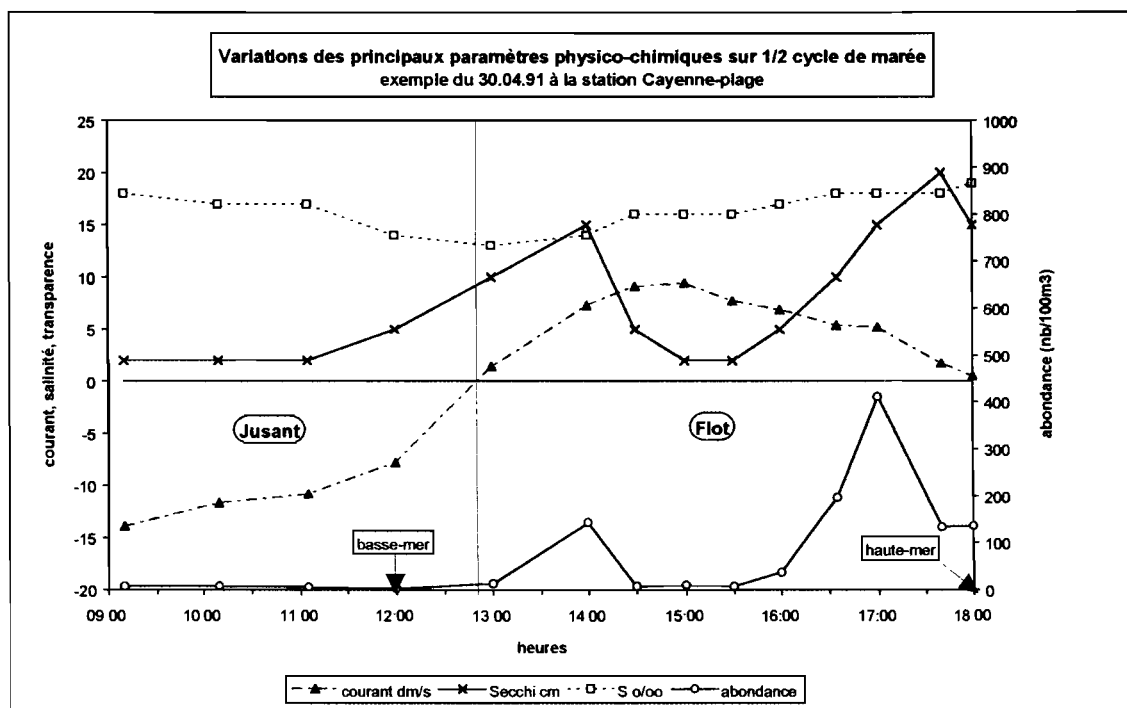


Figure 3.4.I : Variations des principaux paramètres physico-chimiques et de l'abondance en postlarves de *Penaeus subtilis* dans l'estuaire de la Rivière Cayenne à la station Cayenne-plage, le 30.04.91 (d'après Vendeville, 1993a). L'intensité du courant est notée positivement lorsque le courant est montant et négativement lorsqu'il est descendant.

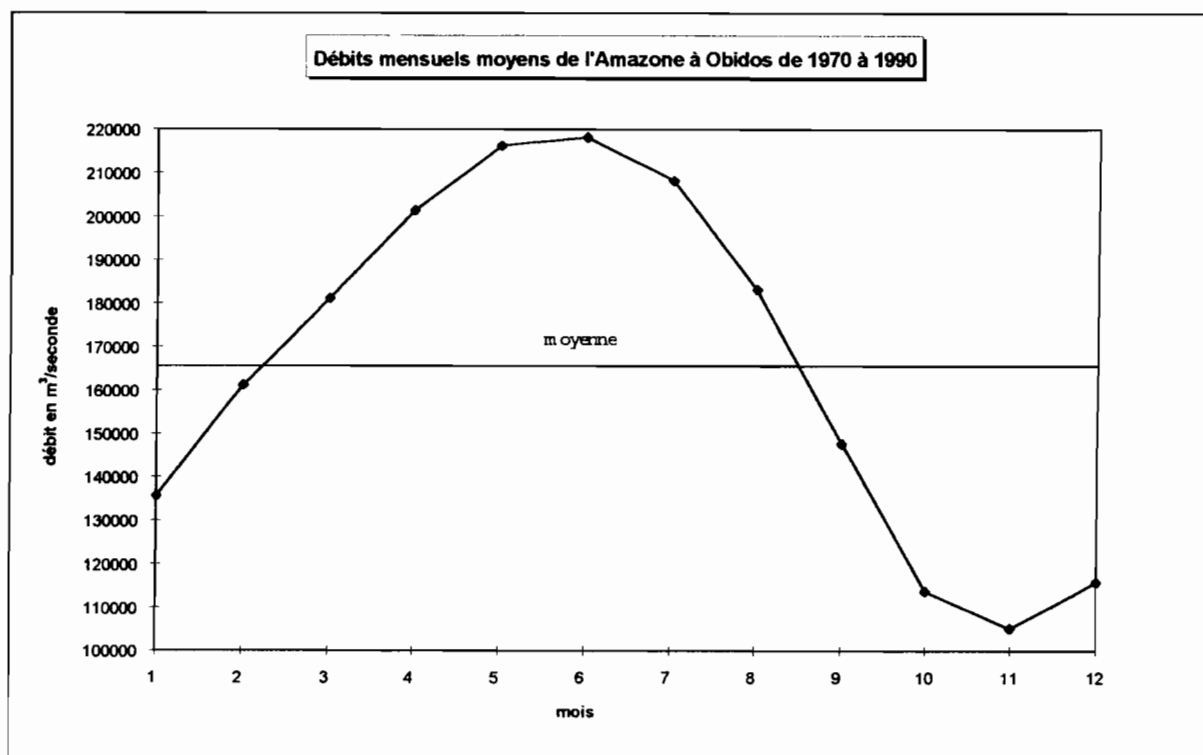


Figure 3.4.II : Débit moyen de l'Amazonie à Obidos (adapté de Vendeville, 1995 ; source ORSTOM Brésil).

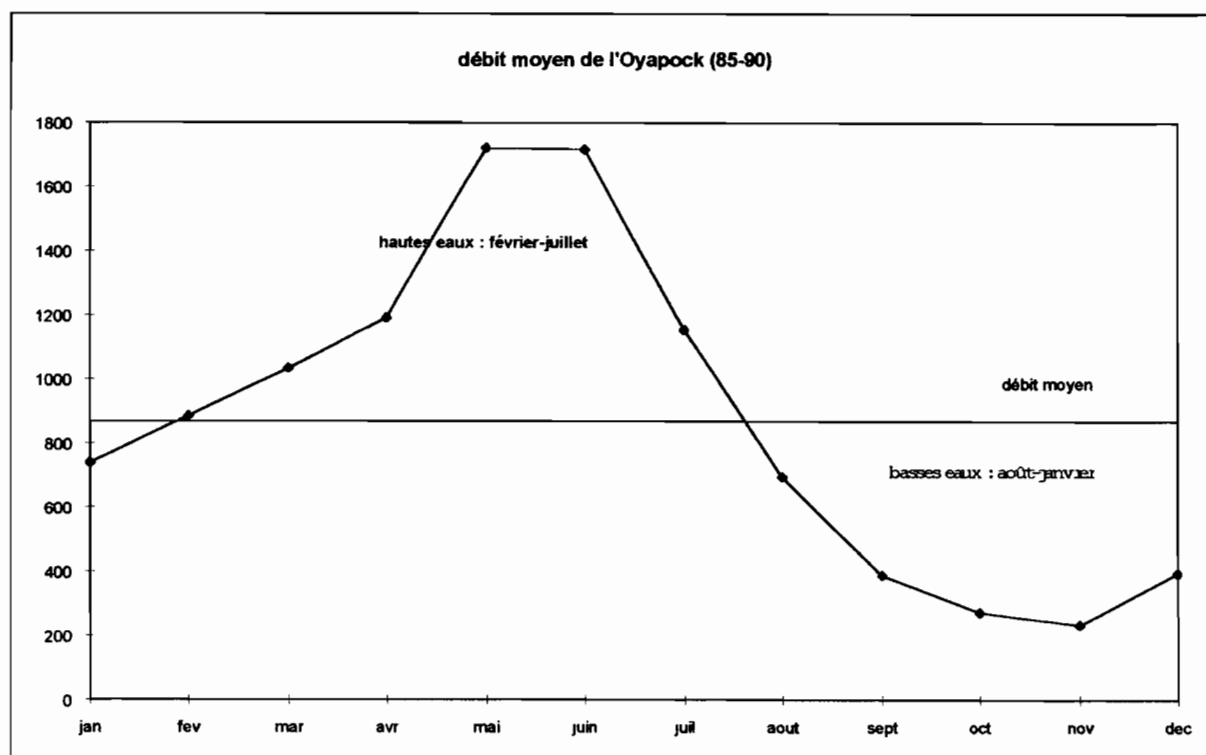


Figure 3.4.III : Débit moyen du fleuve Oyapock (source laboratoire d'hydrologie ORSTOM Cayenne).

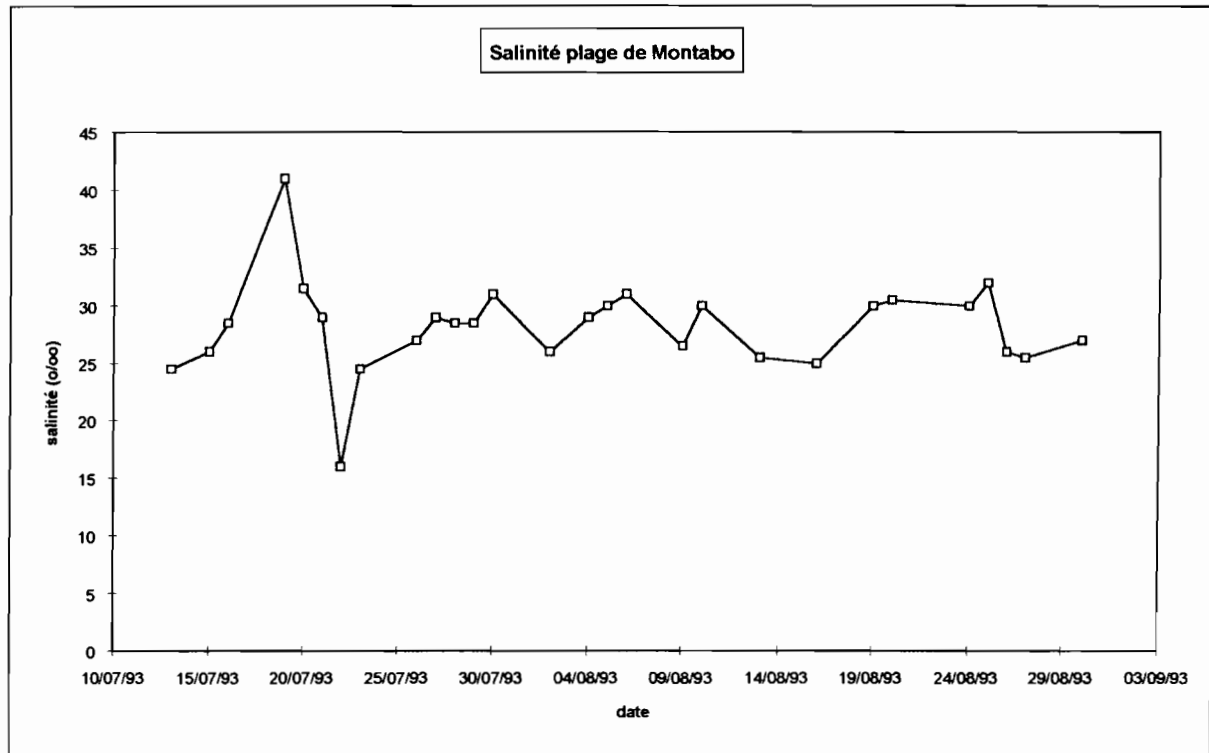


Figure 3.4.IV : Salinité observée sur 2 mois devant la presqu'île de Cayenne (d'après Vendeville, 1994).

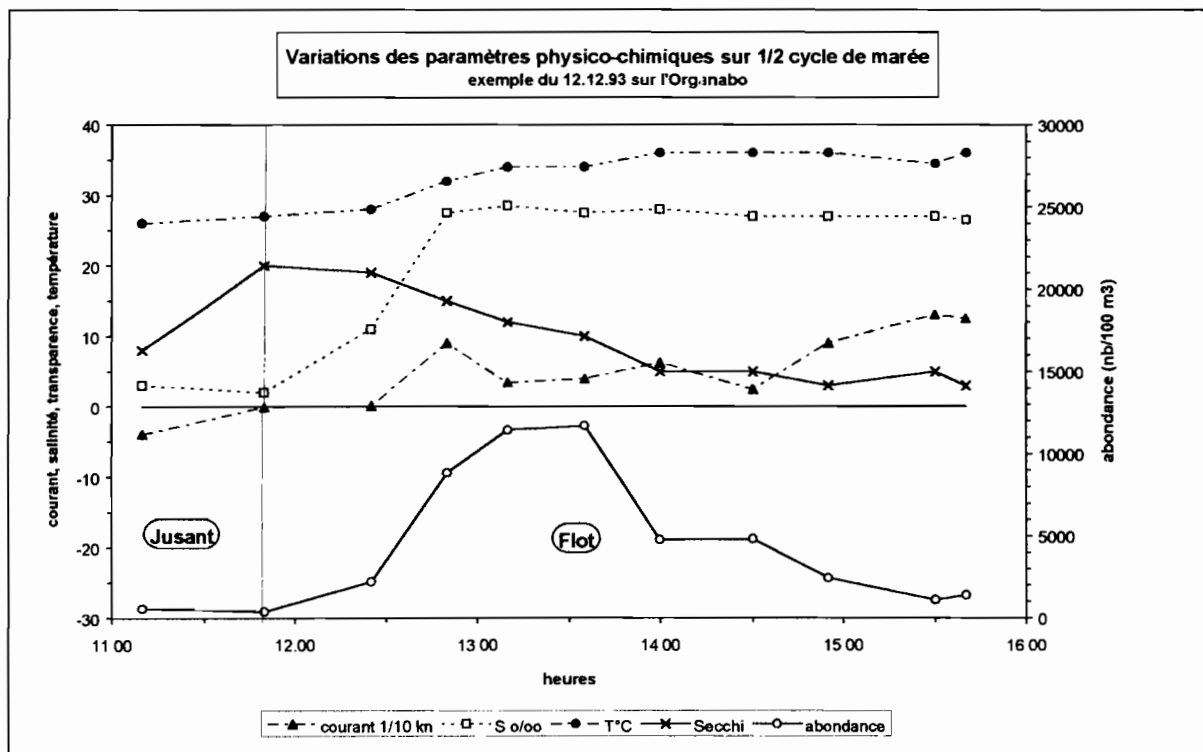


Figure 3.4.V : Variations des paramètres physico-chimiques sur l'Organabo le 12.12.93. (marée de référence aux Iles-du-Salut : basse-mer : 9 h 38 ; haute-mer : 15 h 51).

Enfin, on a pu noter fréquemment des intrusions salines sous-jacentes en vives-eaux dans bon nombre d'estuaires. Le cas du "coin salé" de l'estuaire du fleuve Sinnamary a été décrit en détail (Lointier, 1990), il peut être généralisé à la plupart des cours d'eau de Guyane où il se rencontre fréquemment en période de crue des fleuves, notamment sur l'estuaire de l'Organabo, le courant de surface diffère alors du courant de fond en sens et en intensité ; l'arrivée du flot est marquée par une

baisse de l'intensité sans que ne se produise la renverse. Les échantillonnages doivent être effectués dans la couche d'eau à proximité du fond où a lieu la montée des postlarves.

D'une manière générale, l'arrivée massive des postlarves a lieu tardivement, après le passage du bouchon vaseux qui marque le début de l'intrusion des eaux marines côtières ou marée saline et après le début de la marée dynamique. Les postlarves accompagnent donc les eaux marines côtières dans leur remontée des fleuves.

On signalera qu'une analyse détaillée des variations des paramètres physico-chimiques et environnementaux pendant le flot des marées de vives eaux sur le fleuve Sinnamary et la rivière Cayenne a été présentée par Lhomme (1996).

3.4.1.b. Variations des paramètres biologiques

- Abondances en postlarves

Dans le cadre de cette étude, on entend par paramètres biologiques les abondances en postlarves et juvéniles. A partir des deux exemples évoqués plus haut, il est possible de se faire une idée de la dynamique de l'entrée des postlarves de *Penaeus subtilis* en estuaire. En un point donné d'observation, l'abondance en postlarves augmente après le début du flot, elle passe par un maximum et diminue à nouveau avant la fin du flot.

Il apparaît sur ces deux exemples que le maximum d'abondance peut se produire avec des retards variables selon les saisons et les fleuves ; dans ce cas précis, 4 heures à Cayenne et 1,5 heure à Organabo. On notera également que la montée des postlarves est un phénomène rapide. Dans les deux exemples cités, les 3 valeurs d'abondance élevée apparaissent en 1 heure et demi.

La collecte des échantillons ne se faisant pas en continu, plus les prélèvements seront rapprochés, plus la courbe d'abondance obtenue sera proche de la courbe réelle. En tout état de cause la valeur du maximum est toujours une estimation par défaut du pic d'abondance. Les variations de l'abondance pouvant être très rapides, les effets de la taille de la maille temporelle d'échantillonnage sur l'estimation de l'indice d'abondance sont plus sensibles aux alentours du pic d'abondance. Dans l'exemple de simulation proposé à partir d'un jeu de données réelles (Cf. Fig. 3.1.I § 3.1.2), on a constaté que des prélèvements à des intervalles de 1 heure conduisent à une estimation de l'abondance 3 fois inférieure à celle évaluée avec des intervalles de 30 mn. On retiendra que la valeur maximale d'abondance comme indice d'abondance est indicative et qu'elle ne reflète pas toujours l'abondance réelle. La surface de la courbe, qui est homogène à une mesure de flux, aurait été un indice d'abondance plus robuste, mais son utilisation aurait exigé de prolonger les prélèvements beaucoup plus tard pour couvrir l'intégralité de la phase de montée des postlarves. Dans la sortie prise en exemple, les surfaces auraient été respectivement de 74 et 45 pour les intervalles de 30 mn et 1 heure. Ainsi, certains auteurs préfèrent considérer la surface des pics de montée de postlarves qui serait moins sensible à l'effet de maille temporelle, mais ceci requiert la mise en évidence au moins de l'amorce de la phase décroissante.

On remarque également (fig. 3.4.VI.) que l'apparition des pics d'abondance en postlarves pour chacune des 3 espèces de crustacés retenues dans l'analyse de nos échantillons, est d'autant plus tardive que l'espèce est inféodée aux eaux marines. C'est ainsi que *Macrobrachium* sp., espèce catadrome, dont les adultes vivent dans les eaux continentales, présente la première un pic d'abondance, suivie par *Xiphopenaeus kroyeri*, crevette pénéidé inféodée aux eaux dessalées d'estuaires et de la frange côtière, pour terminer avec *Penaeus subtilis*, l'espèce la plus marine des trois.

Dans ce cas étudié sur la Rivière Cayenne on s'est également intéressé à la distribution des 3 espèces sur la section du fleuve. Des prélèvements ont été effectués sur moins de 30 mn en 3 points : rive gauche (station Cayenne-plage), milieu du fleuve et rive droite (fig. 3.4.VII). On constate que *Penaeus subtilis* est plus abondante sur la rive gauche alors que *Macrobrachium* sp. est plus abondante dans la moitié droite du fleuve. Ceci rend compte d'une hydrodynamique complexe dans cet estuaire, liée à sa géomorphologie.

- Abondances en juvéniles

Les juvéniles de deux espèces de pénéidés étaient pris en compte systématiquement dans l'analyse des échantillons dès la fin de 1990 : *Penaeus subtilis* et *Xiphopenaeus kroyeri*. Bien que le filet à plancton utilisé ait une efficacité médiocre pour les individus de ce stade qui sont le plus souvent enfouis dans les sédiments, des captures non négligeables ont été observées. Les variations d'abondance montrent que la dynamique des juvéniles dans les estuaires au cours de la marée saline est comparable à celle des postlarves (fig. 3.4. VIII et 3.4.IX).

L'observation de juvéniles de *Penaeus subtilis* pendant leur remontée des estuaires montre en outre que des individus de cette espèce peuvent se développer en aval des stations en estuaires et que les abondances sont parfois élevées.

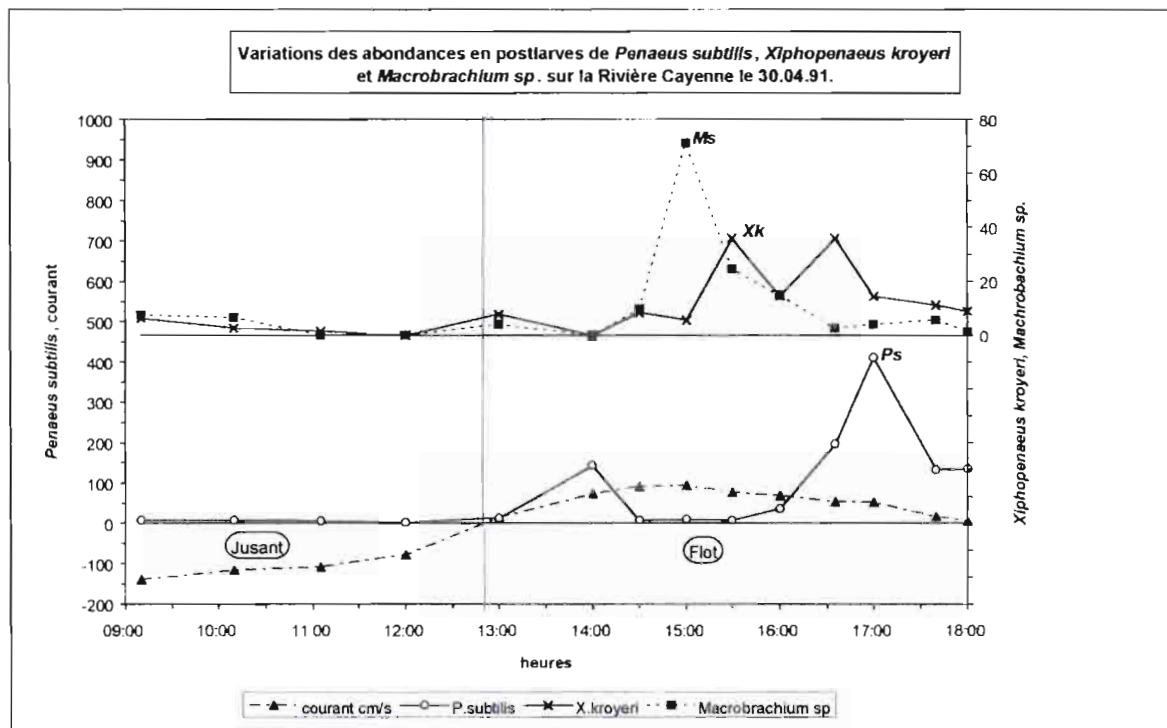


Figure 3.4.VI : Variations des abondances en postlarves de 3 espèces de crevette sur la Rivière Cayenne pendant le flo (d'après Vendeville, 1993a).

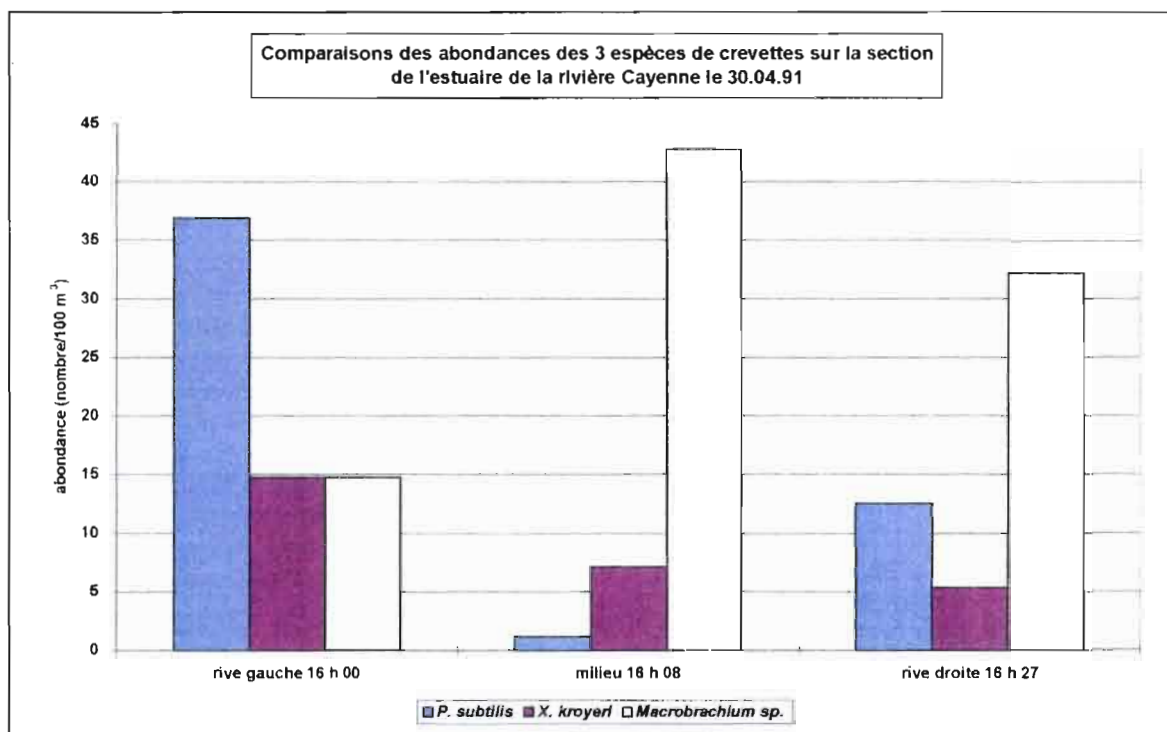


Figure 3.4. VII : Distribution des abondances en postlarves de 3 espèces de crevette sur la section de l'estuaire de la Rivière Cayenne (d'après Vendeville, 1993a).

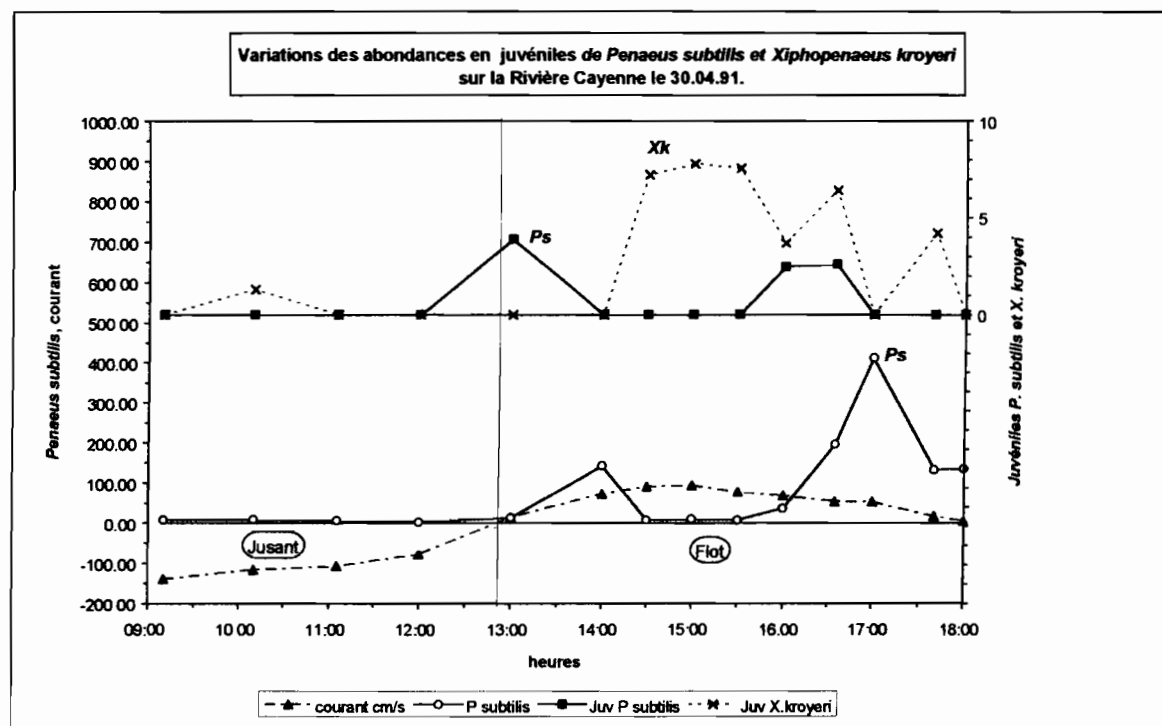


Figure 3.4.VIII : Variations de l'abondance en juvéniles de *Penaeus subtilis* (■) et de *Xiphopenaeus kroyeri* (x) au cours d'un demi cycle de marée sur la rivière Cayenne le 30.04.91, comparaison avec celles des postlarves de *Penaeus subtilis* (o).

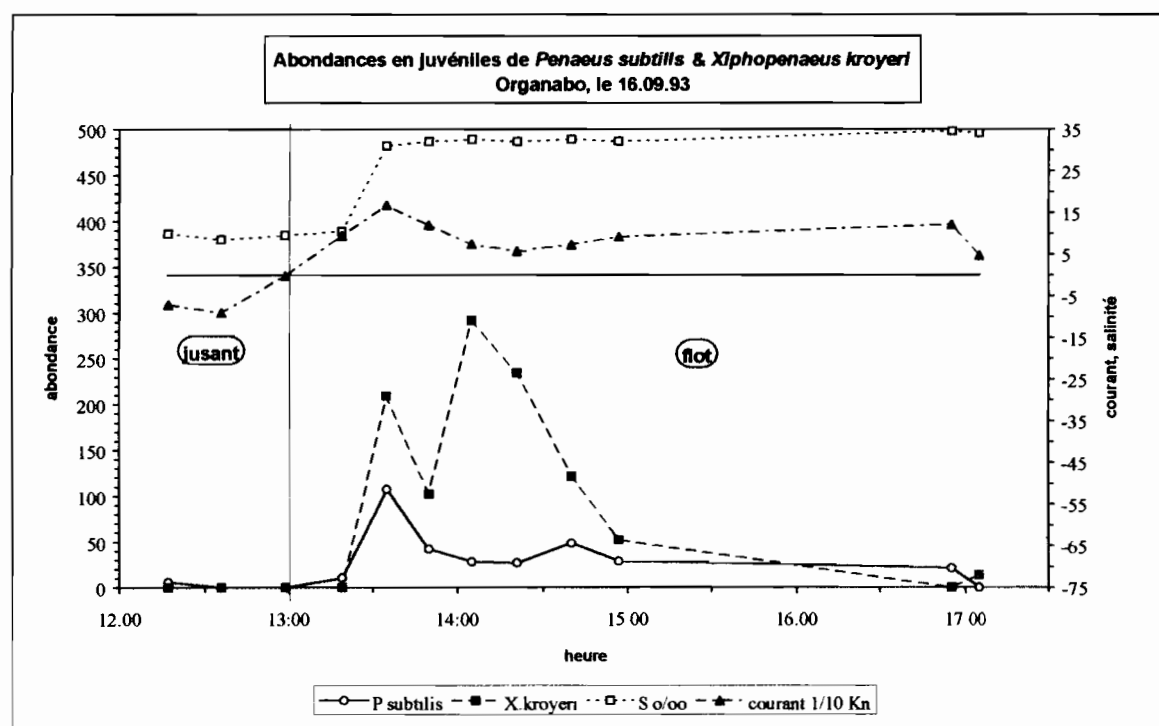


Figure 3.4.IX : Variations des abondances en juvéniles de *Penaeus subtilis* (o) et *Xiphopenaeus kroyeri* (■) au cours d'un demi cycle de marée sur l'estuaire du fleuve Organabo le 16.09.93. Les intensités de courant sont exprimées en dixièmes de noeud.

3.4.1.c. Etude du retard du pic d'abondance

Le pic de montée des postlarves en estuaire apparaît tardivement par rapport à l'heure de marée-basse et par rapport au début du flot. L'étude du retard de l'entrée massive des postlarves permet de mieux comprendre le mécanisme général du prérecrutement potentiel en estuaire où intervient la nature des eaux véhiculant les postlarves parmi les facteurs régissant leur rentrée. Le

retard du pic d'abondance sur l'heure de marée-basse de référence (Iles-du-Salut pour la Rivière Cayenne et le fleuve Organabo ; Roche Brigandin, pour le fleuve Sinnamary - source SHOM) présente une variabilité importante (fig. 3.4.X, 3.4.XI et 3.4.XII). L'origine de cette forte variabilité provient en partie de la maille temporelle d'échantillonnage très lâche dans les premières années (1 heure), réduite de moitié ensuite, mais qui reste importante face à la fugacité du phénomène étudié.

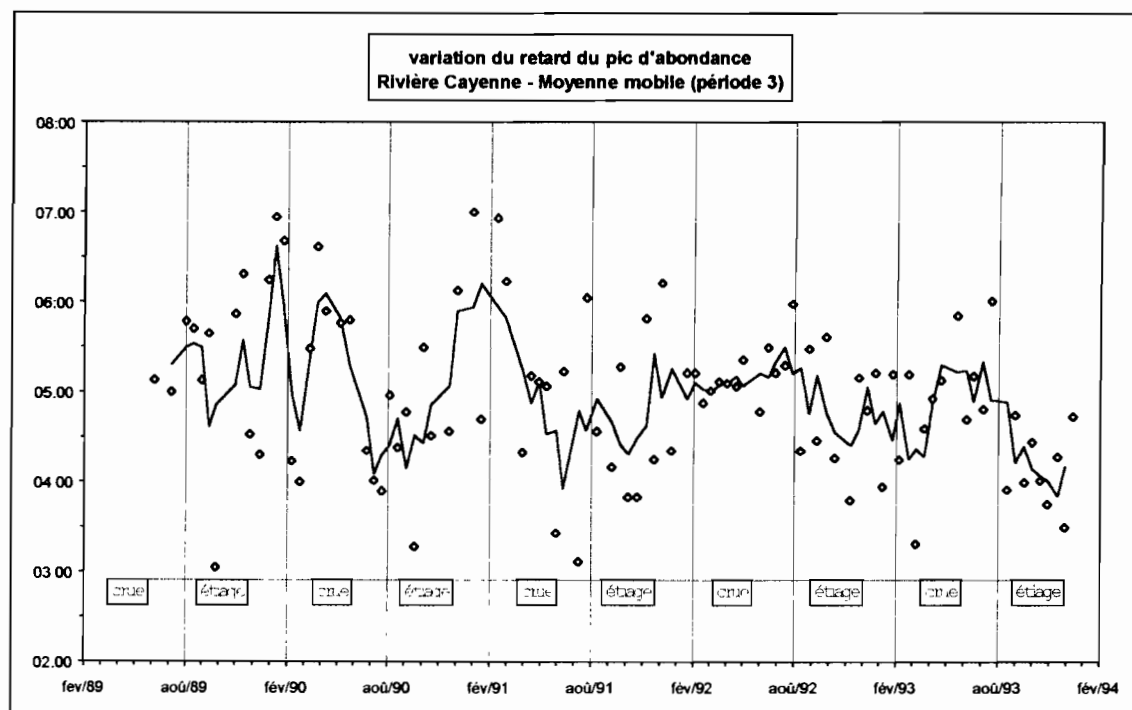


Figure 3.4.X : Variations du retard du pic d'abondance en postlarves de *Penaeus subtilis* (exprimé en heures) par rapport à l'heure de basse-mer aux Iles-du-Salut sur la rivière Cayenne. La tendance est exprimée par la courbe de la moyenne mobile.

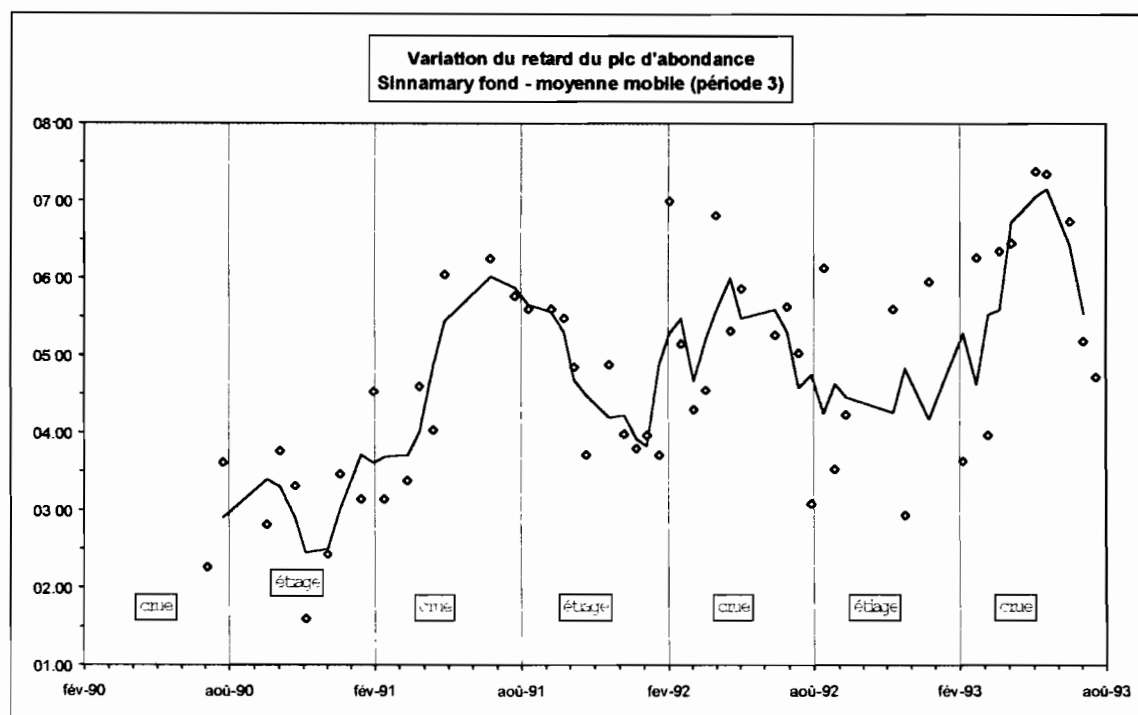


Figure 2.4.XI : Variations du retard du pic d'abondance en postlarves de *Penaeus subtilis* (exprimé en heures) par rapport à l'heure de basse-mer à la Roche Brigandin sur le fleuve Sinnamary à la station fond. La tendance est exprimée par la courbe de la moyenne mobile.

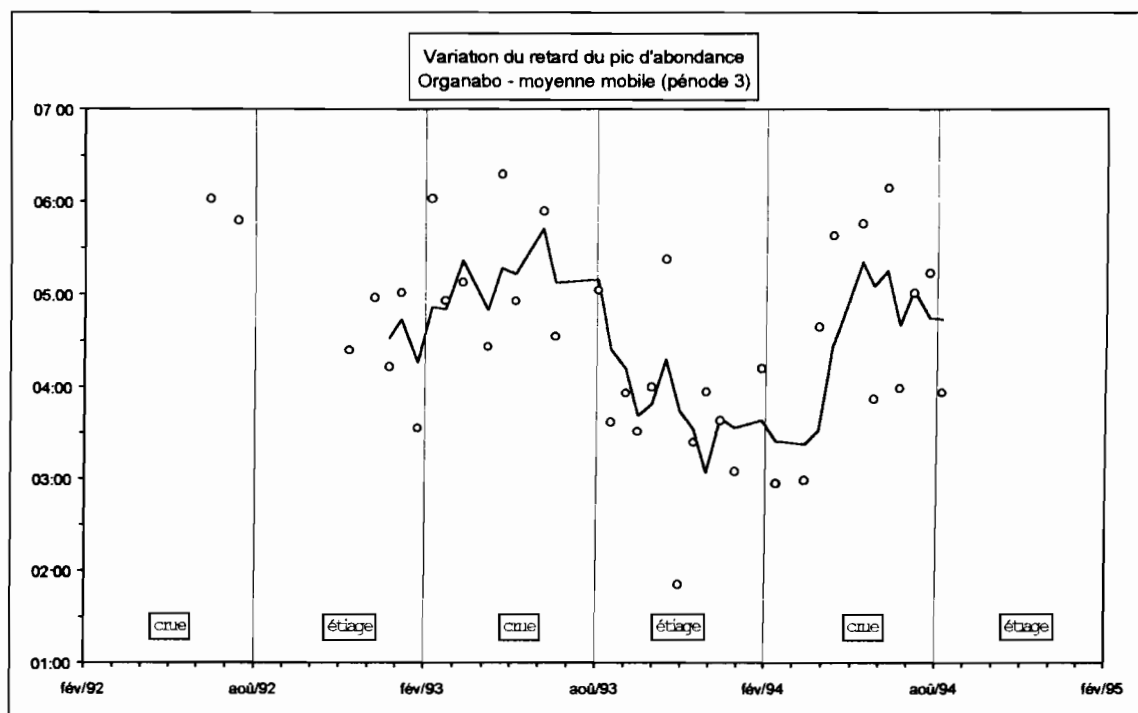


Figure 3.4.XII : Variations du retard du pic d'abondance en postlarves de *Penaeus subtilis* (exprimé en heures) par rapport à l'heure de basse-mer aux Iles-du-Salut sur le fleuve Organabo. La tendance est exprimée par la courbe de la moyenne mobile.

Cependant, la courbe de tendance, représentée par celle des moyennes mobiles de période 3, montre que le retard du pic présente des variations saisonnières marquées. On discerne globalement sur l'année une période de montée tardive et une période de montée rapide, chacune d'importance équivalente, sauf dans le cas du second semestre 1991 et du premier semestre 1992 sur la rivière Cayenne. Il apparaît que la période de montée tardive correspond à celle des hautes-eaux des fleuves de Guyane et que la période de montée plus rapide correspond à celle des basses-eaux. Les variations des débits moyens mensuels des 4 principaux fleuves de Guyane présentent une période de crue de février-mars à juillet et une période d'étiage d'août à février-mars (fig. 3.4.XIII).

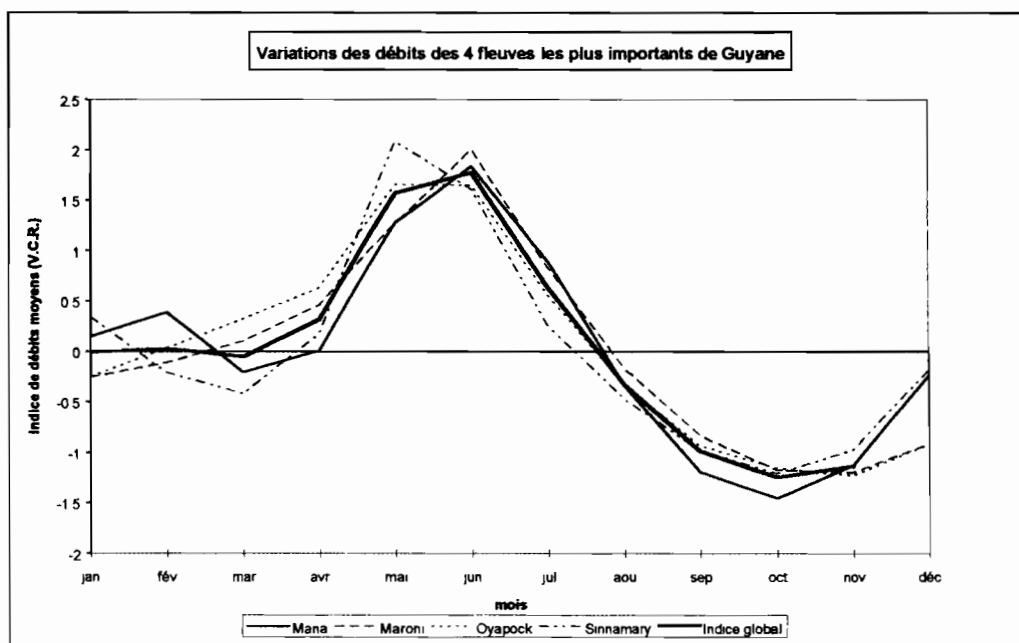


Figure 3.4.XIII : Variations des débits des 4 fleuves les plus importants de Guyane au cours de l'année. Pour chaque fleuve l'indice mensuel de débit est la variable centrée réduite des débits mensuels sur la période 84-90. Les années incomplètes ne sont pas prises en compte. L'indice global est la moyenne des indices des 4 fleuves.

Le régime du fleuve intervient sur l'arrivée de la marée saline, il joue également sur la montée des postlarves en estuaires. La forte variabilité observée du retard du pic peut également être reliée au marnage : en règle générale à un fort marnage correspond un courant de flot important et vice versa, toutes choses étant égales par ailleurs. On a donc comparé pour chacun des 3 fleuves le retard des pics d'abondance dans les conditions de crue et d'étiage, en se basant sur le modèle moyen établi sur les 4 principaux fleuves de 1984 à 90, dans les cas de marnages forts et faibles, sur la base des données du SHOM, la limite se situant à 2,2 m. Les résultats des tests sur les variances et les moyennes figurent aux tableaux 2.4.I.

Discussion

Le retard du pic d'abondance sur les 3 estuaires est tardif : entre 4 h 30 et 5 h 00 par rapport à l'heure de marée basse de référence.

Sur le Sinnamary et l'Organabo, le débit semble jouer un rôle sur le retard du pic. Un fort débit du fleuve retarde la montée des postlarves. La différence est de $\frac{3}{4}$ d'heure sur le Sinnamary et de 1 heure sur l'Organabo. Sur la Rivière Cayenne la différence des retards n'est pas significative au seuil de 5 % ; d'après Berthois et Hoorelbeck (1968), la différence du retard du début du flot sur la basse mer en hautes et basses-eaux n'excède pas 40 mn, ce qui est inférieur à l'intervalle qui sépare les prélèvements sur une grande partie de la série de données utilisée. En revanche on ne perçoit pas de différence de retard de la montée des postlarves entre les marées de marnages faible et fort pour des conditions de débit équivalentes à l'exception du Sinnamary en période d'étiage (on aurait pu s'attendre à rencontrer un retard plus important, notamment en période d'étiage, pour les marées de marnage faible ; comme sur la Rivière de Cayenne et sur l'Organabo, où la différence n'est pas significative), où la montée est plus rapide quand le marnage est faible. Il est possible qu'en marée de marnage faible, l'entrée saline par la nouvelle passe à l'est soit moins puissante et ne permette pas d'entraîner une nouvelle vague de postlarves plus importante que la première vague arrivant par l'ancienne embouchure, comme c'est le cas le plus fréquent ; on observe assez fréquemment dans les variations d'abondance deux pics successifs d'importance inégales qui peuvent être assimilés à la présence d'un gros obstacle (banc de sable de la Pointe Macouria sur la rivière Cayenne, dune de vase de la rive droite de l'Organabo).

La prise en compte de données de débits des fleuves sur des périodes identiques aux données d'abondance et des marnages en tant que variables numériques plutôt qu'en deux modalités permettra peut-être de mieux préciser l'influence du régime des fleuves et du marnage sur la montée des postlarves.

On retiendra qu'en période de crue, la montée des postlarves est ralentie, et que l'abondance maximale a lieu tardivement, lors du passage de la marée saline.

3.4.1.d La propagation du pic d'abondance

Le passage des postlarves aux stations des estuaires semble très lié à la dynamique de l'intrusion saline. La relation avec la marée saline peut être précisée par l'analyse de la vitesse de propagation du contingent de postlarves le long du fleuve. En avril 94 des prélèvements ont été effectués pendant le même cycle de marée sur 3 stations de la zone estuarienne du Sinnamary (fig. 3.4.XIV) :

- sur la "crique Saint-Laurent", le premier gros déversoir situé sur la rive gauche de l'embouchure, face à l'île formée à partir de la Pointe des Palétuviers ; c'est un cours d'eau d'une dizaine de mètres de large, et très peu profond (1 m à marée basse) ;
- au point d'échantillonnage habituel, entre la Roche Brigandin et la rive droite ;
- et au centre de la nouvelle passe ouverte à l'est de l'ancienne embouchure.

Si on compare les variations d'abondance aux 3 stations (fig. 3.4.XV) on constate que :

- Le pic d'abondance est arrivé très tôt sur la Crique Saint-Laurent, probablement avant le début de l'échantillonnage, soit moins de 2 heures et demi après la basse-mer. L'abondance est très élevée, près de 60 fois supérieure à celle enregistrée aux deux autres stations.
- A la nouvelle embouchure de la passe-est, le pic survient 4 heures après la basse-mer.
- A la Roche Brigandin, la station suivie en routine, l'abondance présente deux pics, le premier $3 \frac{3}{4}$ heures après la basse-mer et le second, 5 heures et demi après.

Tableau 3.4.1 : Comparaison du retard des pics d'abondance en postlarves de *Penaeus subtilis* sur la marée basse de référence (Iles-du-Salut ou Roche Brigandin) en fonction du débit et du marnage sur la rivière Cayenne et les fleuves Sinnamary et Organabo.

Cayenne-plage référence Iles du Salut	Crue	Etiage	Marnage faible	Marnage fort	Crue + marnage faible	Crue + marnage fort	Etiage + marnage faible	Etiage + marnage fort
Moyennes	5 h 03	4 h 52	4 h 59	4 h 54	4 h 58	5 h 08	5 h 00	4 h 38
Variance	0,6617	0,8844	0,9429	0,5695	0,7650	0,5351	1,0886	0,5002
Ecart-type	0 h 48	0 h 56	0 h 58	0 h 45	0 h 52	0 h 43	1 h 02	0 h 42
Observations	44	53	55	42	22	22	33	20
Test d'égalité des variances								
Degré de liberté	43	52	54	41	21	21	32	19
f observé	1,377		1,656		1,4298		2,1763	
F critique	0,579 - 1,727		0,553 - 1,809		0,415 - 2,409		0,420 - 2,379	
Résultat	Ho acceptée		Ho acceptée		Ho acceptée		Ho acceptée	
Test d'égalité des moyennes								
Variance pondérée	0,7747		0,7817		0,650		0,8694	
Degré de liberté	95		95		42		51	
t observé	1,049		0,493		-0,692		1,377	
P(T<=t)	0,297		0,623		0,493		0,174	
T critique	1,985		1,985		2,018		2,008	
Résultat	Ho acceptée		Ho acceptée		Ho acceptée		Ho acceptée	

Sinnamary-fond référence Roche Brigandin	Crue	Etiage	Marnage faible	Marnage fort	Crue + marnage faible	Crue + marnage fort	Etiage + marnage faible	Etiage + marnage fort
Moyennes	5 h 13	4 h 09	4 h 24	5 h 04	5 h 04	5 h 27	3 h 32	4 h 45
Variance	1,844	1,457	2,259	1,311	2,190	1,381	1,104	1,127
Ecart-type	1 h 21	1 h 12	1 h 30	1 h 08	1 h 28	1 h 10	1 h 03	1 h 03
Observations	28	26	30	24	17	11	13	13
Test d'égalité des variances								
Degré de liberté	27	25	29	23	16	10	12	12
f observé	1,266		1,723		1,586		1,020	
F critique	0,453 - 2,209		0,445 - 2,247		0,354 - 2,828		0,372 - 2,587	
Résultat	Ho acceptée		Ho acceptée		Ho acceptée		Ho acceptée	
Test d'égalité des moyennes								
Variance pondérée	1,658		1,840		1,878		1,116	
Degré de liberté	52		52		26		24	
t observé	3,048		-1,795		-0,711		-2,940	
P(T<=t)	0,004		0,078		0,484		0,007	
T critique	2,007		2,007		2,056		2,064	
Résultat	Ho rejetée		Ho acceptée		Ho acceptée		Ho rejetée	

Organabo référence Iles du Salut	Crue	Etiage	Marnage faible	Marnage fort	Crue + marnage faible	Crue + marnage fort	Etiage + marnage faible	Etiage + marnage fort
Moyennes	4 h 51	4 h 04	4 h 35	4 h 27	4 h 52	5 h 00	4 h 14	3 h 52
Variance	1,040	0,811	0,667	1,554	0,623	1,725	0,556	1,140
Ecart-type	1 h 01	0 h 54	0 h 49	1 h 14	0 h 47	1 h 18	0 h 44	1 h 04
Observations	22	17	20	19	11	12	8	7
Test d'égalité des variances								
Degré de liberté	21	16	19	18	10	11	8	7
f observé	1,282		0,429		0,361		0,488	
F critique	0,375 - 2,665		0,388 - 2,576		0,284 - 3,526		0,204 - 4,899	
Résultat	Ho acceptée		Ho acceptée		Ho acceptée		Ho acceptée	
Test d'égalité des moyennes								
Variance pondérée	0,941		1,099		1,200		0,829	
Degré de liberté	37		37		21		15	
t observé	2,532		0,435		-0,299		0,813	
P(T<=t)	0,016		0,666		0,768		0,429	
T critique	2,026		2,026		2,080		2,131	
Résultat	Ho rejetée		Ho acceptée		Ho acceptée		Ho acceptée	

Interprétation

Dans la Crique Saint-Laurent, les eaux marines côtières entrent très tôt en raison de la proximité de l'ancienne embouchure et du faible débit du cours d'eau. Le pic d'abondance dans la crique indique le passage des postlarves dans l'ancienne embouchure. A la Roche Brigandine située à environ 3,5 km en amont, un premier pic d'abondance est enregistré 1 heure un quart après : ce délai correspond à une vitesse de propagation de l'ordre de 1,5 noeud, ce qui est l'ordre de grandeur du flot. Les eaux marines côtières atteignent plus tardivement la station de la passe-est, en raison de l'accumulation de slikkes importantes ; il est donc nécessaire que la hauteur d'eau atteigne un niveau suffisant pour que s'établisse le flot au dessus de cette barrière de vase. On peut interpréter le second pic d'abondance, dans ce cas présent, plus important, comme correspondant au contingent de postlarves entrant avec les eaux marines côtières par la nouvelle passe. La vitesse de propagation est de l'ordre de 1 noeud.

La vitesse de déplacement des postlarves au cours de leur rentrée en estuaire est comparable à celle de la marée saline. Les postlarves utilisent le mouvement d'oscillation des eaux marines côtières pour pénétrer dans les estuaires.

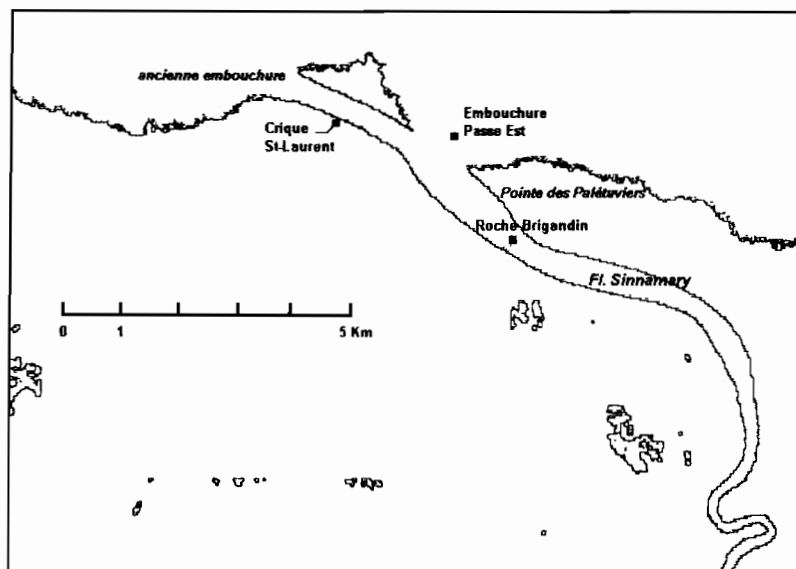


Figure 3.4.XIV : Localisations des 3 stations échantillonnées le 5 mai 1993 dans la région de l'estuaire du Sinnamary.

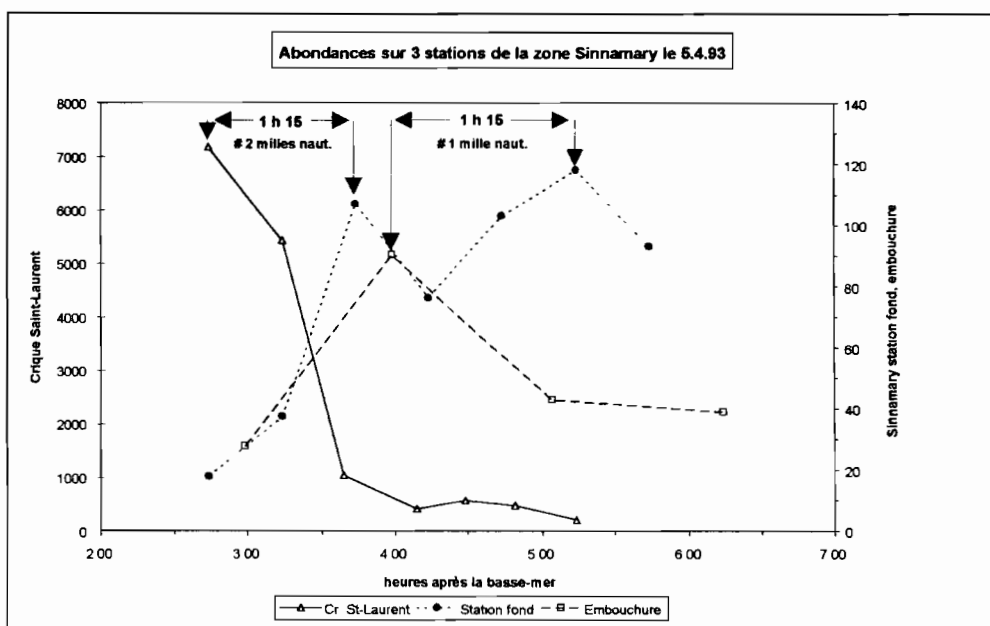


Figure 3.4.XV : Variations des abondances en postlarves de *Penaeus subtilis* sur 3 stations de la zone de l'estuaire du Sinnamary (d'après Vendeville, 1994).

3.4.1.e. Variation de l'abondance sur un demi-cycle lunaire - rythme tidal

Le protocole expérimental prévoyait des échantillonnages en vives eaux, c'est à dire alternativement en pleine lune et nouvelle lune. Généralement l'activité des postlarves de pénéidés augmente aux alentours de ces deux phases lunaires. On a voulu suivre l'importance des entrées en estuaire sur un demi-cycle lunaire à une période de forte abondance sur l'Organabo où les valeurs les plus élevées ont été enregistrées. Six séries d'échantillonnage ont été effectuées entre la pleine lune et la nouvelle lune en estuaire et en mer. Les prélèvements en estuaire ont eu lieu à la station habituelle, les prélèvements en mer à une distance de 1 à 3 km de la côte et de 5 à 15 km à l'ouest de l'embouchure. Les résultats obtenus à chaque échantillonnage sont représentés sur les figures 3.4.XVI a) à 3.4.XVI f) en coordonnées logarithmiques pour disposer d'une échelle commune à toutes les séries.

- dans l'estuaire, les courbes d'abondance suivent le modèle classique observé en vives-eaux, avec un maximum aux alentours de 5 heures après la basse-mer de référence. La valeur des pics d'abondance diminue aux abords du dernier quartier et l'intensité maximale du courant de flot diminue également pour atteindre un minimum un jour après le dernier quartier. A la nouvelle lune l'abondance en postlarves et l'intensité du courant de flot retrouvent des valeurs élevées.

- En mer, les variations d'abondance n'ont pas montré de tendance ; on ne discerne pas de maximum liés à la marée ; pour cette raison, on a adopté comme indice d'abondance en mer la moyenne des valeurs enregistrées. De la pleine lune à la nouvelle lune, l'abondance a tendance à augmenter.

Les variations des indices d'abondance en estuaire et en mer sur le demi-cycle lunaire sont représentées sur la figure 3.4. XVII. On note que l'abondance en mer augmente de façon quasi monotone de la pleine lune à la nouvelle lune, avec cependant une légère diminution aux abords des mortes-eaux. En revanche, en estuaire l'abondance présente un minimum bien marqué aux alentours du dernier quartier et les fortes abondances sont observées en vives-eaux.

Le rapport de l'abondance des postlarves en estuaire et sur celle des postlarves en mer est un indice relatif d'abondance permettant de mesurer l'importance de la rentrée dans le fleuve ; il tient compte de la population en postlarves présente sur la frange littorale à une période donnée et susceptible de rentrer dans les estuaires. La courbe représentant les variations de cet indice relatif d'abondance présente une forme en cloche renversée comme la courbe des variations du marnage (fig. 3.4. XVIII). Il semble donc que l'entrée massive des postlarves de *Penaeus subtilis* en estuaire se produise aux abords des vives-eaux, en pleine lune et en nouvelle lune. Ces résultats montrent que l'activité des postlarves de *Penaeus subtilis*, comme pour d'autres espèces de pénéidés (cette question sera plus développée plus loin), a un rythme tidal marqué en mer comme dans le processus d'entrée en estuaire, l'activité des postlarves augmentant avec le marnage, stimulées par les variations de pression hydrostatique les plus fortes. Dans le processus de rentrée en estuaire, les variations rapides et de fortes amplitudes aux alentours des vives-eaux montrent que le rythme lunaire se superpose au rythme tidal et prédomine. Le rythme lunaire a tendance à s'atténuer dès qu'on s'éloigne de la pleine lune ou de la nouvelle lune pour laisser place à la stimulation tidale. L'amplitude de la marée semble donc jouer un rôle plus sensible sur l'abondance des postlarves rentrant dans l'estuaire que sur le retard du pic sur la marée basse de référence.

3.4.2. Observation sur un cycle de marée complet

3.4.2.a. Description générale - premières observations

Des opérations d'échantillonnage sur un cycle de marée complet ont été conduites au début du programme sur la Rivière Cayenne à la station Ligne-électrique. Quelques échantillonnages ont couvert 24 heures ; l'analyse de leurs résultats dans le détail révèle des particularismes régionaux qui vont à l'encontre du modèle classique du prérecrutement de pénéidés en estuaire. Sur l'exemple donné à la figure 3.4.XIX., on retrouve dans ses grandes lignes le même type de dynamique des principaux facteurs physico-chimiques.

- Le flot débute 1 heure après la marée basse et la renverse se produit 1 heure et demi après la haute-mer.

- Lorsque le flot s'établit la salinité augmente pour atteindre un maximum à la haute-mer et diminue jusqu'à la fin de jusant. Ces deux paramètres permettent de suivre la marée saline au cours du cycle de marée.

Un fait plus marquant ressort de l'étude sur un cycle complet de marée. On constate en effet que l'abondance en postlarves de *Penaeus subtilis* présente plusieurs pics bien individualisés, situés alternativement pendant le flot et le jusant. **Il apparaît clairement que la montée des postlarves au**

cours du flot est suivie, au moment du retrait des eaux salines au jusant d'une sortie comparable en importance, si on tient compte de la faible précision qui résulte d'échantillons récoltés à 1 heure d'intervalle (Cf. § 3.1.3 et 3.4.1.b). L'existence de ce pic de jusant ou de sortie a d'ailleurs pu être mis en évidence sur les 3 fleuves qui ont été suivis sur une longue période avant 1992; en effet, lorsque l'échantillonnage commence en fin de jusant, la courbe d'abondance révèle la présence du pic de descente qui suit la montée du flot nocturne (fig. 3.4.XX à 3.4.XXIII). On peut donc penser que le phénomène de descente des postlarves peut être généralisé sur tous les estuaires de Guyane.

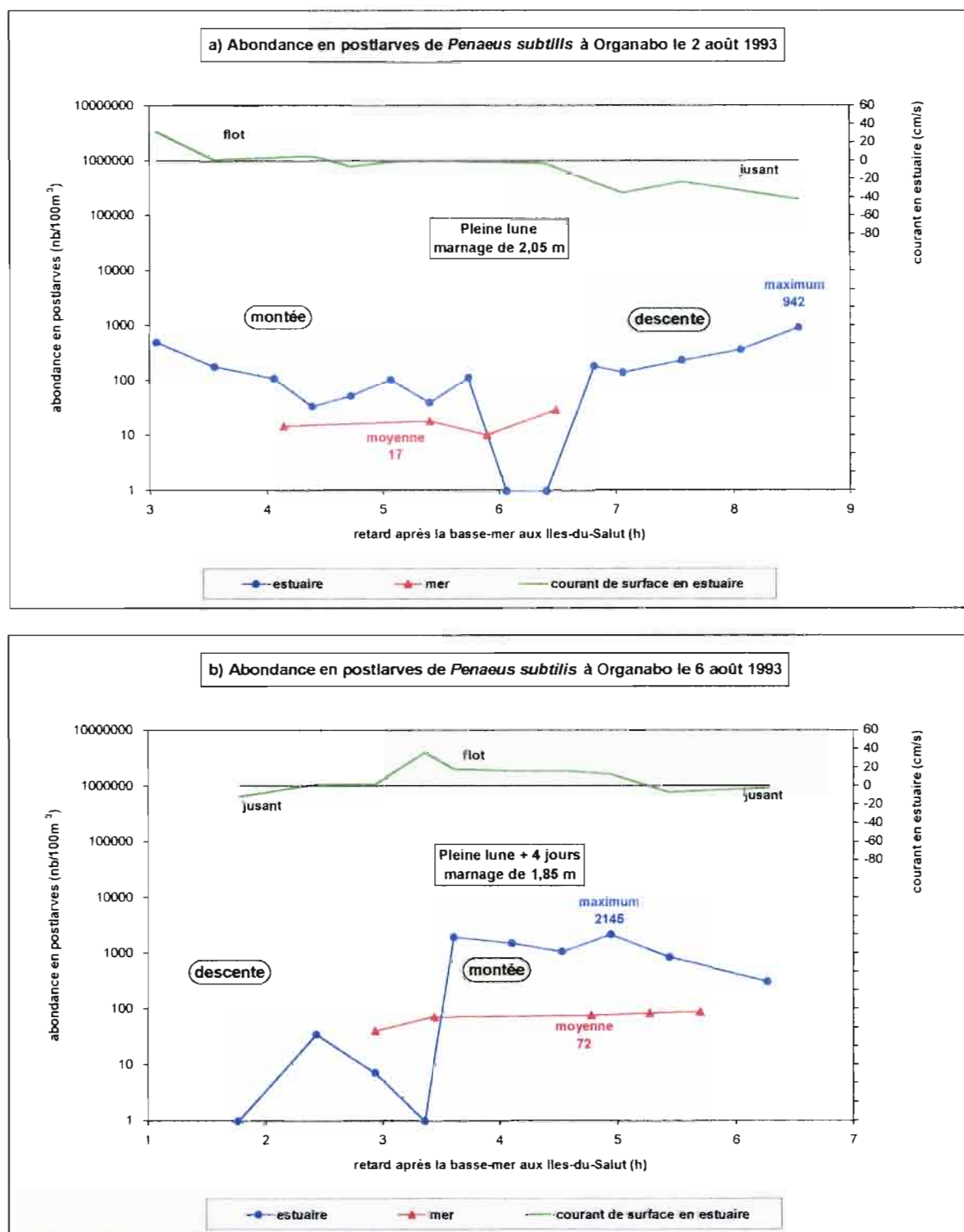


Figure 3.4.XVI a & b : Variations de l'abondance en postlarves de *Penaeus subtilis* en estuaire et en mer dans la région de l'estuaire de l'Organabo. Etude sur un demi-cycle lunaire (d'après Vendeville, 1994).

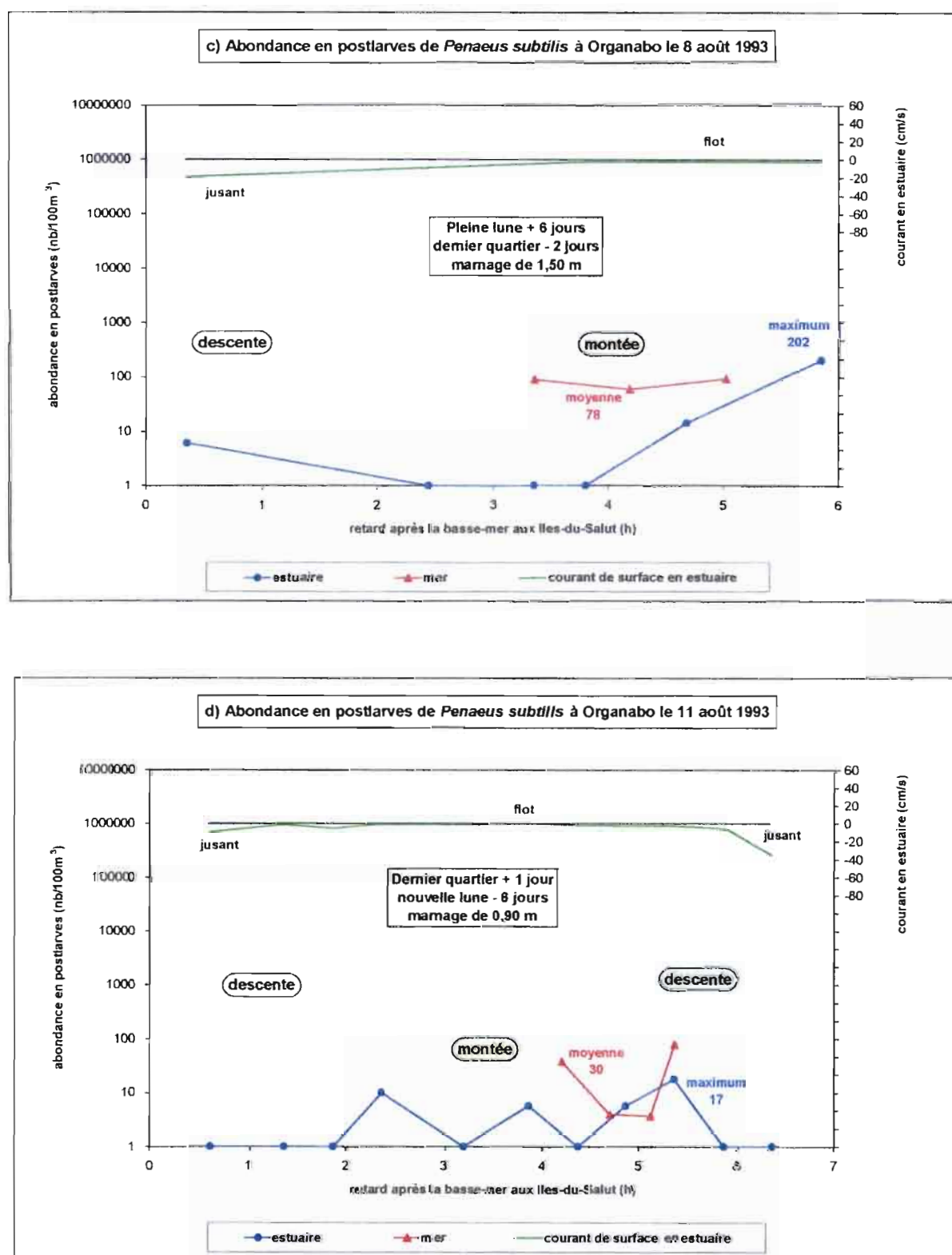


Figure 3.4.XVI c & d : Variations de l'abondance en postlarves de *Penaeus subtilis* en estuaire et en mer dans la région de l'estuaire de l'Organabo. Etude sur un demi-cycle lunaire (d'après Vendeville, 1994).

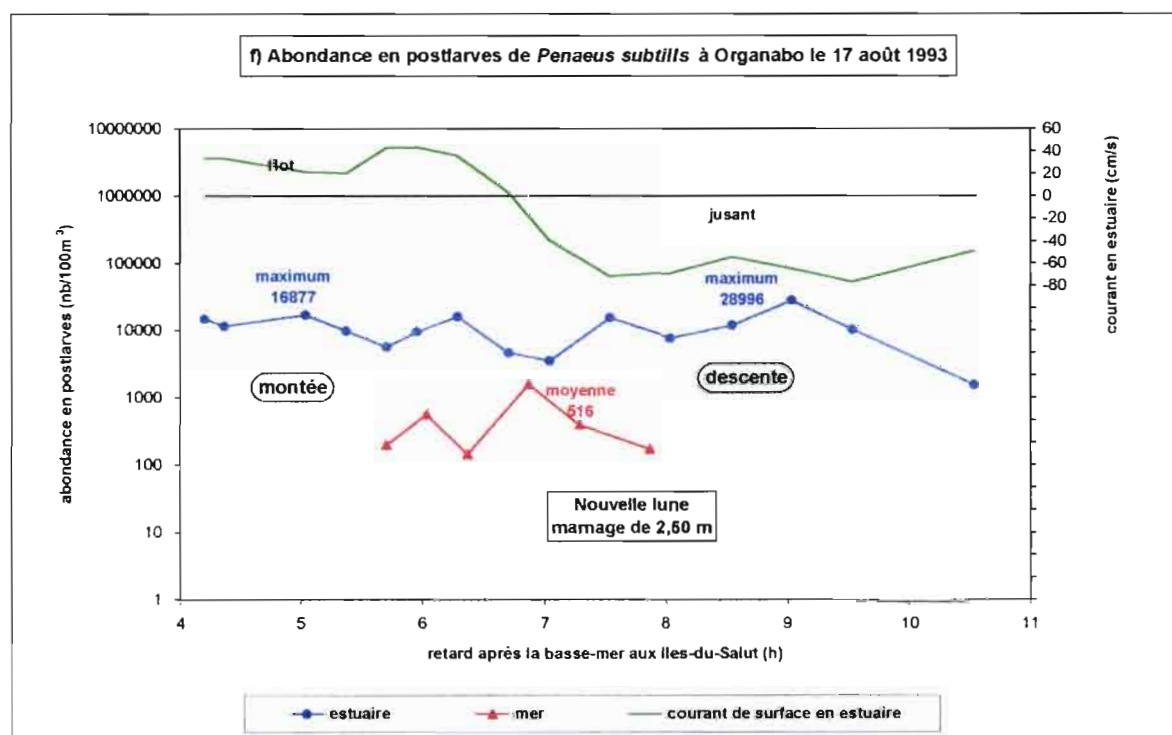
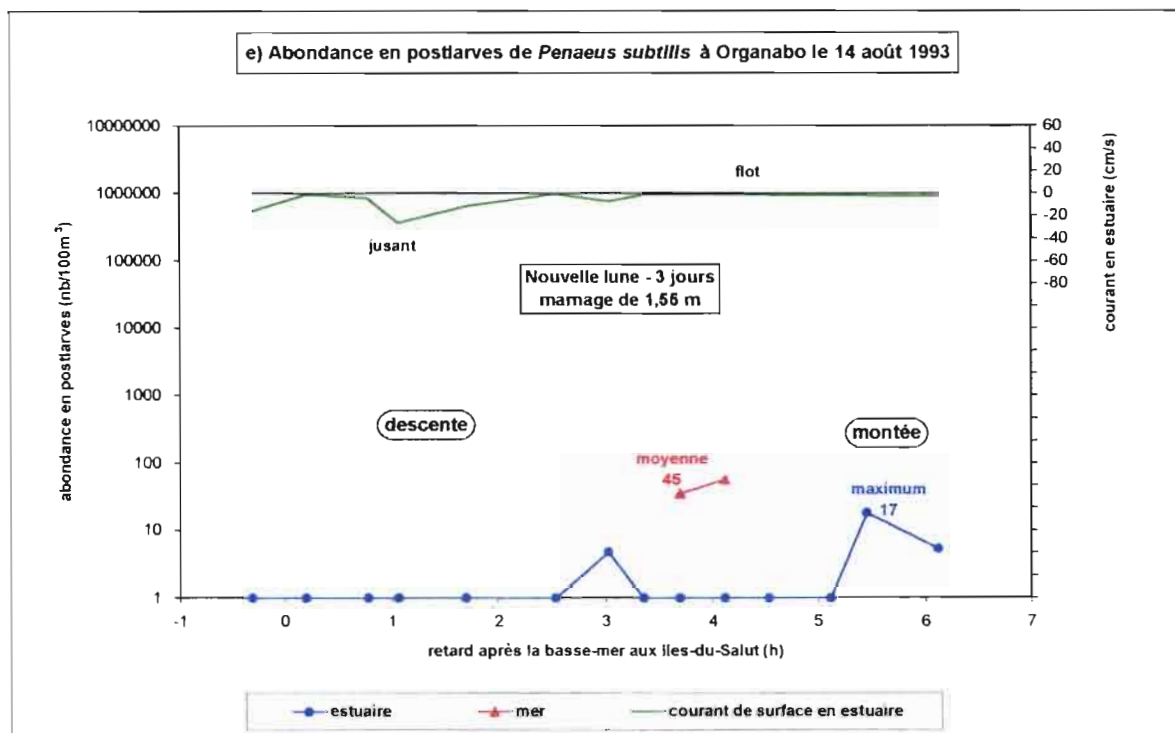


Figure 3.4.XVI e & f : Variations de l'abondance en postlarves de *Penaeus subtilis* en estuaire et en mer dans la région de l'estuaire de l'Organabo. Etude sur un demi-cycle lunaire (d'après Vendeville, 1994).

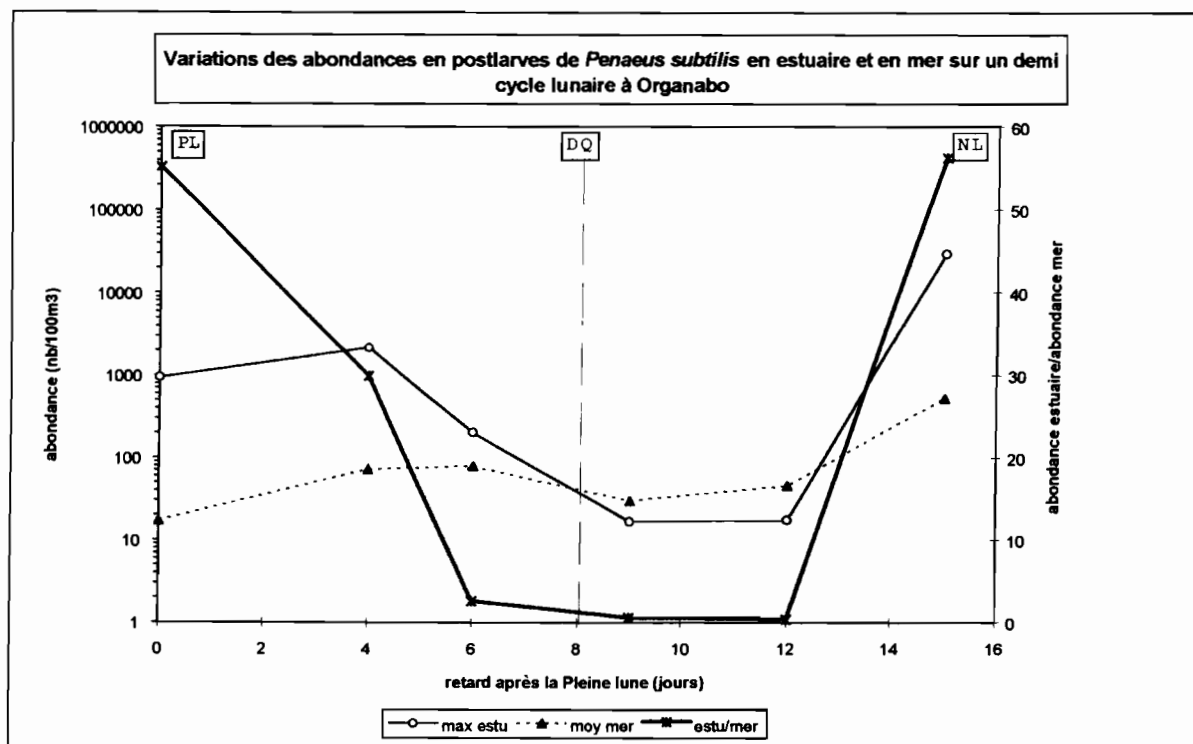


Figure 3.4.XVII : Comparaison des indices d'abondance des postlarves de *Penaeus subtilis* en estuaire et en mer sur un demi-cycle lunaire. L'indice d'abondance en estuaire est la valeur maximale de l'abondance observée et l'indice d'abondance en mer est la valeur moyenne des abondances, exprimés en nombre/ 100 m³ (d'après Vendeville, 1994).

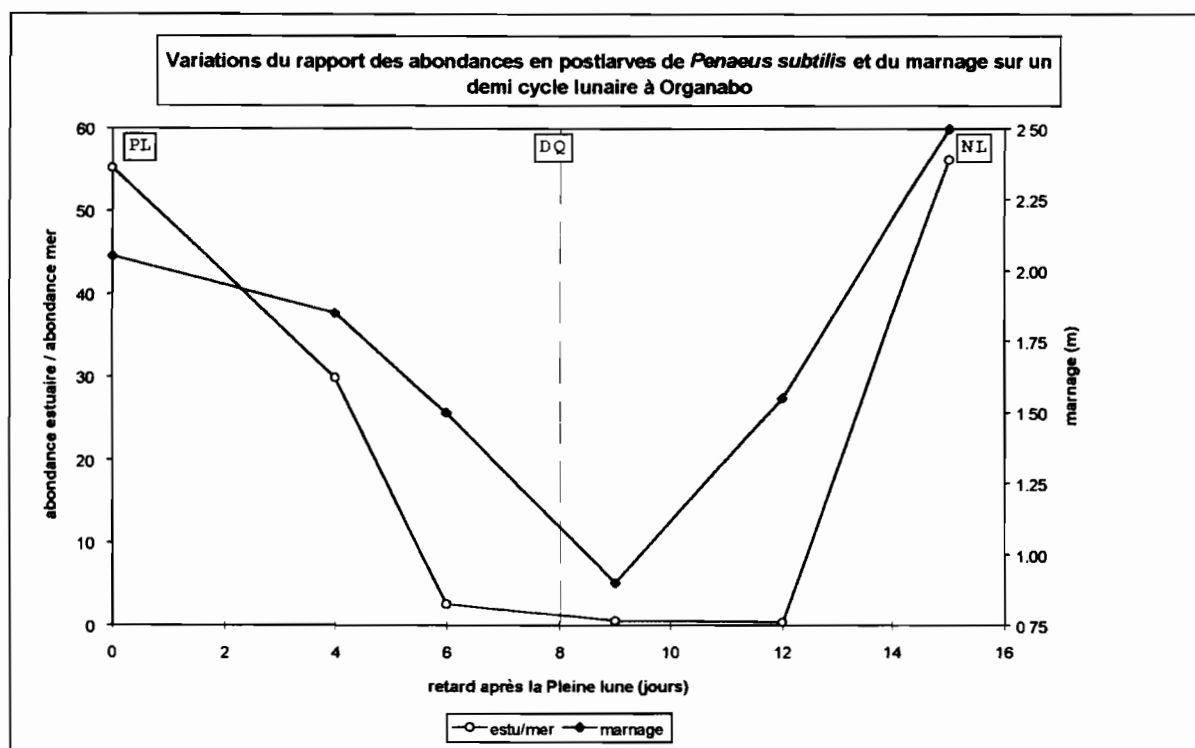


Figure 3.4.XVIII : Variations du rapport des indices d'abondance en postlarves de *Penaeus subtilis* en estuaire et en mer et du marnage de la marée de référence (Iles-du-Salut) sur un demi-cycle lunaire (d'après Vendeville, 1994).

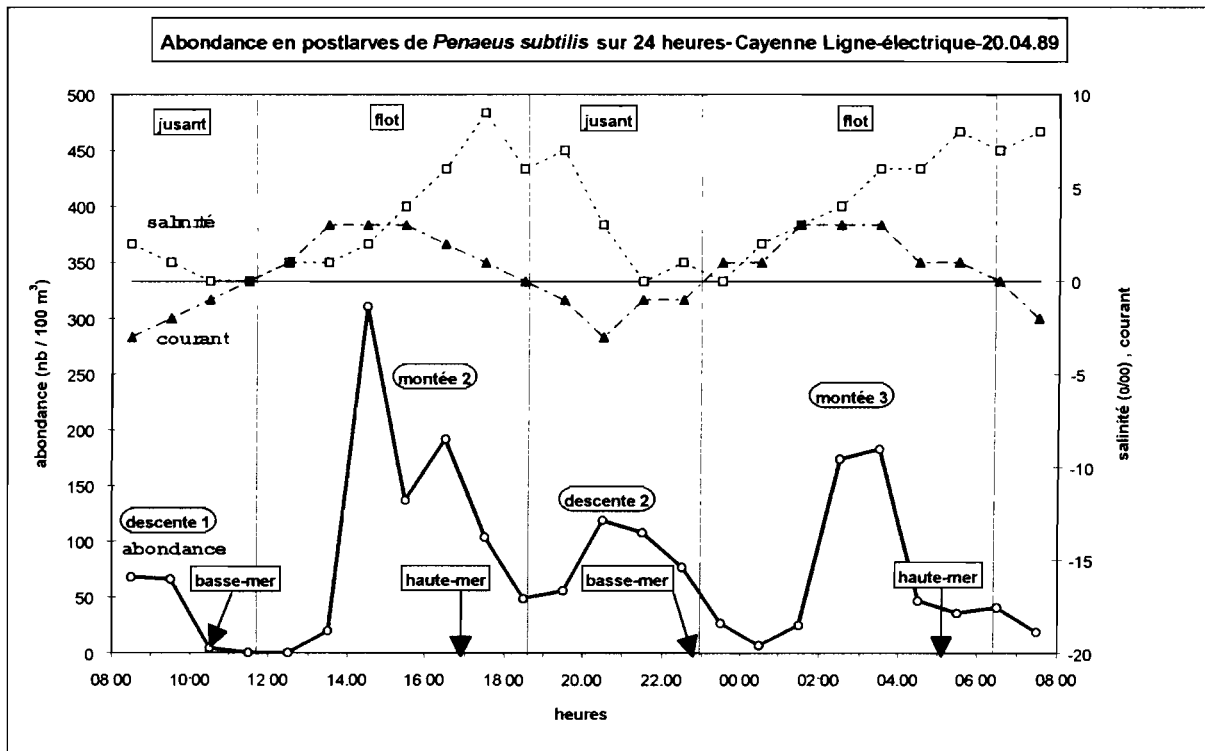


Figure 3.4.XIX : Variation de l'abondance en postlarves de *Penaeus subtilis* au cours d'un cycle de marée à la station de Cayenne-amont (Ligne électrique) L'intensité du courant appréciée à vue est codée en 4 modalités (0, étaie ; 1, Faible ; 2, Moyen ; 3, Fort), le sens est codé positivement pour le courant montant et négativement pour le courant descendant.

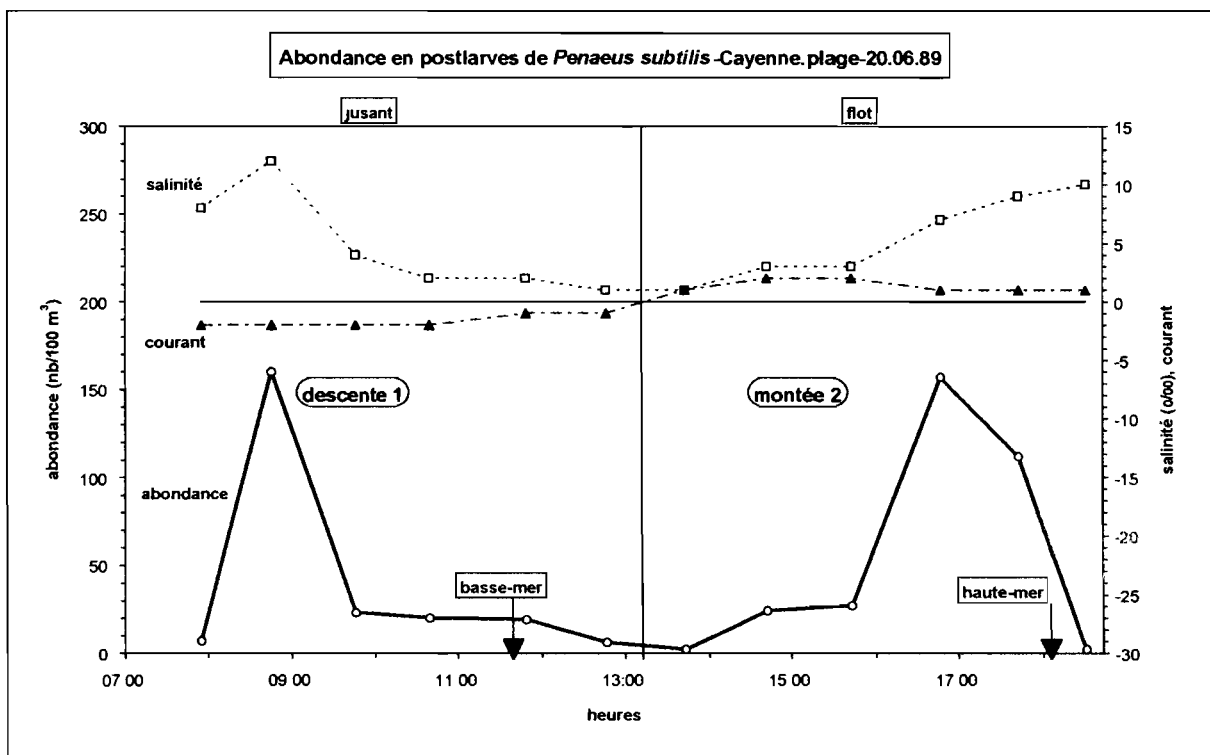


Figure 3.4.XX : Mise en évidence d'un pic de descente des postlarves à la station de Cayenne-plage. Les heures de marées sont corrigées. Les intensités de courant relevées en surface "à vue", sont codées en 4 modalités (0, étaie ; 1, faible ; 2, moyen et 3, fort), le signe est positif pour le flot et négatif pour le jusant.

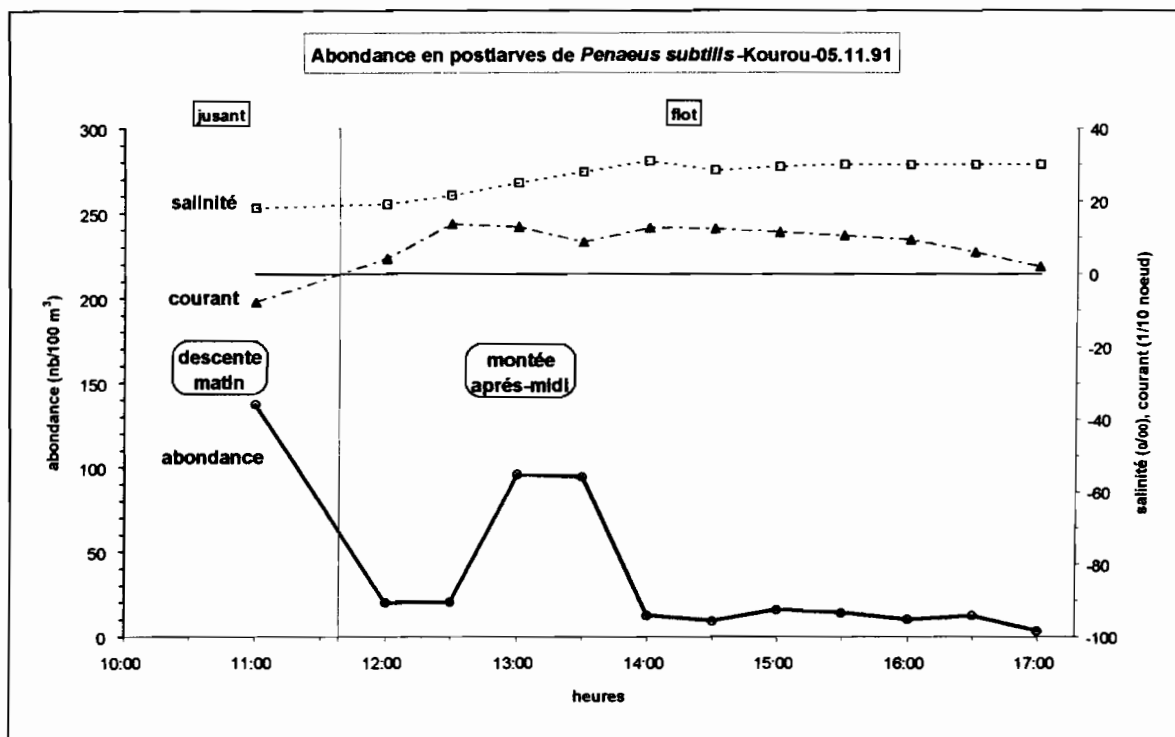


Figure 3.4.XXI : Mise en évidence d'un pic de descente des postlarves sur le fleuve Kourou. Les intensités de courant relevées en surface sont exprimées en dixième de noeud. Le signe est positif pour le flot et négatif pour le jasant (d'après Vendeville, 1993a).

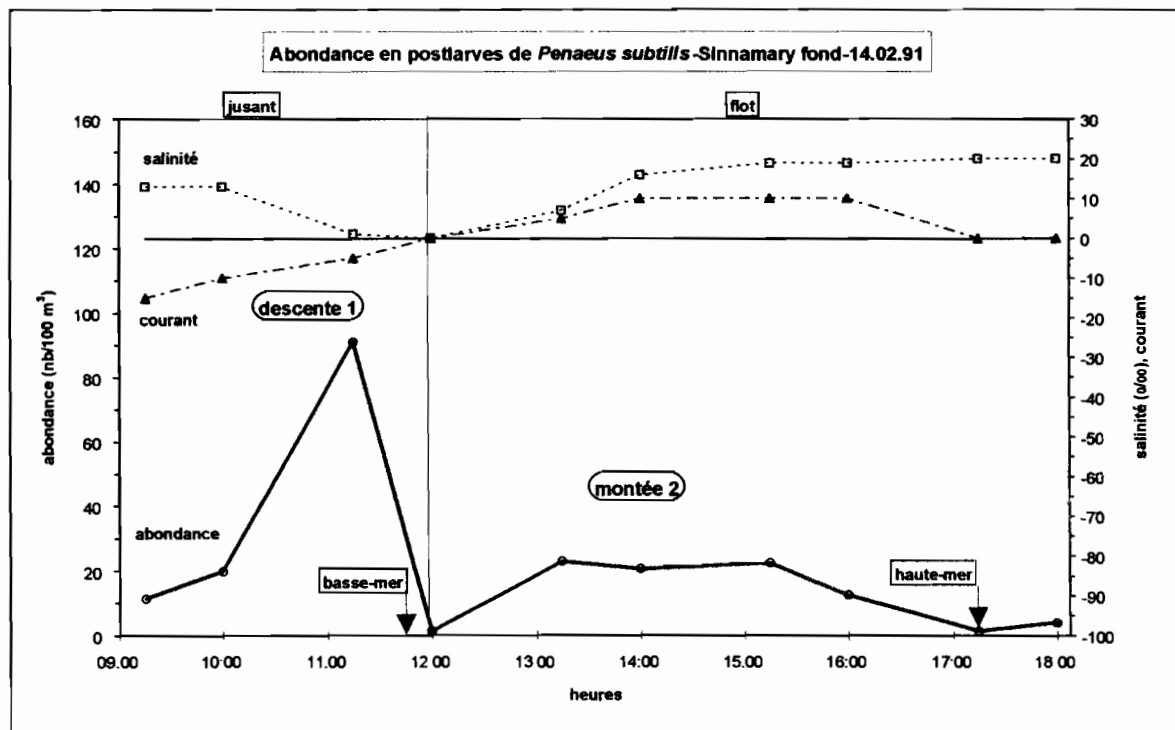


Figure 3.4.XXII : Mise en évidence du pic de descente des postlarves à la basse-mer de nuit à la station de Sinnamary-fond. Les heures de marées ont été corrigées d'après les données du SHOM pour la roche Brigidin. Les intensités de courant relevées en surface "à vue", sont codées en 4 modalités (0, étale ; 5, faible ; 10, moyen et 15, fort), le signe est positif pour le flot et négatif pour le jasant.

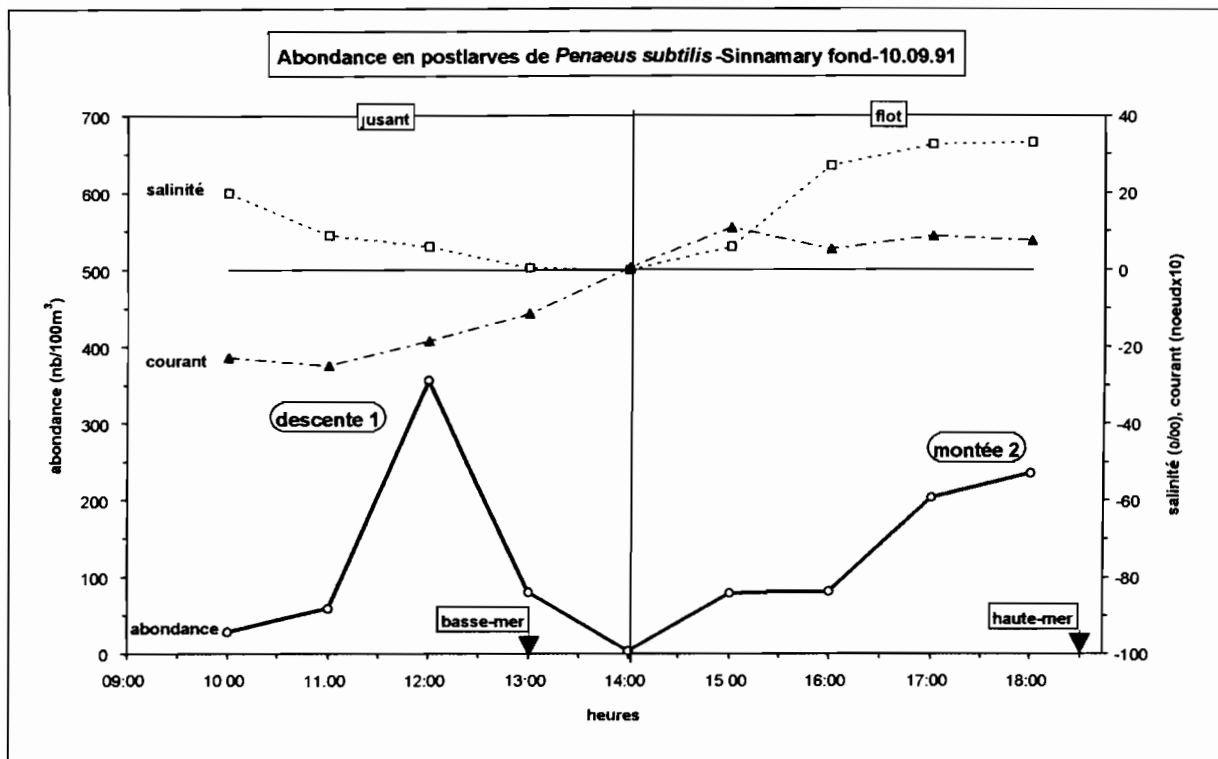


Figure 3.4.XXIII : Mise en évidence du pic de descente des postlarves à la basse-mer de nuit à la station de Sinnamary-fond. Les heures de marées ont été corrigées d'après les données du SHOM pour la roche Brigandin. Les intensités de courant sont celles relevées en surface, exprimées en dixième de nœud ; le signe est positif pour le flot et négatif pour le jusant.

3.4.2.b. Etude d'un cas particulier

La mise en évidence du phénomène de sortie massives des postlarves de *Penaeus subtilis* vers la mer pendant le jusant est un élément fondamental qui va à l'encontre du modèle de prérecrutement estuarien et a conduit à programmer 2 sorties spécialement dirigées sur l'étude qualitative et semi-quantitative d'un cycle de marée complet avec une fréquence de prélèvement élevée. Le choix du site s'est porté sur l'estuaire de l'Organabo où les abondances sont les plus fortes et où l'hydrodynamique apparaît être la plus simple. Les 2 sorties ont eu lieu lorsque l'abondance en postlarve est assez importante et à des périodes où les régimes du fleuve diffèrent notablement : en hautes-eaux et en début de basses-eaux. Au cours de la seconde sortie, des mesures hydrologiques prévues afin d'estimer les flux réels entrant et sortant (mesures de la hauteur d'eau et des courants de surface et de fond par une équipe supplémentaire), n'ont malheureusement pas pu être obtenues.

- Organabo en hautes-eaux et en basses-eaux (fig. 3.4.XXIV et XXV)

Dans les deux cas on distingue clairement les 2 pics d'abondance. On notera au passage la forte similitude entre les courbes d'abondance obtenues sur la rivière Cayenne (fig. 3.4.XX) et sur le fleuve Organabo (fig. 3.4.XXV). Les valeurs de l'intensité du courant de surface permettent d'identifier le flot et le jusant ; au moment de la crue de crue (6 mai 1993), la période du flot est marquée par un courant de surface nul, qui présente un palier d'attente de 3 heures alors que, parallèlement, la salinité au fond augmente, rendant compte de l'intrusion des eaux marines côtières qui pénètrent à l'intérieur de l'estuaire sous la couche d'eau superficielle (phénomène de coin salé comme sur le Sinnamary). A l'étiage, le courant de surface s'inverse et la salinité à proximité du fond augmente. Le débit du fleuve, fort en hautes-eaux, retarde la montée des crevettes qui commence 4 heures après la basse-mer aux Iles du Salut, alors qu'en période de basses-eaux et faible débit, elle commence 2 heures trois quarts après la basse-mer, soit un peu plus de 1 heure plus tôt. Au jusant on observe une nouvelle augmentation de l'abondance en crevettes alors que les masses d'eau se dirigent d'amont en aval ; il s'agit donc d'un flux de descente des postlarves entrées pendant le flot précédent. La salinité et la température à proximité du fond conservent des valeurs élevées pendant le flux montant et descendant des postlarves, montrant que les eaux marines, plus salées et plus chaudes, ne se mélangent pas aux eaux douces d'origine continentales. Les courbes de salinité, de température et

d'abondance présentent une symétrie axiale par rapport à la droite qui sépare le flot du jusant ; les postlarves accompagnent donc les masses d'eaux marines qui retournent vers l'embouchure au jusant.

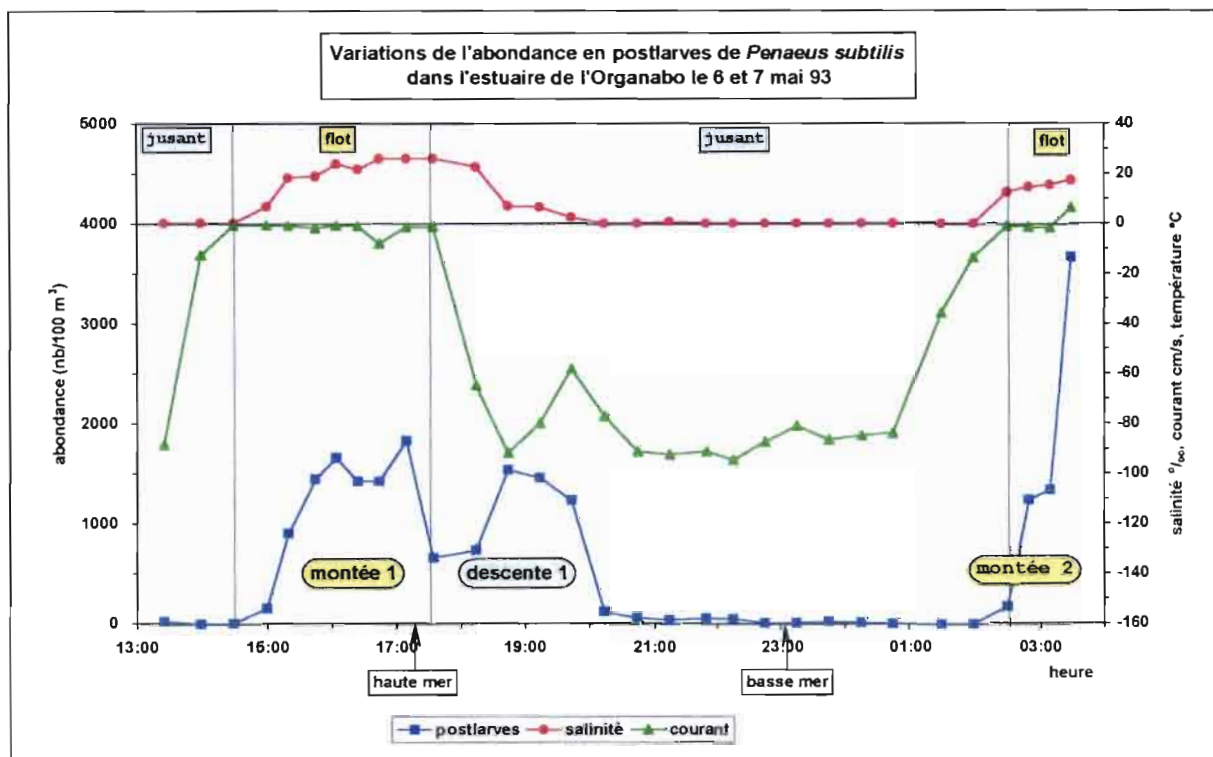


Figure 3.4.XXV : Etude de l'abondance en postlarves de *Penaeus subtilis* sur l'estuaire de l'Organabo en hautes-eaux pendant un cycle complet de marée (d'après Vendeville, 1994).

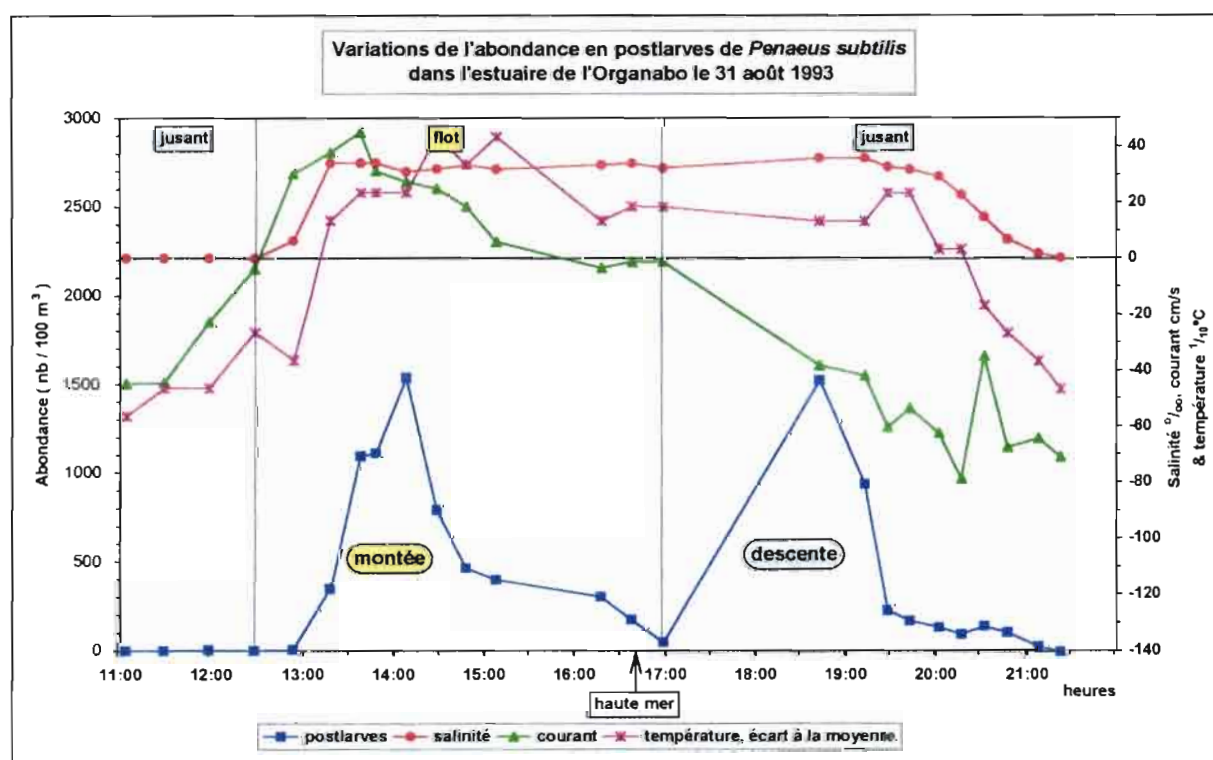


Figure 3.4.XXV : Etude de l'abondance en postlarves de *Penaeus subtilis* sur l'estuaire de l'Organabo en basses-eaux pendant un cycle complet de marée (d'après Vendeville, 1994).

Au cours du phénomène de la montée et de la descente des crevettes, la salinité reste stable, sa courbe formant un plateau que l'on retrouve dans les 2 cas étudiés où les pics de montée et de descente sont sensiblement de même amplitude. Le nombre de postlarves entrant et sortant de l'estuaire serait donc sensiblement équivalent. On peut comparer les flux montant et descendant des postlarves en considérant l'ensemble de chaque portion de courbe, plutôt que leur maximum (pic d'abondance), par exemple par leurs surfaces correspondantes ; cette grandeur est assimilable à un flux et a été utilisée par d'autres auteurs (Mair, 1980). On constate que les valeurs des aires correspondantes à la montée et à la descente sont très proches (tab. 3.4.II).

A partir de cette observation semi-quantitative, on peut avancer que le flux de postlarves montant avec le flot dans l'estuaire est suivi au jusant par un flux descendant d'importance comparable. Le bilan de ce mouvement apparaît comme nul et les éléments disponibles ne permettent plus d'assimiler l'entrée des postlarves dans l'estuaire à un réel prérecrutement dans des estuaires qui ne peuvent donc être considérés comme des nourriceries ; dans ce cas précis, l'entrée des postlarves apparaît comme la première phase de ce que l'on pourra dénommer **l'intrusion de postlarves en estuaires**, l'observation d'une entrée de postlarves dans un estuaire ne permettant pas d'avancer l'existence d'une nurserie en amont de la station d'échantillonnage quand elle est suivie d'une sortie de même ampleur.

On a pu observer que les juvéniles ont une dynamique comparable (fig. 3.4.XXVI). La symétrie des courbes de montée et de descente n'est pas observée, mais compte tenu de la médiocre efficacité du filet à plancton utilisé et du comportement des juvéniles plus proche du fond au retour, on peut conclure de ces résultats que les juvéniles oscillent entre les eaux du littoral et les estuaires en vives-eaux, comme les postlarves et que la zone pouvant héberger les nourriceries doit se situer sur la frange littorale.

Tableau 3.4.II : Etude semi-quantitative de l'intrusion de postlarves sur l'Organabo. Comparaison des courbes de montée et de descente par les valeurs des pics et les valeurs des aires.

	pics		flux		différence %	
	montée	descente	Aire montée	Aire descente	pics montée-descente	aires montée-descente
Hautes-eaux - 06.05.93	1836	1542	3432	2943	+ 16,0 %	+ 14,2 %
Basses-eaux - 31.08.93	1538	1526	2213	2370	+ 0,5 %	- 6,6 %

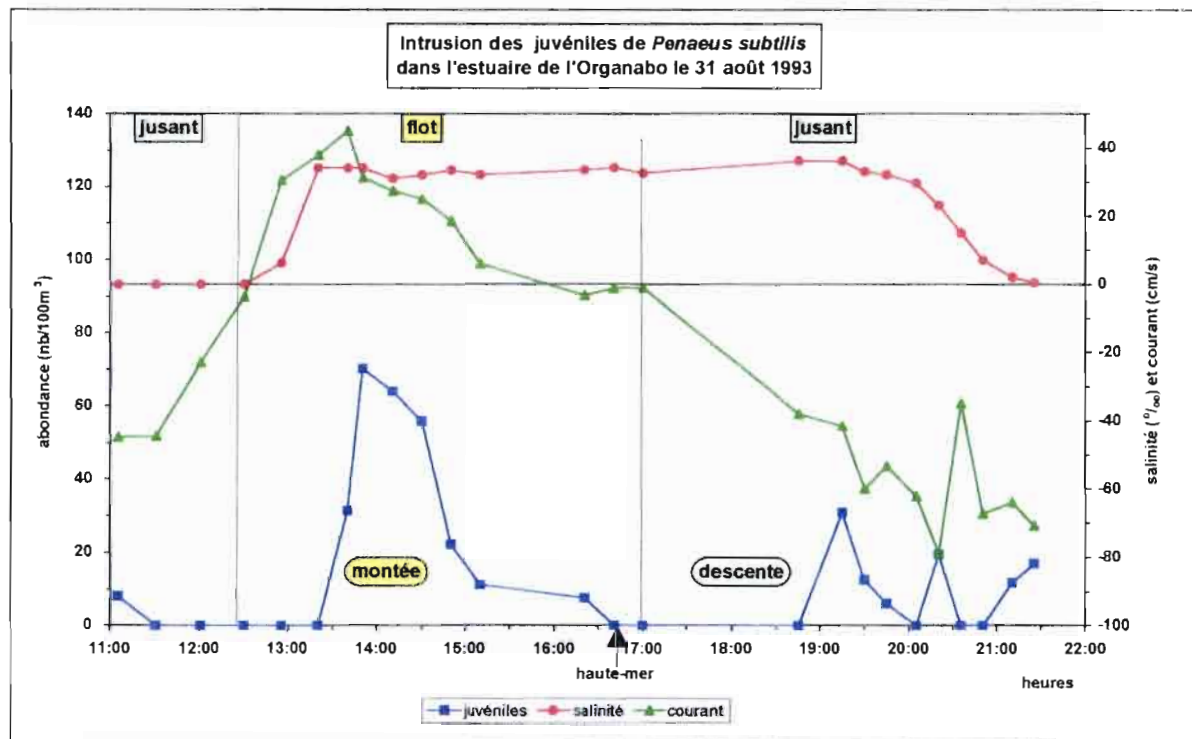


Figure 3.4.XXVI : Etude de l'abondance en juvéniles de *Penaeus subtilis* sur l'estuaire de l'Organabo en hautes-eaux pendant un cycle complet de marée.

On a pu observer également dans la majorité des cas que le pic de descente de l'intrusion nocturne est le plus souvent supérieur en valeur à celui de la montée de l'intrusion diurne. On pourrait expliquer cette différence par l'amplitude de la marée de vives-eaux qui est généralement plus forte à la marée nocturne qu'à la marée diurne (fig. 3.4.XXVII). Mais, on note, dans le cas de l'expérimentation du 6 mai 1993, que le pic nocturne qui survient à partir de 3 heures du matin a une amplitude plus forte (3676 individus/100m³) que le pic diurne (1836 individus/100m³). La différence de marnage (marée diurne : 2,05m ; marée nocturne : 2,10) , à débit du fleuve constant, ne permet pas d'expliquer cette différence du simple au double. Il semble bien que l'activité des postlarves de *Penaeus subtilis* soit plus intense la nuit malgré la forte turbidité qui règne dans les eaux guyanaises. De nombreux auteurs ont pu montrer l'existence de rythme nycthéméral endogène, en présence d'eaux très turbides (Cf. § 3.4.3), ce qui semble être le cas pour cette espèce.

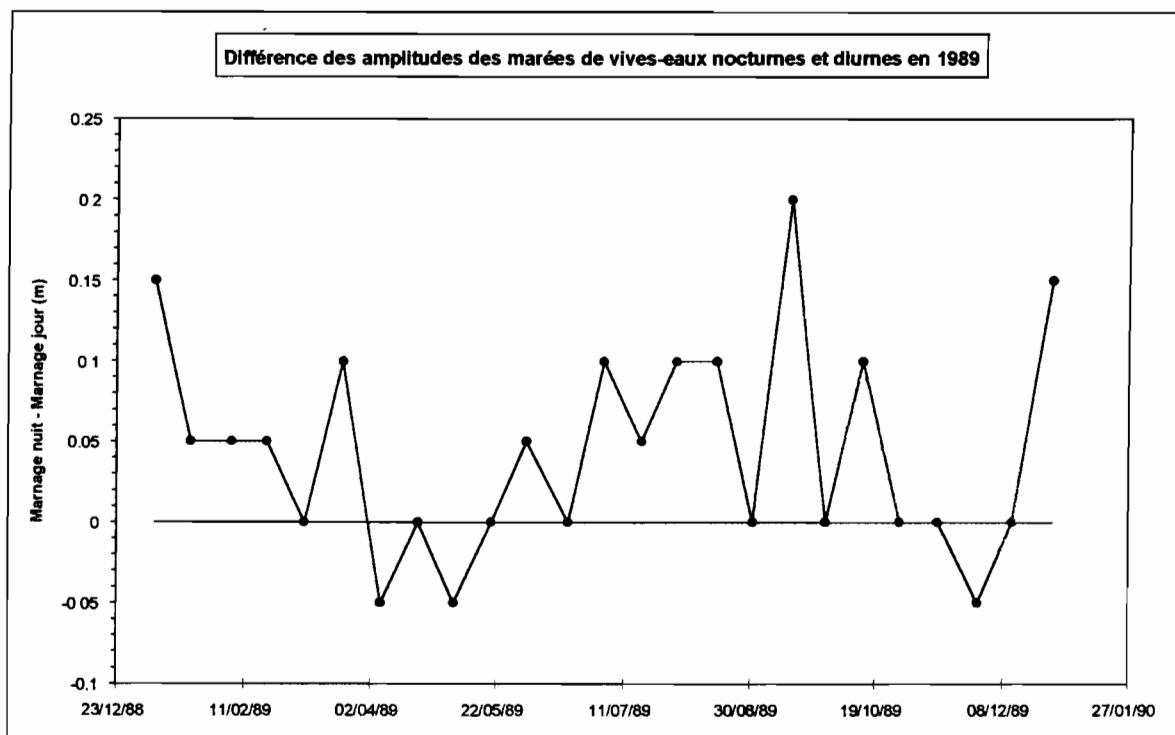


Figure 3.4.XXVII : Différences des amplitudes des marées de vives-eaux nocturnes et diurnes sur une année. Les valeurs positives correspondent à des amplitudes de marée nocturne plus fortes que celles des marées diurnes. (Source, SHOM).

3.4.2.c. Etude de l'intrusion des crevettes en estuaire

L'analyse des distributions par classe de taille des postlarves et des juvéniles de crevette peut contribuer à l'étude de la dynamique d'intrusion des crevettes dans les estuaires.

Des mesures au micromètre optique des tailles des postlarves ont été réalisées. Les résultats ont montré que les tailles des postlarves capturées au cours de leur montée dans les estuaires sont sensiblement les mêmes. Ceci montre que le flux montant de postlarves est constitué d'individus du même âge et provient d'une même cohorte de prérecrutement.

De la même façon, on a voulu vérifier que les postlarves capturées au jusant appartiennent bien à la même population que les postlarves capturées au flot précédent. On a ainsi comparé la distribution des tailles des postlarves issues des flux montant (entre 13 h et 16 h 40) et descendant (à partir de 17 h) d'un même cycle de marée. L'étude a porté sur les échantillonnages du 31 août 1993 dans l'estuaire de l'Organabo, décrit plus haut pour illustrer le phénomène d'intrusion (fig. 3.4.XXV) où le cycle de marée a donné lieu à une étude particulière et complète. Les deux distributions sont très voisines (fig. 3.4.XXVIII), montrant qu'elles proviennent de la même population. On observe également que la courbe des fréquences de taille des postlarves du flux de descente présente un décalage vers la droite qui ne semble pas lié au hasard de l'échantillonnage. Un test de χ^2 permet de confirmer cette hypothèse (tab. 3.4.III). La comparaison sur un second cycle de marée, où une partie seulement du flux de descente a été suivi, conduit à un résultat analogue (fig. 3.4.XXIX). Il faut donc

admettre que la différence de taille des postlarves est l'effet de leur croissance pendant la durée qui sépare les deux flux. Les tailles moyennes des postlarves des flux de montée et de descente sont respectivement de 2,37 mm et 2,45 mm LC avec des écart-types de 0,16 et 0,21 mm ; elles diffèrent significativement. Leur différence de 0,080 mm, correspond à la croissance en 5 h 30, durée qui sépare les flux de montée et de descente des postlarves. Cette valeur conduit à une croissance de **0,35 mm LC/24 h** ou, en utilisant la relation établie entre Lt et LC (Cf. § 6.2.2.b.), à **1,32 mm LT/24 h** ou 39 mm/mois. Ce résultat est comparable aux valeurs avancées par Rossignol (1972a) dans le marais Sarcelle, qui les situent entre 24 et 35 mm /mois ; on peut penser que la croissance est plus rapide chez les stades les plus jeunes et qu'elle se ralentit ensuite. Cette première estimation, devra à être confirmée par l'analyse de mesures effectuées sur d'autres échantillons de postlarves.

Dans le deuxième exemple, on a également fait figurer la distribution par classes de taille des postlarves capturées sur l'extrême frange littorale le même jour ; ces dernières apparaissent plus grandes que celles capturées en estuaire ; la différence de taille s'explique par l'utilisation d'un maillage plus grand (1 mm en estuaire et 2 mm en mer).

Tableau 3.4.III : Comparaison des distributions par classes de taille des postlarves capturées au flot et au jusant dans l'estuaire de l'Organabo le 31 août 1993 par un test de χ^2 .

Dans certains cas des classes de taille adjacentes ont dues être réunies pour respecter les conditions d'application du test.

TEST χ^2		postlarves				
classes LC mm	effectif flot	effectif jusant	effectif total	χ_1^2	χ_2^2	χ^2_{obs}
1,9 - 2,1	12	6	18	0,4244	0,5241	0,9485
2,1 - 2,2	47	27	74	0,9140	1,1286	2,0426
2,2 - 2,3	63	35	98	1,4473	1,7871	3,2345
2,3 - 2,4	113	70	183	1,3977	1,7259	3,1236
2,4 - 2,5	99	86	185	0,1012	0,1250	0,2262
2,5 - 2,6	41	43	84	0,6311	0,7792	1,4103
2,6 - 2,7	20	31	51	2,3738	2,9311	5,3049
2,7 - 2,8	4	7	11	0,7103	0,8771	1,5874
2,8 - 2,9	5	11	16	1,6683	2,0600	3,7283
2,9 - 3,5	1	12	13	5,3220	6,5714	11,8934
total	405	328	733	14,9904	18,5094	33,4998
d.d.l. = 9 $\chi^2_{obs, total} = 33,4998$ $\chi^2_{théor, total} = 16,9190$						
Hypothèse d'égalité rejetée						

Chez les juvéniles de *Penaeus subtilis*, on n'observe pas, en revanche de différence entre les tailles des individus qui montent au flot et ceux qui descendent au jusant (fig. 3.4.XXX et 3.4.XXXI). Le test de χ^2 effectué sur le jeu de données ne permet pas de rejeter l'hypothèse d'égalité des deux distributions.

Par rapport aux échantillons de postlarves, les effectifs sont plus faibles chez les juvéniles et l'étendue des distributions de tailles est plus large ; la croissance n'est pas perceptible. A titre d'information, les tailles moyennes des échantillons prélevés le 31 août étaient respectivement de 10,13 et 7,85 mm LC au flot et au jusant et de 8,66 et 8,97 mm LC le 29 septembre. La différence de taille observée sur la frange littorale où la taille moyenne est de 12,19 mm LC, est liée à l'usage d'un filet à plancton à plus grande maille et de plus grande section, plus efficace sur les juvéniles de grande taille que le petit filet utilisé dans l'estuaire.

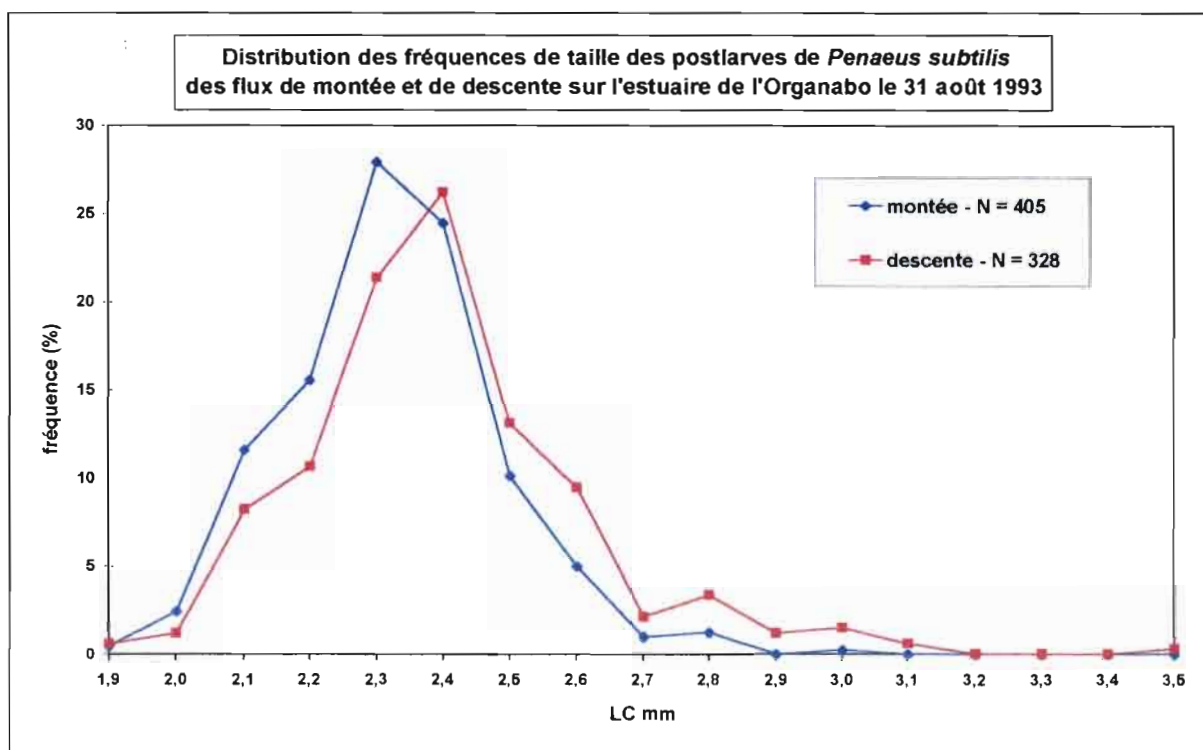


Figure 3.4.XXVIII : Comparaison des distributions par classes de taille des postlarves de *Penaeus subtilis* capturées au filet à plancton sur l'estuaire de l'Organabo au flot et au jusant le 31 août 1993.

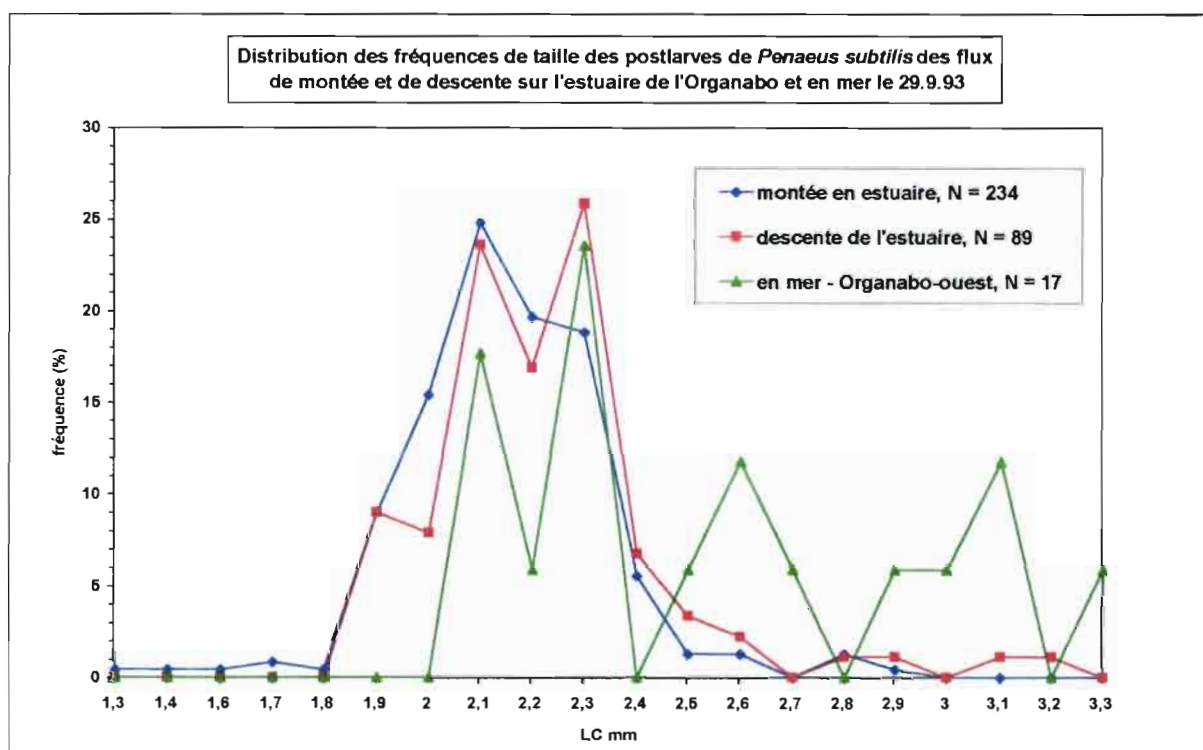


Figure 6.2.VII : Comparaison des distributions par classes de taille des postlarves de *Penaeus subtilis* capturées au filet à plancton sur l'estuaire de l'Organabo au flot et au jusant et sur l'extrême frange littorale de la région le 29 septembre 1993.

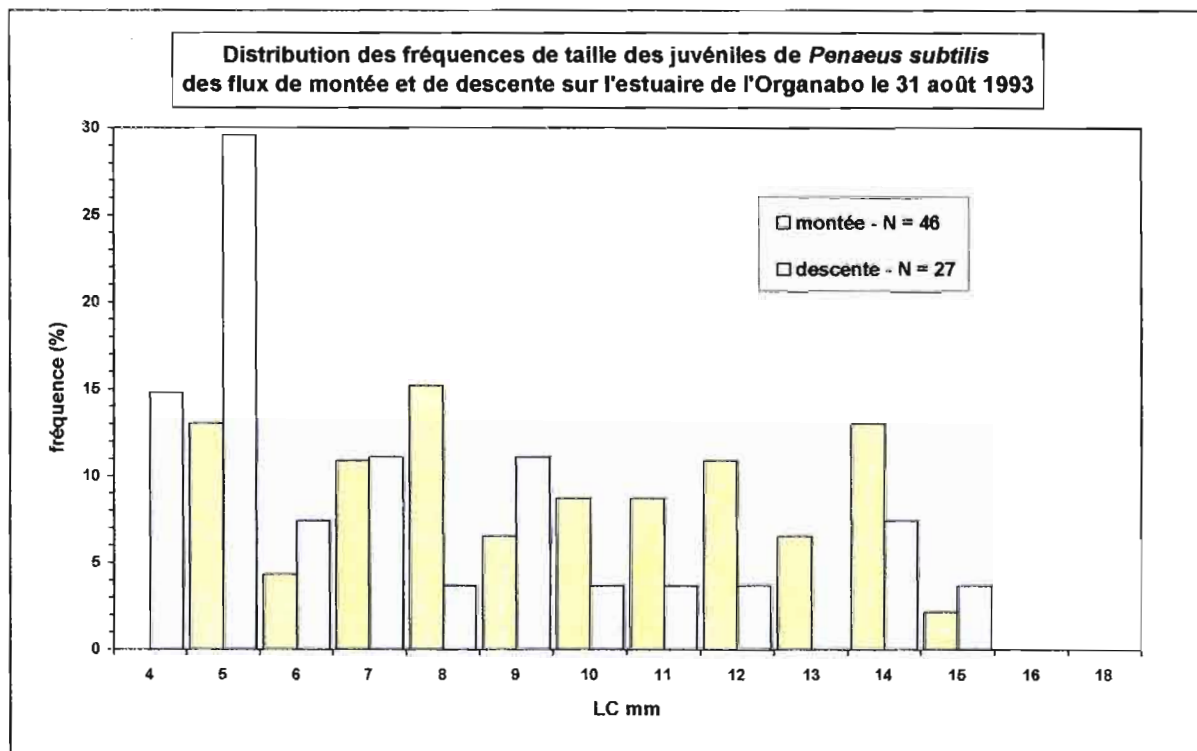


Figure 3.4.XXX : Comparaison des distributions par classes de taille des juvéniles de *Penaeus subtilis* capturés au filet à plancton sur l'estuaire de l'Organabo au flot et au jusant le 31 août 1993.

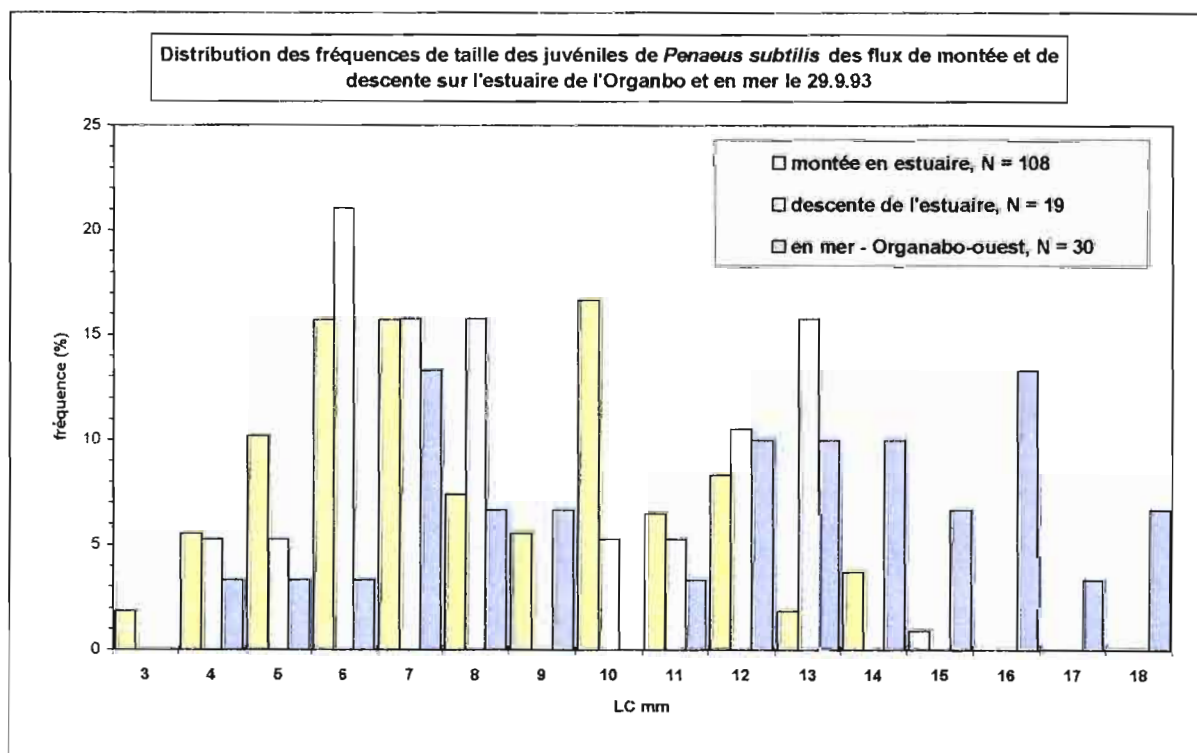


Figure 3.4.XXXI : Comparaison des distributions par classes de taille des juvéniles de *Penaeus subtilis* capturés au filet à plancton sur l'estuaire de l'Organabo au flot et au jusant et sur l'extrême frange littorale le 29 septembre 1993.

3.4.3. Discussion

Les nombreuses observations portant sur les migrations des stades jeunes des crevettes pénéidae dans le monde montrent que :

- Les postlarves sont capturées en prédominance pendant le flot.
- Les juvéniles sont capturés exclusivement pendant le jusant.
- Les mouvements migratoires les plus importants ont lieu au voisinage des pleines lunes et des nouvelles lunes (vives-eaux).

Dans les estuaires de Guyane la dynamique des stades jeunes de *Penaeus subtilis* échappe au modèle universel sur deux de ces points essentiels :

- il existe un **flux de sortie des postlarves** au jusant, comparable à celui d'entrée du flot.
- il existe un **flux d'entrée de juvéniles** au flot qui précède un flux de sortie au jusant d'importance équivalente.

Ces deux phénomènes ont toujours été observés sur tous les estuaires quand la durée d'échantillonnage couvre un flot et un jusant.

La comparaison des variations d'abondance des postlarves et des juvéniles de *Penaeus duorarum* observées dans un chenal des Everglades (Hughes, 1969c), au sud-est de la Floride sur un cycle complet de marée (fig. 3.4.XXXII) avec celles de *Penaeus subtilis* observées sur l'estuaire de l'Organabo (fig. 3.4.XXV et 3.4.XXVI) illustre la différence essentielle de la dynamique des jeunes crevettes dans la région des Guyanes par rapport à celle que l'on connaît.

On note que dans l'exemple présenté pour illustrer le cas général, les techniques d'échantillonnage sont comparables à celles utilisées dans les estuaires de Guyane, les prélèvements étant effectués toutes les 20 minutes au moyen d'un filet à plancton de même type. On observe que les postlarves sont absentes des captures du jusant et que les juvéniles sont pratiquement absents des captures du flot.

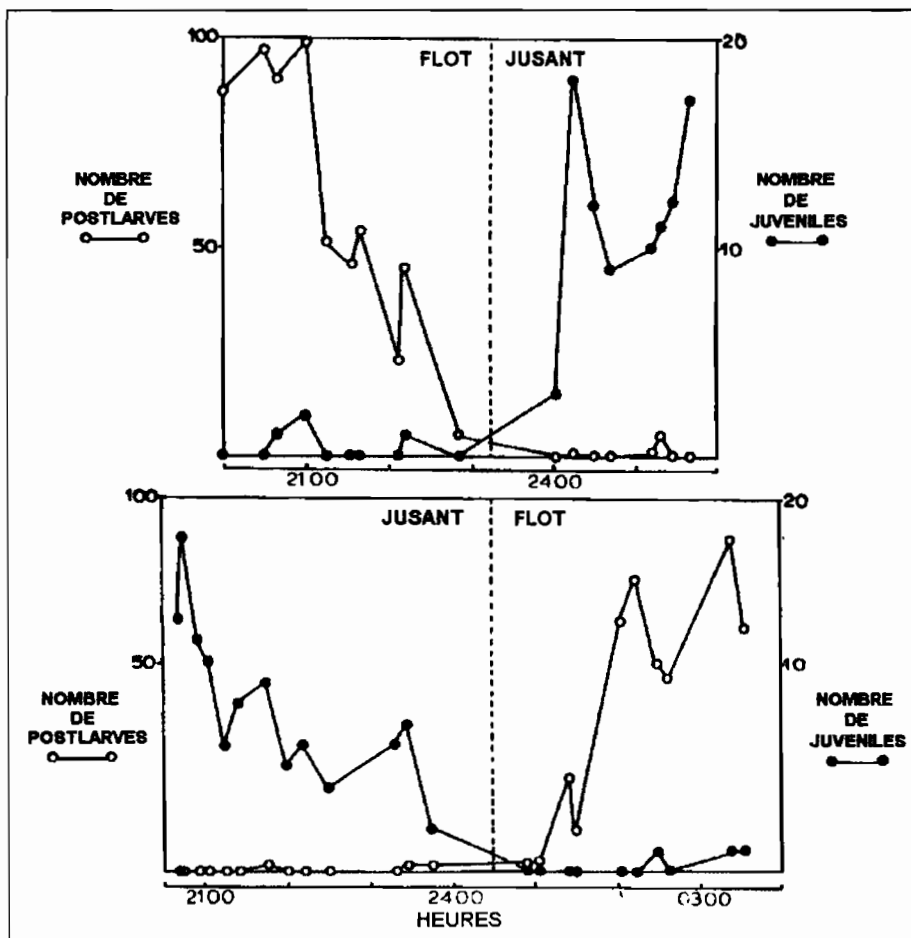


Figure 3.4.XXXII : Variations de l'abondance en postlarves et en juvéniles de *Penaeus duorarum* sur deux cycles de marée complets en Floride (d'après Hughes, 1969c).

La mise en évidence de cette dynamique exceptionnelle des jeunes crevettes *Penaeus subtilis* en Guyane est assurément un des résultats les plus importants par les inférences qu'il comporte sur la localisation et la typologie des nourriceries en Guyane (Vendeville, 1993a, 1994, 1995).

Devant cette dynamique atypique des jeunes crevettes en Guyane, et avant de conclure hâtivement à l'existence d'une originalité propre à l'espèce *Penaeus subtilis*, il apparaît indispensable d'analyser ce phénomène à l'aide des connaissances disponibles sur le comportement des crevettes pénéidés vis à vis de facteurs extérieurs en prenant en compte les caractéristiques environnementales de la région, notamment hydrologiques, pour en démontrer les mécanismes.

En d'autres termes, il s'agit d'analyser la dynamique qui a été observée à la lumière des comportements connus des crevettes pénéidés et des conditions environnementales de la Guyane pour en comprendre les mécanismes.

La dynamique des postlarves et des juvéniles des crevettes pénéidés dans les eaux margino-littorales est régie par des réponses comportementales à des facteurs environnementaux. D'une manière générale, les réactions des postlarves aux variations des paramètres du milieu leur permettent d'utiliser au mieux le courant de flot pour pénétrer dans les nourriceries ; de même, à un stade plus avancé, lorsque les juvéniles ont entre 6 et 10 cm, des réponses comportementales leur permettent de profiter du jusant pour migrer vers les eaux marines.

Habituellement, lorsque les conditions sont défavorables, les jeunes crevettes cessent leur activité ; les postlarves se plaquent sur le fond, et les juvéniles, dans la plupart des cas, s'enfouissent dans le substrat. Lorsque les conditions sont favorables, les crevettes quittent le fond et montent dans la colonne d'eau ; les postlarves ont une rhéotaxie positive, elles nagent à contre-courant, mais leur nage est peu efficace ; les juvéniles ont une rhéotaxie négative, ils nagent avec le courant pendant le jusant.

Les facteurs extérieurs qui interviennent dans le comportement des crevettes pénéidés lors de leur migration des eaux marines vers les eaux intérieures ou vice versa ont fait l'objet de nombreuses études.

Dès le début de l'exploitation des crevettes pénéidés, Lindner et Anderson (1956) tentent de relier la distribution des adultes et des juvéniles, sur l'ensemble de la pêche récente du golfe du Mexique, à la température et à la salinité. Ils mettent en évidence l'effet de l'augmentation de la température sur le déclenchement de la ponte et observent des variations de la croissance des juvéniles en fonction des gradients de température et de salinité.

Les études du comportement des stades jeunes des pénéidés débutent réellement dans les années soixante. Des expérimentations en laboratoire sont alors mises au point pour vérifier des hypothèses issues d'observations sur le terrain. Elles concernent dans un premier temps les réponses à des variations de salinité et de pression (Hughes, 1969 a, 1969 b, 1969 c, 1972 ; Keiser et Aldrich, 1973, 1976 ; Mair, 1980 ; Mair et al., 1982 ; Forbes et Benfield, 1986 ; Matthews et al., 1991). Parallèlement, les études sur le terrain, orientées sur le rôle des facteurs hydrologiques, se poursuivent (Jones et al., 1970 ; Parker, 1970 ; Duronslet et al., 1972 ; Penn, 1975 ; Stoner, 1991 ; Rogers et al., 1993). Elles concernent également les habitats préférentiels des stades jeunes, incluant la nature du substrat et les ressources en nourriture ; certaines associent des observations sur le terrain et des expérimentations en laboratoire (Hughes, 1966 ; Young et Carpenter, 1977 ; Brandford, 1981 ; Rulifson, 1981 ; Aziz et Greenwood, 1982 ; Zimmerman, 1984 ; De Freitas, 1986).

Il est possible de dresser une liste des principaux facteurs extérieurs, nombreux, pouvant intervenir au niveau du comportement dans la dynamique migratoire des stades jeunes des crevettes entre les eaux marines et margino-littorales :

- Le rythme tidal et circatidal (marées et phase lunaire).
- Les variations de la pression hydrostatique.
- Le rythme nycthéméral.
- La luminosité, la turbidité.
- La salinité (variations et gradient).
- La composition chimique de l'eau.
- La température (variations et gradient).
- Le courant (intensité et sens).
- La nature du substrat.
- L'abondance en nourriture.

Il ressort des travaux effectués dans ce domaine que :

- les réponses à ces différents stimuli présentent une forte variabilité inter et intra-spécifique, tant dans leur nature que dans leur intensité.
- il existe une hiérarchie et des interactions entre les différents signaux.
- pour la plupart des stimuli, il y a une élasticité dans la réponse des crevettes, plus ou moins liée aux interactions entre les signaux.
- certains comportements dépendraient d'un contrôle endogène (horloge interne).

3.4.3.a. Le rythme tidal et circatidal - Les variations de la pression hydrostatique

Pour certains auteurs, le comportement des jeunes pénéidés au cours du flot et du jusant est lié à un rythme tidal et circatidal sous un contrôle endogène ; pour d'autres, il s'agit d'une réponse à des variations de la pression hydrostatique. Dans l'un et l'autre cas, il apparaît que ce signal, lié à la marée, joue un rôle prépondérant dans les migrations des postlarves et des juvéniles.

Chez les juvéniles de *Penaeus duorarum*, des expérimentations en chambre à courant ont montré que sans variation de pression ni de tout autre paramètre, le sens de la nage dépend de la position par rapport au cycle de marée ; la nage se fait avec le courant au moment du jusant et à contre-courant au moment du flot, ce qui montre l'existence d'un rythme tidal endogène (Hugues, 1969b). Des expérimentations ultérieures sur les postlarves et les juvéniles de cette même espèce, maintenus en chambre de courant et dans l'obscurité confirment le caractère endogène du rythme tidal, alors que le rythme circadien disparaît (Hughes, 1972). Il y a toutefois des différences de comportement chez les juvéniles selon qu'ils sont capturés en nouvelle lune et pleine lune ou en quartier de lune, ce qui suggère l'existence d'un rythme endogène circatidal. Pour cet auteur, il est vraisemblable que dans la nature, des réponses comportementales à des variations de paramètres physico-chimiques se superposent à ce rythme endogène.

Chez *Penaeus aztecus*, le rythme tidal et circatidal apparaît comme secondaire par rapport au rythme nycthéral, mais il reste néanmoins marqué ; ce rythme a un caractère circatidal, puisque l'acquisition du rythme tidal par les postlarves nécessiterait environ 3 jours aux alentours des pleines lunes et nouvelles lunes (Matthews *et al.*, 1991). Dans l'estuaire de la rivière Calcasieu (Louisiane), un modèle explicatif du mécanisme d'entrée des postlarves est basé sur les actions conjointes des variations de la pression et de la température qui stimulent l'activité des postlarves au cours du flot (Rogers *et al.*, 1993).

Chez les postlarves de *Penaeus indicus* et *Penaeus japonicus*, dans un estuaire du sud-est de l'Afrique, le rythme tidal est soumis au rythme nycthéral. Des expérimentations de simulation des cycles de marée en laboratoire sur les postlarves de *Penaeus japonicus* ont montré que l'aptitude à répondre aux changements de pression disparaît au bout de 4 à 5 jours (Forbes et Benfield, 1986).

Pour Penn (1975), le rythme tidal semble jouer un rôle prépondérant dans la migration des postlarves de *Penaeus latisulcatus*, puisque dans la zone de Shark Bay (Australie), le gradient de salinité est inversé et les variations de la pression hydrostatique ne peuvent pas à elles seules expliquer le comportement migratoire des jeunes crevettes ; chez cette espèce, nocturne strictement, seul le flot de nuit qui a lieu de mars à septembre semble être utilisé par les postlarves, montrant la prédominance du rythme nycthéral sur le rythme tidal qui implicitement serait sous un contrôle endogène.

Enfin, chez *Penaeus subtilis* et *Penaeus notialis* à Puerto-Rico, le rythme nycthéral apparaît comme secondaire par rapport au rythme tidal (Stoner, 1991). Les observations qui ont pu être faites en Guyane sur un demi-cycle lunaire (§ 3.4.1.e) sont convergentes, montrant que *Penaeus subtilis* a un rythme tidal et circatidal très marqué aux stades de postlarves et de juvéniles.

3.4.3.b. Le rythme nycthéral - La luminosité, la turbidité

Le rythme nycthéral chez les pénéidés varie d'une espèce à l'autre. On a tenté de mettre en relation le comportement nocturne/diurne, la transparence/turbidité de l'eau et le comportement fouisseur des espèces (Penn, 1984), les espèces vivant en eaux claires ayant tendance à avoir un rythme nocturne.

Pour une même espèce, il peut y avoir une certaine élasticité de la réponse à la lumière, comme cela a pu être observé chez *Penaeus californiensis* (Mair *et al.*, 1982). Des expérimentations en laboratoire sur *Penaeus aztecus*, espèce nocturne, montrent que des postlarves mises dans l'obscurité pendant le jour restent inactives, ce qui permet de conclure à la nature endogène du rythme nycthéral (Matthews *et al.*, 1991). Ce résultat apparaît en contradiction avec l'observation chez la même espèce, d'une augmentation de l'activité de jour, par ciel couvert (Duronslet *et al.*,

1972). En revanche, les postlarves de *Penaeus duorarum*, soumises à des conditions d'obscurité le jour, sont actives (Hugues, 1972).

On peut penser que chez certaines espèces le rythme nycthéméral puisse changer selon les stades de développement, comme l'envisagent Durand (1960) et Venaille (1979) chez *Penaeus subtilis* en Guyane qui contrairement à *Penaeus brasiliensis* se pêche également de jour mais dont les captures nocturnes ont tendance à augmenter avec la taille et la profondeur (fig.3.4.XXXIII).

Chez *Penaeus subtilis* et *Penaeus notialis* à Puerto-Rico, une différence significative est constatée entre l'activité de jour et de nuit ; le rythme nycthéméral domine y compris dans des conditions de turbidité importante, l'activité étant plus intense de nuit quelles que soient les conditions de transparence (Stoner, 1991).

Dans les observations faites en Guyane on ne perçoit pas de manifestation tangible d'un rythme nycthéméral, les différences d'abondance observées entre le jour et la nuit pouvant être imputables à des différences d'amplitudes des marées.

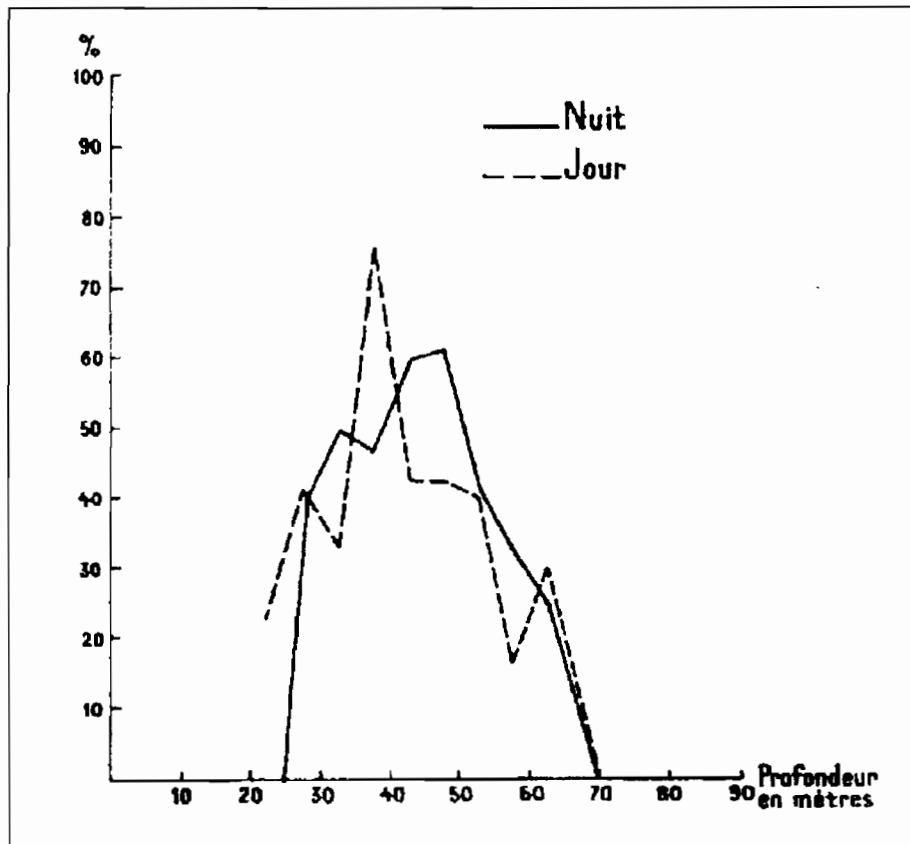


Figure 3.4.XXXIII : Fréquence des récoltes de *Penaeus subtilis* de jour et de nuit, suivant la profondeur sur le plateau continental guyanais (d'après Durand, 1960)

3.4.3.c. La salinité - La composition chimique de l'eau

La salinité a été considérée par certains auteurs comme un signal important dans le phénomène de migration des postlarves. Pourtant, des exemples de nourriceries en milieu hypersalin sont bien connus. C'est le cas au Sénégal dans les estuaires du fleuve Casamance et du Saloum (Le Reste, 1987, 1992, 1994) où la salinité peut atteindre 120 ‰ ; on peut également citer le cas de la baie Shark en Australie (Penn, 1975) où le gradient de salinité est inversé, les valeurs passant de 36 à 60 ‰. Il apparaît donc que le spectre de tolérance de salinité pour les jeunes pénéidés est très large. Dans la baie de Galveston (Texas), les valeurs de la salinité sont comprises entre 0,9 et 30 ‰, et ce facteur ne semble pas affecter la distribution des jeunes crevettes *Penaeus aztecus* (Parker, 1970). En revanche, dans la lagune Ebrié, en Côte-d'Ivoire, on a noté des variations saisonnières de la distribution spatiale des juvéniles de *Penaeus duorarum* en relation avec les variations de salinité dues à la pluviométrie et aux crues des fleuves (Galois, 1976).

Des expérimentations en laboratoire toutefois, ont montré qu'il y a des salinités préférentielles selon les espèces. Ainsi Mair (1980) compare 4 espèces (*Penaeus californiensis*,

Penaeus vannamei, *Penaeus brevirostris* et *Penaeus stylirostris*) et il ressort des observations que les valeurs des salinités préférentielles diffèrent beaucoup d'une espèce à l'autre, mais également pour une espèce donnée, d'un stade à un autre. Ces expériences ont également montré que la salinité n'est pas le facteur chimique déterminant, et que les postlarves montrent une préférence pour l'eau de la lagune ou de l'estuaire où se situe la nourricerie ; cette préférence disparaît, si l'eau est passée par un filtre au charbon-actif (Mair, 1980 ; Mair *et al.*, 1982). Ce dernier résultat rejoint les observations faites sur des juvéniles de poissons (Kristensen, 1964) montrant que des molécules organiques probablement en très faible quantité, joueraient un rôle de signal plus important que la salinité.

D'autres études ont porté sur la réaction des crevettes aux variations de salinité. Des expériences sur des juvéniles et des postlarves de *Penaeus duorarum* (Hughes, 1969a), maintenus dans une chambre à courant, ont montré qu'une baisse de salinité se traduit chez les postlarves par une baisse d'activité ; elles descendent dans la colonne d'eau pour se confiner à proximité du substrat, et chez les juvéniles, soit par un changement du sens de la nage, s'ils nageaient à contre-courant, soit, s'ils nagent avec le courant, par une augmentation de la vitesse de nage ou bien la baisse d'activité, à proximité du substrat. La réaction à une variation de salinité permet donc aux postlarves de migrer en amont et aux juvéniles de migrer vers l'embouchure.

Ces expérimentations ont également porté sur la réaction à une barrière de salinité ; elles ont montré que des différences de 1 à 3 ‰ sont perçues par les postlarves qui montrent une aversion pour les discontinuités de salinité (fig. 3.4.XXXIV) ; lorsque la différence de salinité est faible, les postlarves franchissent la barrière mais retournent dans la zone inférieure, la plus salée, pour s'y cantonner et si la différence de salinité est trop élevée, elles ne franchissent pas la barrière de discontinuité. Cette aversion pour les haloclines est plus marquée chez les postlarves les plus petites (6 dents rostrales $\approx$ 9,2 - 11,1 mm LT). Dans un système estuarien stratifié, les postlarves se cantonneront donc dans la couche d'eau salée ; c'est ce qu'on observe dans les estuaires de Guyane, le cas du Sinnamary dont la dynamique du coin salé a fait l'objet d'études détaillées, étant celui qui illustre le mieux le phénomène.

Enfin, on notera que dans les nourriceries de *Penaeus subtilis* en Guadeloupe, la salinité varie de 29 à 34 ‰ (Rojas-Beltran, 1983).

Dans la nourricerie de la lagune Joyuda (Puerto-Rico), Stoner (1988) a observé que l'abondance en *Penaeus subtilis* est corrélée positivement avec la salinité.

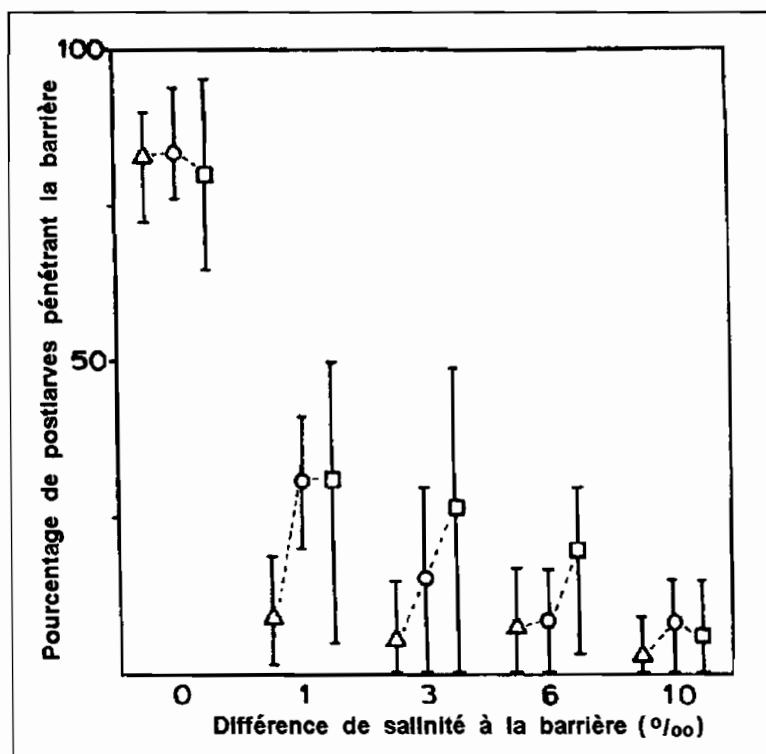


Figure 3.4.XXXIV : Réponses des postlarves de *Penaeus duorarum* à une halocline. La figure indique le pourcentage d'individus ayant franchi la barrière pendant la première (Δ), la seconde (O), et la troisième (□) période d'observation de 5 minutes. (d'après Hughes, 1969a).

3.4.3.d. La température (variations et gradient)

Il existe peu d'études sur les réponses des stades jeunes de crevettes pénéidés aux variations de température dans la nature. Des expérimentations en laboratoire ont montré que les postlarves de *Penaeus duorarum* cessent leur activité aux températures de 15-17 °C et s'enfouissent dans les sédiments quand la température descend à 12 - 16,5 °C (Aldrich *et al.*, 1968). Mais dans le nord-ouest du golfe du Mexique, les plus fortes densités en postlarves de *Penaeus aztecus* dans les marais côtiers ou en mer sont observées à la période de passages fréquents de fronts froids, en février-mars, lorsque la température de l'eau est de 12-18 °C (Rogers *et al.*, 1993).

Dans ce cas particulier, où les marées atmosphériques prennent le pas sur les marées astronomiques, les postlarves doivent résister au jusant résultant d'un passage d'un front froid du nord et mettre à profit le retour post-frontal pour pénétrer dans les estuaires. Les faibles salinités et faibles températures des eaux de l'embouchure seraient les deux signaux qui permettraient aux postlarves de se concentrer devant l'estuaire. Le retour post-frontal amenant des eaux plus chaudes et plus salées provenant du mélange des eaux froides et dessalées d'origine continentale et les eaux marines du golfe, déclencherait l'activité des postlarves ; ces deux signaux seraient amplifiés par l'augmentation de la pression hydrostatique ce qui permettrait aux postlarves de pénétrer dans l'estuaire avec le flot (fig. 3.4.XXXV).

Les postlarves répondraient à une baisse de température par une baisse d'activité en se plaquant au substrat, une augmentation de la température provoquerait leur montée dans la colonne d'eau, leur permettant de profiter des courants horizontaux pour pénétrer dans l'estuaire.

En Guyane, la température ne prend jamais de valeurs aussi basses, mais on observe des variations rapides et de fortes amplitudes dans l'estuaire qui peuvent provoquer des réponses de la part des postlarves de *Penaeus subtilis*. Avant le flot, la température basse qui règne dans le panache de l'estuaire amène les postlarves à se plaquer au fond devant l'embouchure. Le flux chaud et salé du flot provoque la réaction des postlarves qui montent dans la colonne d'eau et sont entraînées par les courants horizontaux dans l'estuaire.

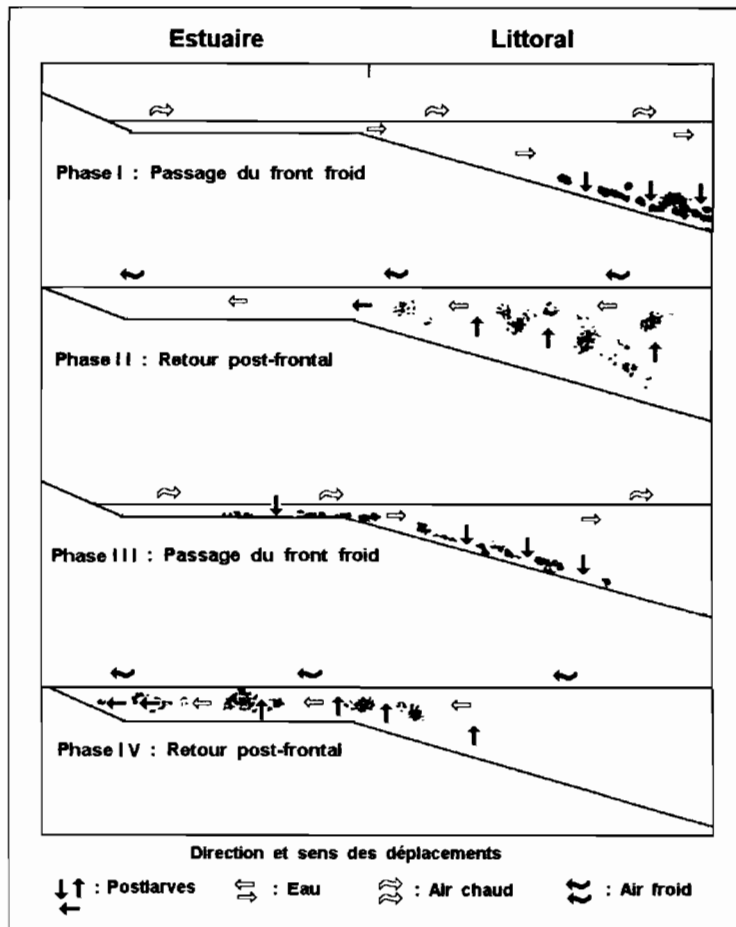


Figure 3.4.XXXV : Schéma présentant l'hypothèse du mécanisme du prérecrutement dans le cas de marées météorologiques (d'après Rogers *et al.*, 1993).

3.4.3.e. L'intensité et le sens du courant

Les postlarves de *Penaeus duorarum*, en activité dans la colonne d'eau nagent à contre-courant (Hughes, 1969a) ; chez les postlarves de *Penaeus californiensis*, le sens de la nage est indifférent (Mair et al., 1982). D'une façon générale, la nage des postlarves est peu efficace et ne contribue pas directement à leur déplacement, elle leur permet de se déplacer dans la colonne d'eau pour utiliser les courants horizontaux.

Chez les juvéniles de *Penaeus duorarum*, la nage se fait à contre-courant, mais une baisse de salinité ou des conditions inadéquates (par exemple, la pollution), font changer le sens de la nage (Hughes, 1969a).

Lorsque les postlarves et juvéniles sont au repos et enfouis dans le sédiment, il est très probable qu'un fort courant puisse gêner l'activité respiratoire en colmatant le canal où l'eau circule vers la cavité branchiale (Ruello, 1973).

Dans les nourriceries, la croissance des juvéniles est liée à l'intensité du courant ; en Casamance, Le Reste (1987) a montré qu'au-delà de 1 m/s, la croissance est très affectée (fig. 3.4.XXXVI). Dans les estuaires de Guyane où l'intensité du courant dépasse souvent 1 m/seconde (environ 2 noeuds) au cours du cycle de marée, les conditions ne seraient donc pas favorables à la fixation des postlarves ni au développement des juvéniles.

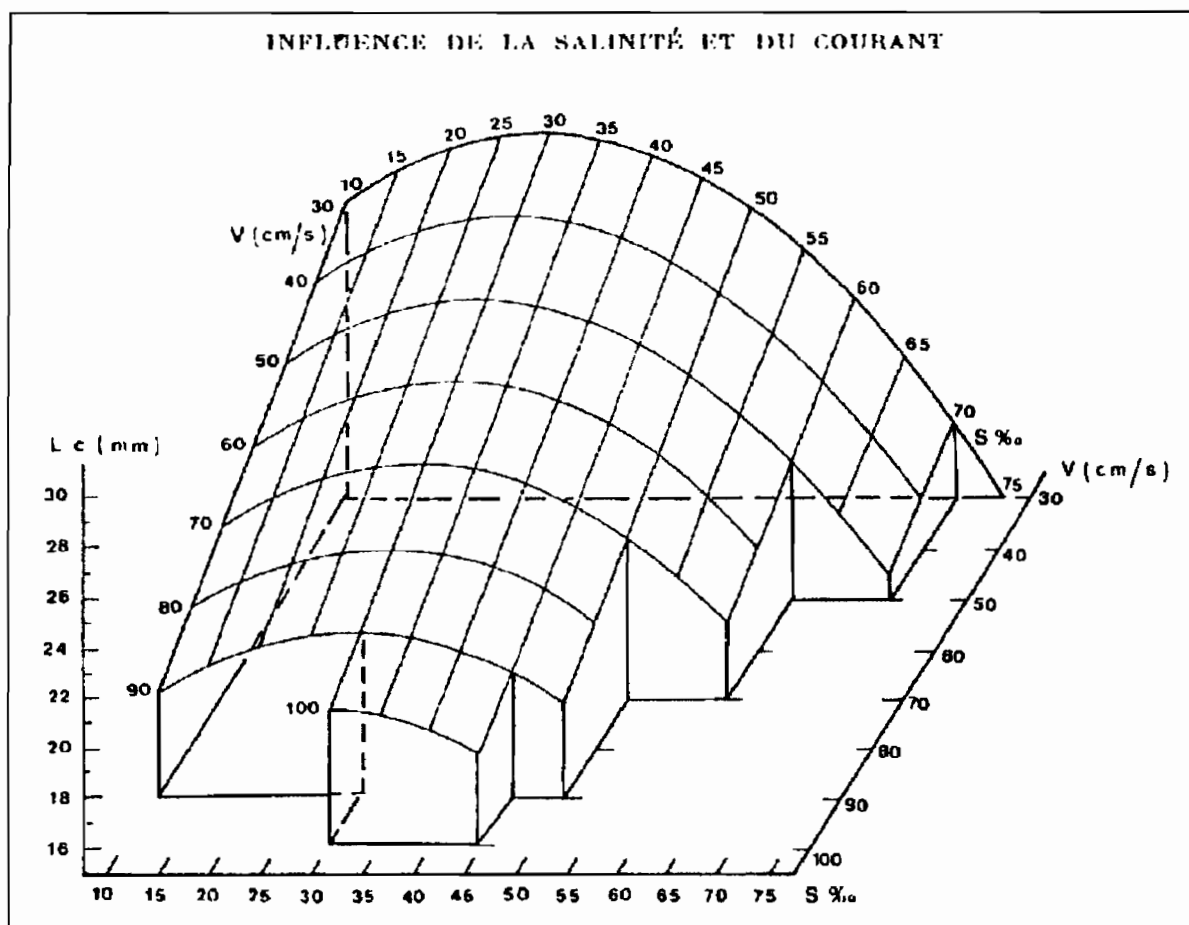


Figure 3.4.XXXVI : Variation de la taille à la migration de *Penaeus notialis* en Casamance en fonction de l'intensité du courant et de la salinité (d'après Le Reste, 1987).

3.4.3.f. La nature du substrat

Quelques études ont été menées sur le substrat préférentiel des jeunes pénéidés, en milieu naturel comme en laboratoire. Généralement, les pénéidés au repos se cantonnent à proximité du fond, et selon les espèces, s'enfouissent plus ou moins dans le sédiment. Pour un bon nombre d'auteurs, il est admis que la nature du substrat rencontré par les postlarves lors de leur migration vers les zones potentielles de nourricerie joue un rôle important. Si les postlarves ne trouvent pas les

conditions satisfaisantes, elles mettront à profit le jusant pour retourner dans les eaux côtières ; c'est le cas de *Penaeus japonicus* qui contrairement à *Penaeus indicus* ne rencontre pas le substrat préférentiel dans l'estuaire de St. Lucia (Natal, Afrique du Sud) pendant le flot (Forbes et Benfield, 1986). Les marées peuvent aussi être utilisées par les postlarves et les juvéniles pour venir se nourrir la nuit pendant le flot et repartir ensuite si les conditions ne sont pas requises pour se fixer (Matthews *et al.*, 1991).

Les types d'habitats préférentiels des jeunes pénéidés sont très liés à la capacité d'abriter des ressources alimentaires (amphipodes, polychètes, etc.) et à offrir un obstacle à la prédation. Ces habitats sont très variés selon les espèces. Ce sont plutôt des substrats vaseux et sablo-vaseux pour les espèces qui s'enfouissent dans les sédiments, certaines espèces plus diurnes préféreront des sables, d'autres espèces rechercheront des herbiers ou se fixeront sur les pneumatophores des mangroves.

Certaines études sur la distribution des juvéniles de *Penaeus subtilis* ont montré que cette espèce est associée aux substrats vaseux ou sablo-vaseux (Rojas-Beltran, 1983 ; Stoner, 1988). Pourtant, les expérimentations en aquarium menées pendant le programme ont montré que les juvéniles de *Penaeus subtilis* s'enfouissent dans les sables fins et moyens des aquariums, contrairement aux sea-bobs (*Xiphopenaeus kroyeri*) ; ce comportement dénoterait une préférence marquée pour ce type de substrat (Hugues, 1966 ; Aziz et Greenwood, 1982). Il faut rappeler qu'en Guyane les adultes de *Penaeus subtilis* et *Penaeus brasiliensis* sont pêchés essentiellement sur les fonds de sable (Vendeville, 1984), contrairement à ce que l'on observe ailleurs chez d'autres espèces comme *Penaeus notialis* qui a une préférence marquée pour les fonds vaseux.

3.4.3.g. L'abondance en nourriture

Comme cela a été indiqué plus haut, l'abondance en nourriture est très liée au substrat. Il est certain que l'apport en matières végétales joue un rôle important dans la chaîne trophique où s'insèrent les juvéniles de pénéidés en croissance. On notera que l'apport de débris végétaux dans les fleuves de cette région guyano-amazonienne ne se limite pas aux estuaires ; elle alimente également toute la frange littorale et est un vecteur important de la dissémination des espèces végétales dans le nord de l'Amérique du Sud entre les bassins de l'Orénoque et de l'Amazone.

3.4.3.h. Conclusion : le Mécanisme de l'intrusion des postlarves de *Penaeus subtilis* dans les estuaires de Guyane

Les paramètres environnementaux qui semblent prévaloir dans la dynamique des postlarves (et juvéniles) de *Penaeus subtilis* sont le rythme tidal et circatidal et la présence du coin salé qui confère une situation de stratification de la couche d'eau avec la présence d'une thermo-halocline marquée, rarement rencontrée dans les estuaires abritant des nourriceries de pénéidés.

La figure 3.4.XXXVII résume les principales phases de l'intrusion des postlarves.

- Lors de la première phase, les postlarves épibenthiques transportées par une dérive portant au nord-ouest, parallèlement à la côte, sont confrontées à une baisse de température et de salinité devant le panache du fleuve et se plaquent au fond. C'est la phase d'accumulation devant l'estuaire.
- Au début du flot, l'augmentation de la pression hydrostatique, un rythme tidal marqué et l'arrivée d'un flux d'eau réchauffée et salée provoquent la montée des postlarves dans la colonne d'eau.
- Les postlarves sont véhiculées à l'intérieur de la couche d'eau salée et chaude que constitue le coin salé et vont migrer en amont. Les postlarves seront enfermées dans la couche d'eau salée par la thermo-halocline, celle-ci pouvant se présenter comme un coin salé typique (Sinnamary, Organabo en hautes-eaux) ou présenter un simple front (cas le plus fréquent sur la rivière Cayenne).
- La migration en amont va se poursuivre avec la progression du coin salé jusqu'à la renverse.
- Les postlarves retournent vers l'embouchure avec le coin salé, piégées par la barrière de salinité et de température.
- Arrivées dans le panache du fleuve, elles sont reprises par la dérive littorale nord-ouest.

Cette dynamique conduit à envisager la frange littorale comme nourricerie, où les conditions hydrologiques, en particulier la salinité qui présente des valeurs du même ordre de grandeur que dans les nourriceries de Guadeloupe, lui confèrent les caractéristiques d'un milieu estuarien qui serait à rattacher au bassin de l'Amazone.

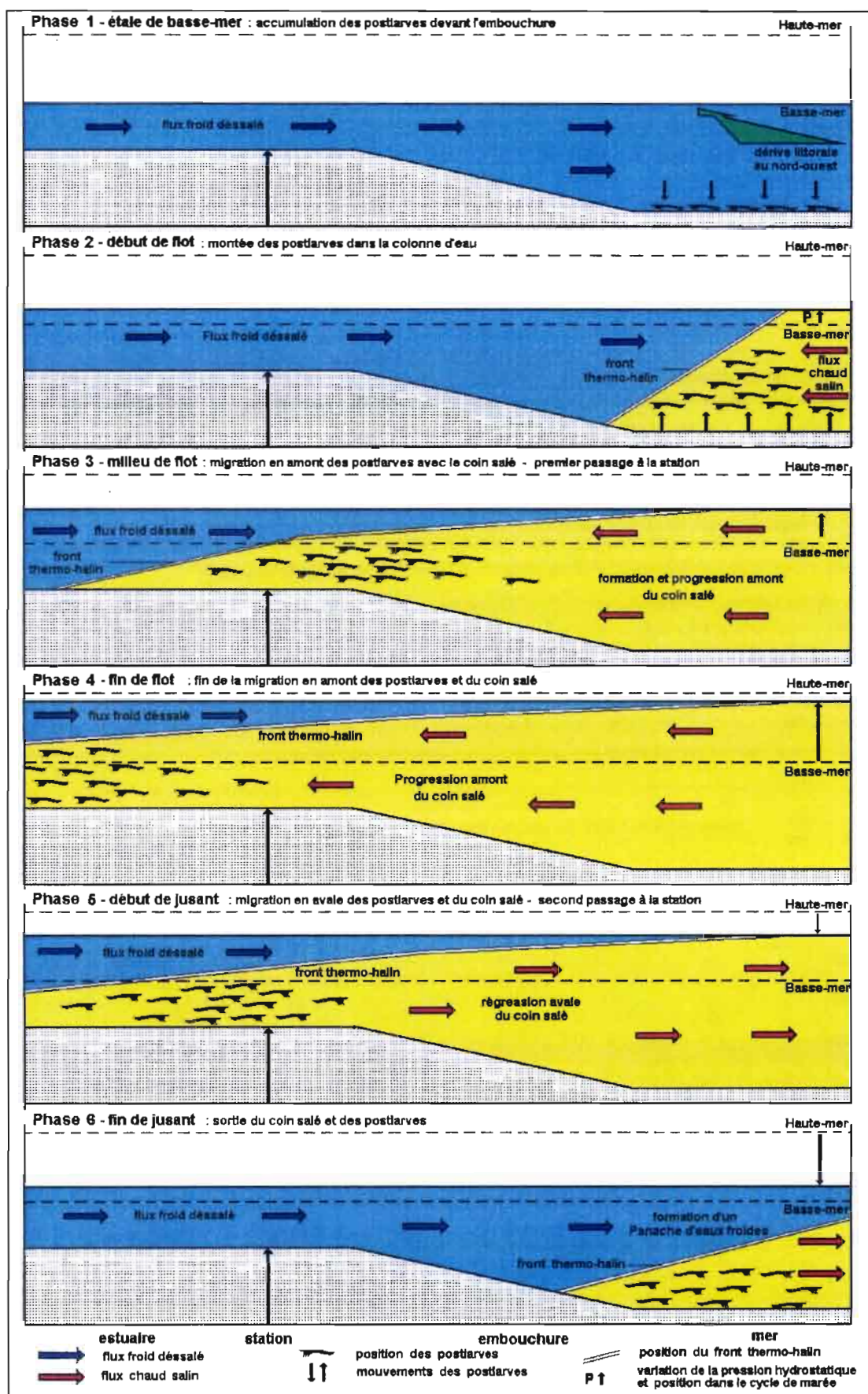


Figure 3.4.XXXVII : Schéma résumant les principales phases de l'intrusion en estuaire des postlarves de *Penaeus subtilis* en Guyane.

3.5. Cycles annuels - variations saisonnières

Le prérecrutement des postlarves de *Penaeus subtilis* a été suivi régulièrement sur 4 fleuves de Guyane : la rivière Cayenne, les fleuves Sinnamary, Kourou et Organabo, de façon à étudier les variations saisonnières de l'abondance en postlarves de *Penaeus subtilis* et mettre en évidence un éventuel cycle annuel.

La série de données recueillie sur le Fleuve Kourou couvre 5 mois, durée trop courte pour prendre en compte ces résultats. Seules les données des 3 autres fleuves, dont le suivi s'est déroulé sur plus de 2 années, serviront à l'étude des variations saisonnières du prérecrutement. On notera que ces 3 points d'observations éloignés de 150 km, ont permis de suivre le phénomène du prérecrutement sur la moitié de la façade maritime de la Guyane.

Les données obtenues à la station Ligne-électrique sur la Rivière Cayenne n'ont pas été prises en compte par souci d'homogénéité. En effet, jusqu'au début de la prospection en double avec la station Cayenne-plage, les échantillonnages ont eu lieu dans des conditions très différentes de celles des prélèvements qui ont suivi, de la fin du flot de l'après-midi au début du flot nocturne au lieu de couvrir tout le flot diurne. Le maximum d'abondance relevé correspond le plus souvent au pic de descente des postlarves montées au flot diurne. Si un pic de montée est mis en évidence, il s'agit alors de celui de la marée nocturne, à une période d'activité plus importante des postlarves, si on admet l'existence d'un rythme nyctéméral.

Sur le fleuve Sinnamary, seules les données de la station de fond ont été considérées, puisque la montée des postlarves de *Penaeus subtilis* s'effectue dans la couche d'eau la plus profonde. L'ensemble des 3 séries Cayenne, Sinnamary et Organabo couvre 5 années.

3.5.1. Variations saisonnières sur 3 estuaires suivis sur plusieurs années

Les variations d'abondance en postlarves de *Penaeus subtilis* de 1989 à 1994 sont représentées sur la figure 3.5.1.

L'indice d'abondance retenu pour chaque point de la série de prélèvement est la valeur du pic d'abondance enregistré pendant le flot. Les données collectées sur la base de la durée séparant deux vives-eaux ont été regroupées par quinzaine calendaire. Dans de rares cas il s'agira de la valeur moyenne des pics de 2 sorties consécutives, l'écart entre deux vives-eaux étant légèrement inférieur à la quinzaine (24 quinzaines par an et 25 vives-eaux par an).

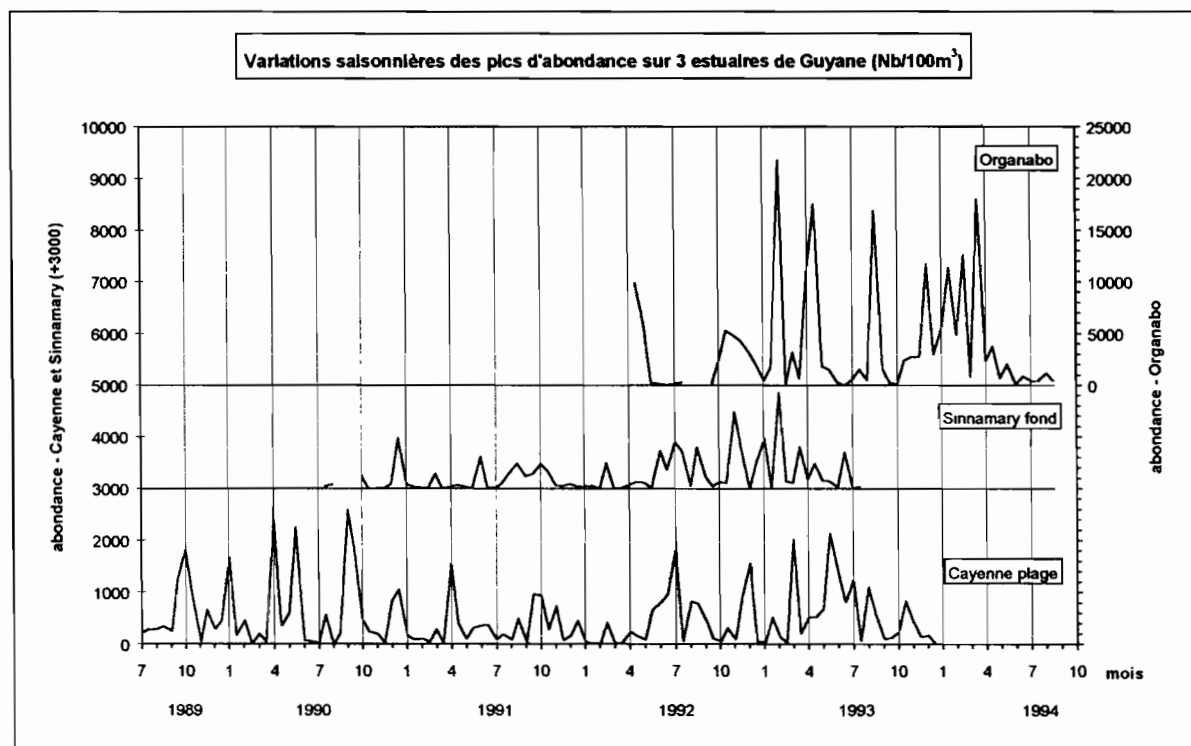


Figure 3.5.1 : Variations saisonnières de l'abondance en postlarves sur 3 estuaires de Guyane (valeurs brutes regroupées par quinzaines calendaires).

Le fait le plus marquant qui ressort de la comparaison des 3 séries réside dans les amplitudes des abondances observées sur le fleuve Organabo qui sont très élevées, de l'ordre de 20 fois supérieures à celles observées sur la rivière Cayenne ou le fleuve Sinnamary. Ces valeurs tendent à montrer que la zone préférentielle d'arrivée des postlarves de *Penaeus subtilis* sur la côte de Guyane se trouverait à l'ouest, il est possible que cette disparité des valeurs des pics d'abondance puisse être en partie expliquée par des différences d'hydrodynamique entre les estuaires ; mais déjà Rossignol (1972a) situe cette zone favorable aux concentrations de postlarves de *Penaeus subtilis* entre les embouchures des fleuves Mana et Iracoubo.

Sur les 3 estuaires les pics d'abondance sont nombreux ; on n'observe pas de périodicité marquée avec deux maxima par an, comme dans la plupart des stocks de pénéidés décrits dans la littérature. Ceci reflète très probablement l'absence de saisons hydrologiques marquées sur le plateau continental, et on peut penser que la reproduction des adultes en mer a lieu toute l'année.

On observe des pics majeurs et d'autres de moindre importance. L'apparition de pics secondaires est plus fréquente sur le Sinnamary et la rivière Cayenne que sur l'Organabo où ils ne sont pas complètement absents. Ces pics secondaires gênent l'interprétation des 3 séries ; Leur origine peut être multiple ; elle peut être attribuée, entre autre, au choix de l'indice d'abondance, au mode opératoire et aux variations des conditions environnementales.

- le choix de l'indice d'abondance et les conditions opératoires

L'indice retenu est la valeur du pic de densité enregistré pendant le flot de la marée diurne. Cela suppose que le pic ait été bien individualisé (suivi de la phase croissante et du début de la phase décroissante de la courbe d'abondance), ce qui n'a pas toujours été le cas (tab. 3.5.I), l'échantillonnage a parfois débuté après le passage du pic, cas le plus fréquent sur l'estuaire de l'Organabo, d'accès difficile et plus éloigné de Cayenne, ou bien il a pu être interrompu avant la phase décroissante (voir les biais d'échantillonnage, Vendeville, 1993a, 1993b).

On a vu également que la durée séparant deux prélèvements joue un rôle important dans l'évaluation du pic de densité, du fait de la fugacité du phénomène de montée des postlarves. Pour un jour donné, la valeur du maximum d'abondance est une valeur par défaut du pic d'abondance réel, la précision étant d'autant meilleure que la durée séparant deux prélèvements est courte. Cette durée a été écourtée de moitié à partir de 1991.

Tableau 3.5.I : Nombre d'échecs de mise en évidence des pics d'abondance au flot de l'après-midi dans les séries de données sur les 3 estuaires suivis en routine.

années	Cayenne-plage		Sinnamary-fond		Organabo	
	total des sorties	sorties sans maximum	total des sorties	sorties sans maximum	total des sorties	sorties sans maximum
1989	11	0				
1990	23	2	8	1		
1991	24	4	24	8		
1992	24	2	21	2	9	4
1993	24	1	16	5	25	4
1994					16	3

- effet des conditions environnementales

L'incidence de certains facteurs environnementaux sur la montée des postlarves a été analysée plus haut. Il s'agit du débit du fleuve qui peut jouer un rôle sur la rapidité de la montée et la distribution des postlarves dans la colonne d'eau (intrusion sous-jacente d'eaux marines ou en surface) et donc par rapport au filet, qui peut se trouver à échantillonner au-dessus de la couche d'eau où se déplacent les postlarves.

On a vu également que le marnage a une incidence sur l'abondance des postlarves en montée dans l'estuaire ; du fait de l'existence d'un rythme tidal, l'abondance en postlarves augmente avec le marnage.

Quand on considère les variations sur l'année des marnages en pleine lune et nouvelle lune en Guyane, à partir des données fournies pour les Iles-du-Salut (fig. 3.5.II), on s'aperçoit qu'ils sont distribués sur deux courbes en opposition de phase. Les données d'abondance en postlarves de deux sorties consécutives sont donc obtenues dans des conditions de marnage opposées ; les plus fortes différences ayant lieu aux équinoxes.

Pour diminuer les biais, on a utilisé une moyenne mobile sur 3 valeurs consécutives en attribuant un poids d'un point à la valeur centrale et de $\frac{1}{2}$ point aux deux valeurs extrêmes ; on prend ainsi en compte l'effet de l'alternance des marnages de pleine et nouvelle lune sur l'abondance.

Les variations des 3 indices d'abondance construits sur ce modèle sont représentées à la figure 3.5.III.

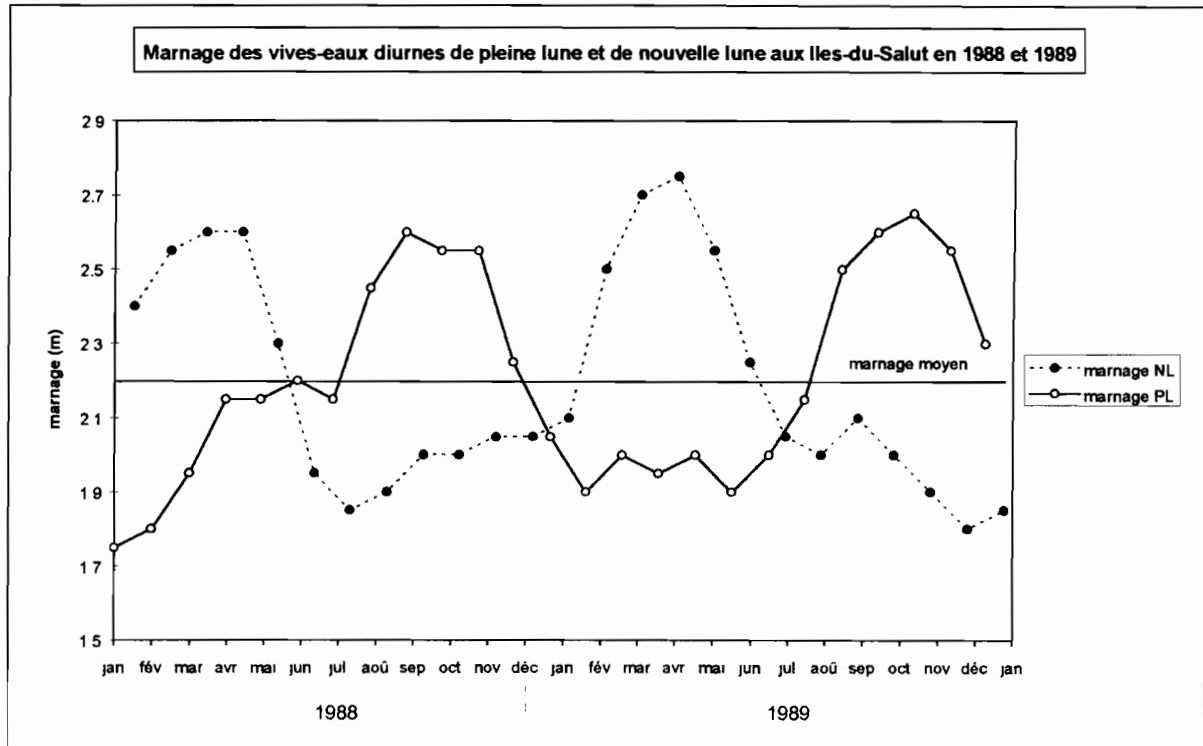


Figure 3.5.II : Variations du marnage en pleine lune et nouvelle lune aux Iles-du-Salut sur deux années (source, SHOM).

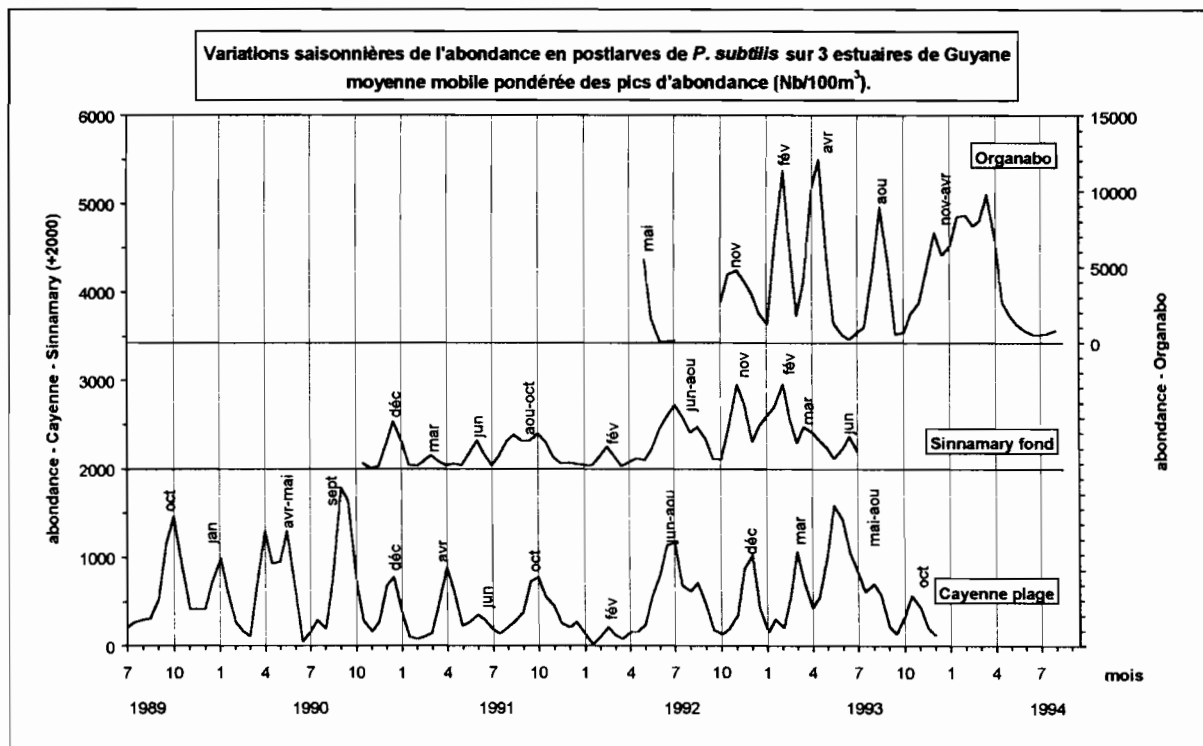


Figure 3.5.III : Variations saisonnières de l'abondance en postlarves sur 3 estuaires de Guyane : lissage par une moyenne mobile pondérée sur 3 valeurs (poids : $\frac{1}{2}$, 1, $\frac{1}{2}$).

Dans l'ensemble, on constate un synchronisme entre les 3 fleuves dans l'apparition des pics avec parfois un décalage d'un mois. Le retard s'observe plus souvent sur l'estuaire de la rivière Cayenne par rapport aux deux autres estuaires. On compte 3 à 4 pics par an. En 1992-1993, 4 pics sont bien individualisés : novembre, février, avril et août, avec un décalage de 1 mois sur la rivière Cayenne et un recouvrement des deux derniers pics. Le recouvrement de plusieurs pics se rencontre sur les 3 fleuves. En 1993-1994 sur l'Organabo, les pics de novembre, février et avril se succèdent sans qu'il y ait de véritable arrêt. Sur le Sinnamary, en 1991, les pics d'août et d'octobre-novembre se recouvrent également.

L'observations sur ces 5 années montre que les entrées de postlarves dans les estuaires ont lieu toute l'année et que le cycle du prérecrutement en Guyane présente 4 vagues avec ou sans chevauchement, à raison d'une vague par trimestre. Ces résultats rejoignent ceux que Rossignol (1972a) a obtenu dans son étude des entrées de postlarves dans le marais Sarcelle.

Pour mettre davantage en évidence les fortes tendances sur les 3 séries on a itéré le processus de calcul de la moyenne mobile pondérée. Les résultats montrent bien qu'en Guyane les saisons de prérecrutement sont souvent plus nombreuses que dans les régions à 2 saisons hydrologiques marquées et sont caractérisées par l'irrégularité de leur apparition, de leur durée et de leur intensité (fig. 3.5.IV). En Guyane, le prérecrutement des crevettes peut présenter jusqu'à 4 pics saisonniers qui peuvent fusionner selon les années ; parfois, le prérecrutement est plus précoce à l'ouest, devant d'un mois celui qu'on peut observer sur l'estuaire de la rivière Cayenne.

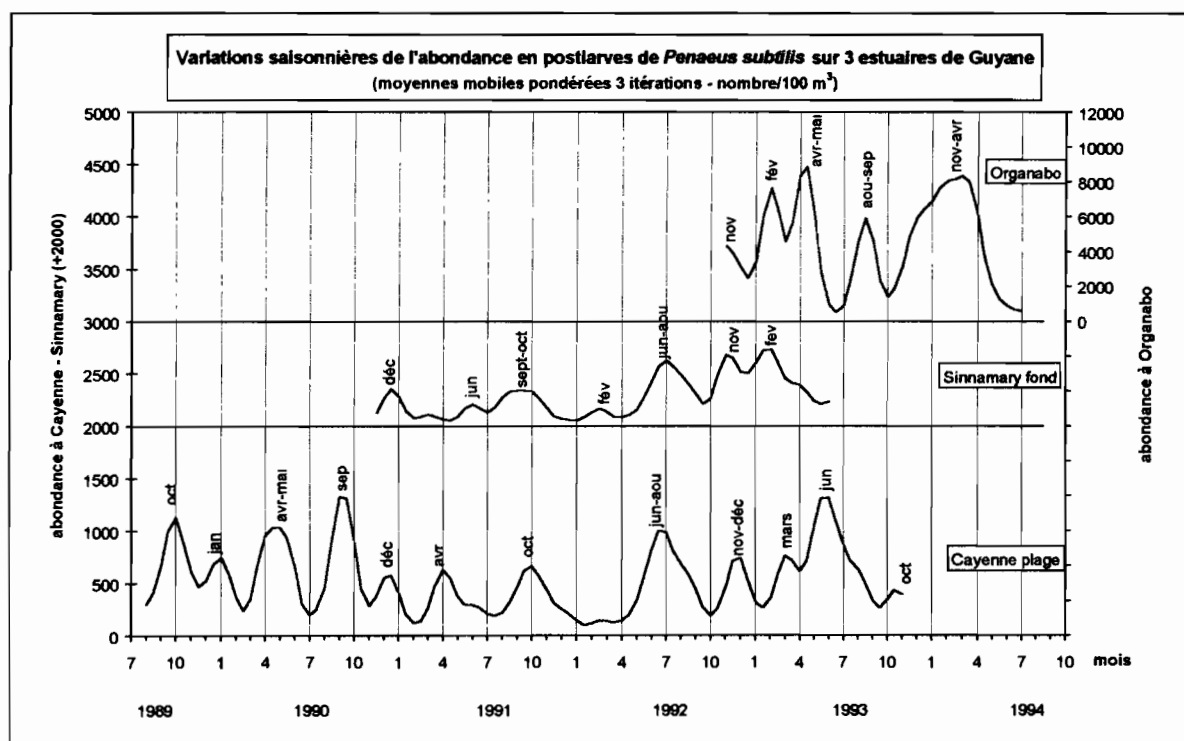


Figure 3.5.IV : Mise en évidence des principaux pics saisonniers sur 3 estuaires de Guyane par itération de la moyenne mobile (nombre d'itération = 3).

3.5.2. Choix d'un indice de prérecrutement régional

Il est nécessaire de disposer d'un indice de prérecrutement unique pour la région qui puisse prendre en compte les disparités spatio-temporelles relevées dans l'analyse des 3 séries de données recueillies sur les 3 estuaires. Cet indice doit rendre compte de la périodicité des pics de prérecrutement et intégrer toute la période couverte par l'ensemble de l'échantillonnage. Les périodes d'échantillonnage des 3 fleuves étant différentes, l'introduction des données d'Organabo où les valeurs enregistrées sont très élevées, donnerait un poids trop important aux fréquences de pics d'abondance sur ce fleuve à partir de 1992. Aucun élément ne permettant de quantifier la contribution relative de chacune des 3 zones dans le prérecrutement en Guyane, on a préféré donner un poids identique à chaque série. On a utilisé la variable centrée réduite (VCR) de chaque indice de prérecrutement. L'indice régional est la moyenne des trois VCR réajustée sur l'intervalle 0-1 par une

transformation de Gower ($y' = (y - y_{\min}) / (y_{\max} - y_{\min})$). Les variations de l'indice de prérecrutement régional (fig. 3.5.V) montrent l'existence de 3 ou 4 pics selon les années. L'année 1991 semble avoir connu un prérecrutement plus faible, mais les données ne concernent que 2 fleuves sur 3. Pour tenter de mettre en évidence les périodes les plus propices au prérecrutement on a établi la courbe moyenne de l'indice de prérecrutement régional sur les cinq années couvertes par l'échantillonnage en estuaire (fig. 3.5.VI).

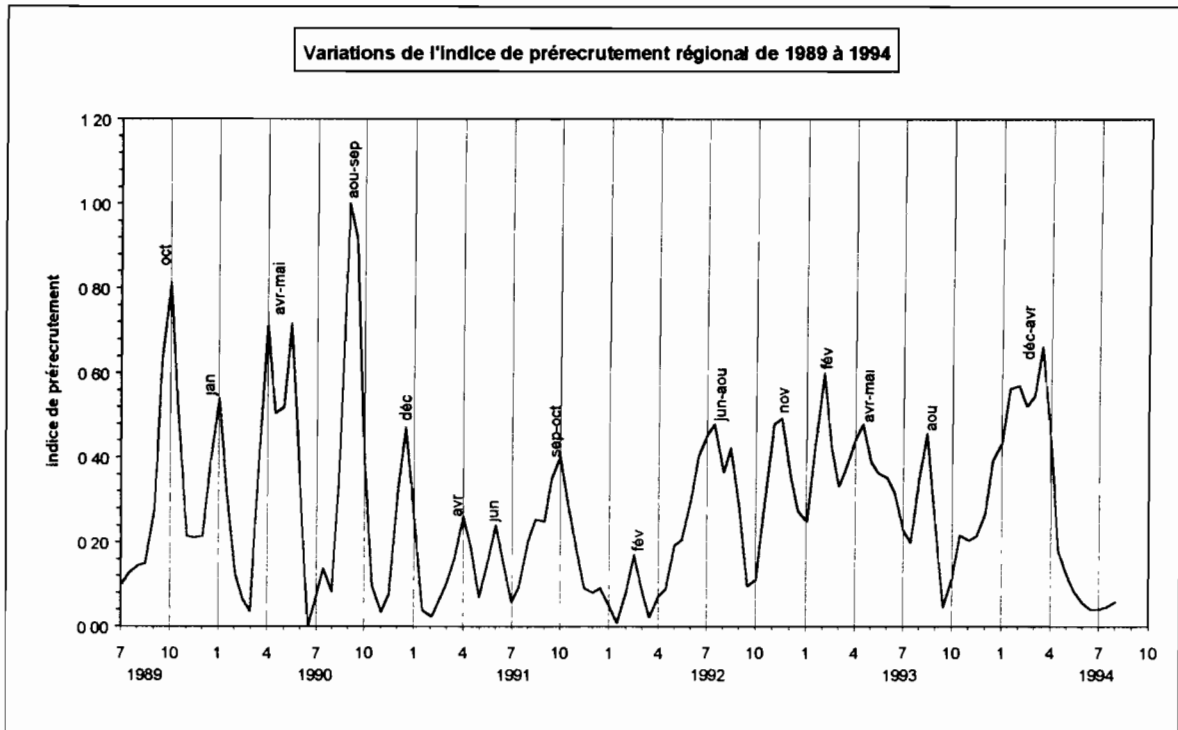


Figure 3.5.V : Variations de l'indice de prérecrutement régional calculé à partir des 3 séries de données récoltées entre 1989 et 1994 (voir texte).

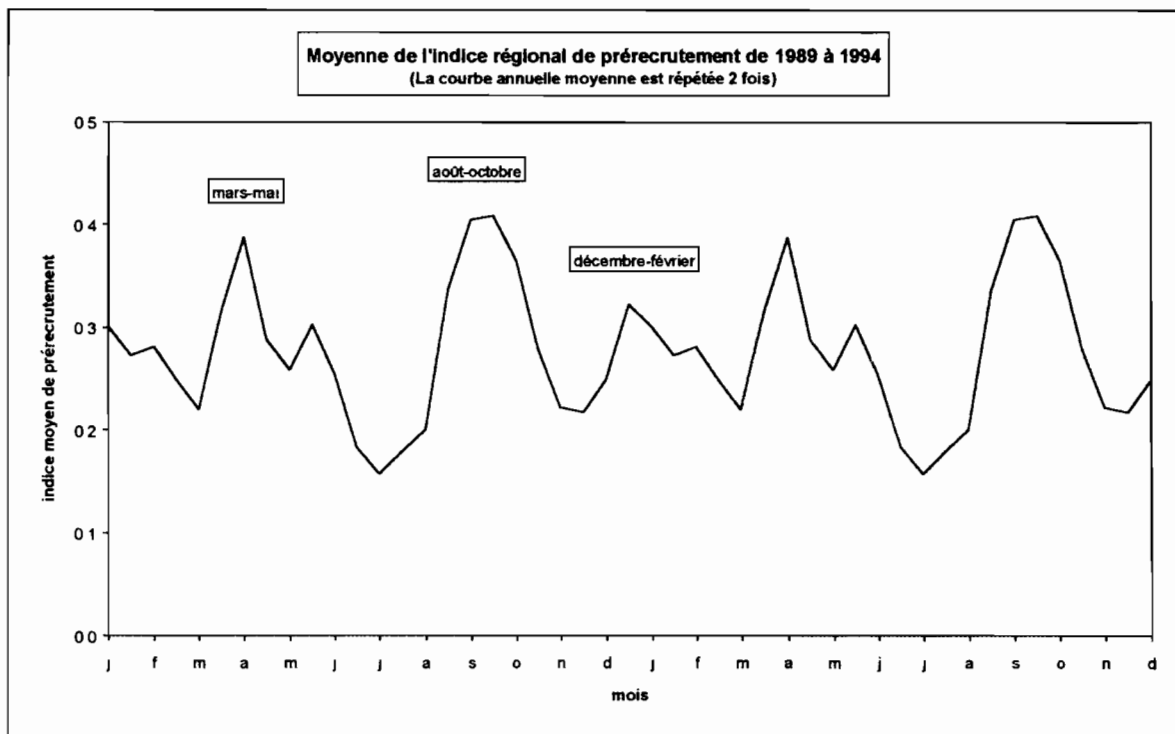


Figure 3.5.VI : Variations de la moyenne de l'indice de prérecrutement régional calculée entre 1989 et 1994. La courbe est répétée 2 fois.

Il ressort de cette analyse que 3 périodes semblent plus favorables au prérecrutement : celles de mars à mai, d'août à octobre et de décembre à février ; mais que les postlarves arrivent toutes l'année. Les 3 périodes d'important prérecrutement que Rossignol (1972a), après l'étude du marais Sarcelle sur une courte période (13 août 1971 au 1er mai 1972) situent en fin-février-mars, août et décembre et la quatrième, conditionnelle, en janvier, entrent dans le schéma moyen établi entre juillet 1989 et juillet 1994 sur les 3 estuaires de la rivière Cayenne et des fleuves Sinnamary et Organabo.

3.6. Définition d'un indice de nourricerie¹³

Compte tenu du nombre d'estuaires prospectés il devient possible d'étudier les variations spatiales du prérecrutement sur la côte guyanaise de façon à mettre en évidence d'éventuelles zones à fort recrutement.

L'estimateur de comparaison doit prendre en compte la période de prospection en raison des fortes variations saisonnières mises en évidence sur plusieurs estuaires.

La station de Cayenne-plage a été choisie comme référence car son suivi a couvert la plus longue période, recouvrant au moins partiellement les périodes de suivi ou de prospection sur les autres estuaires.

Le premier indice de nourricerie utilisé (Vendeville, 1993a) est défini ainsi :

$$In1 = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n X_i \cdot \sum_{i=1}^n V_{C_i}}{\sum_{i=1}^n X_{C_i} \cdot \sum_{i=1}^n V_i}$$

- X_i étant le nombre de postlarves observé dans l'échantillon correspondant au pic d'abondance de l'après-midi pour une station donnée au $i^{\text{ème}}$ échantillonnage.
- V_i , le volume filtré correspondant au même échantillon.
- X_{C_i} , le nombre de postlarves observé dans l'échantillon correspondant au pic d'abondance de l'après-midi à la station de Cayenne-plage à la même vive-eau.
- V_{C_i} étant le volume filtré correspondant à l'échantillon de la station de Cayenne-plage.
- n étant le nombre de couples de valeurs disponibles pour l'estuaire concerné et la station de Cayenne-plage.

L'utilisation des effectifs observés dans les échantillons permet de s'affranchir de l'hypothèse sur un biais lié à la taille de l'échantillon. En contrepartie, $In1$ est une "variable rapport" de deux "variables rapport" dont la variance est délicate à estimer.

Un indice $In2$ est calculé à partir des abondances ce qui permet d'estimer son écart-type.

$$In2 = 100 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n A_i}{\sum_{i=1}^n A_{C_i}} = \frac{\bar{A}}{\bar{A}_C} \quad \text{avec} \quad s(In2) = \frac{100}{\bar{A}_C} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left(A_i - \frac{In2}{100} \cdot A_{C_i} \right)^2}{n \cdot (n-1)}}$$

où A_i et A_{C_i} sont respectivement les valeurs des pics d'abondance dans l'estuaire concerné et à la station de Cayenne-plage pendant le flot diurne de la même vive-eau ; $s(In2)$, $\bar{A}$ et $\bar{A}_C$, sont les abondances moyennes en postlarves à la station considérée et à Cayenne-plage calculées sur les n mesures.

La comparaison des résultats des prospections est résumée dans le tableau 3.6.I. Seules les observations faites pendant le flot diurne de vive-eau sont prises en compte ; ce qui explique des différences dans les valeurs des abondances maximales par rapport à celles du tableau 2.3.I.

Dans la majorité des estuaires on dispose d'un nombre restreint d'observations, c'est pourquoi les valeurs prises par les abondances maximum, moyennes ainsi que par les indices de nourriceries doivent être considérées avec circonspection.

On observe que la convergence des indices de nourricerie a lieu rapidement, mais une dizaine de mesures sont toutefois nécessaires comme le montrent les courbes établies pour les stations suivies sur de longues périodes (fig.3.6.I à 3.6.V). La convergence des deux indices de nourricerie est plus rapide que celle de la moyenne ; ceci montre qu'en dépit des variations

¹³ indice de nourricerie : cette dénomination est ambiguë dans la mesure où les estuaires dont il est question, ne sont pas des nourriceries, mais il est apparu préférable de reprendre ce terme utilisé par Vendeville (1993a) qu'il faut comprendre comme se rapportant à la zone littorale située à proximité de l'estuaire en question.

saisonniers marquées (Cf. § 3.5), le phénomène de prérecrutement est synchronisé sur la côte guyanaise.

Tableau 3.6.1 : Comparaison des abondances en postlarves de *Penaeus subtilis* observées pendant le flot de vives-eaux diurnes sur les estuaires prospectés en Guyane entre 1989 et 1994. N_0 =nombre d'observations ; $Y_{\max}$ et Y_{moy} , respectivement la valeur maximale et la valeur moyenne des pics d'abondance (nombre de postlarves/100 m³) ; N_{IN} =nombre de couples de valeurs ayant servi au calcul des indices de nourricerie ; $IN1$ =indice de nourricerie tenant compte du volume filtré ; $IN2$ =indice de nourricerie calculé avec les densités par volume filtré et S_{IN2} , l'estimation de son écart-type.

Estuaire-station	N_0	$Y_{\max}$	Y_{moy}	N_{IN}	IN 1 %	IN 2 %	S_{IN2} %
Mana	1	2	2	1	2,0	2,0	
Organabo	50	21754	3972	33	574,8	607,2	170,7
Iracoubo	2	73	48	2	29,2	30,2	0,2
Crique Canceler	1	267	267	1	51,9	51,9	
Crique St-Laurent	1	7182	7182	1	1394,8	1394,8	
Sinnamary-fond	69	1851	260	67	59,3	54,3	9,6
Sinnamary-surface	23	169	24	21	7,6	8,3	3,5
Crique Malmanoury	3	86	33	3	46,7	26,1	25,8
Kourou	11	834	272	11	62,6	73,1	16,3
Crique Macouria	3	1544	772	3	261,3	300,2	216,1
Cayenne-plage (référence)	106	3212	523	106	100,0	100,0	
Cayenne-ligne-électrique	30	757	136	30	21,8	20,6	6,6
Mahury	4	124	82	4	18,9	21,1	13,9
Kaw	2	88	64	2	31,3	39,4	21,2

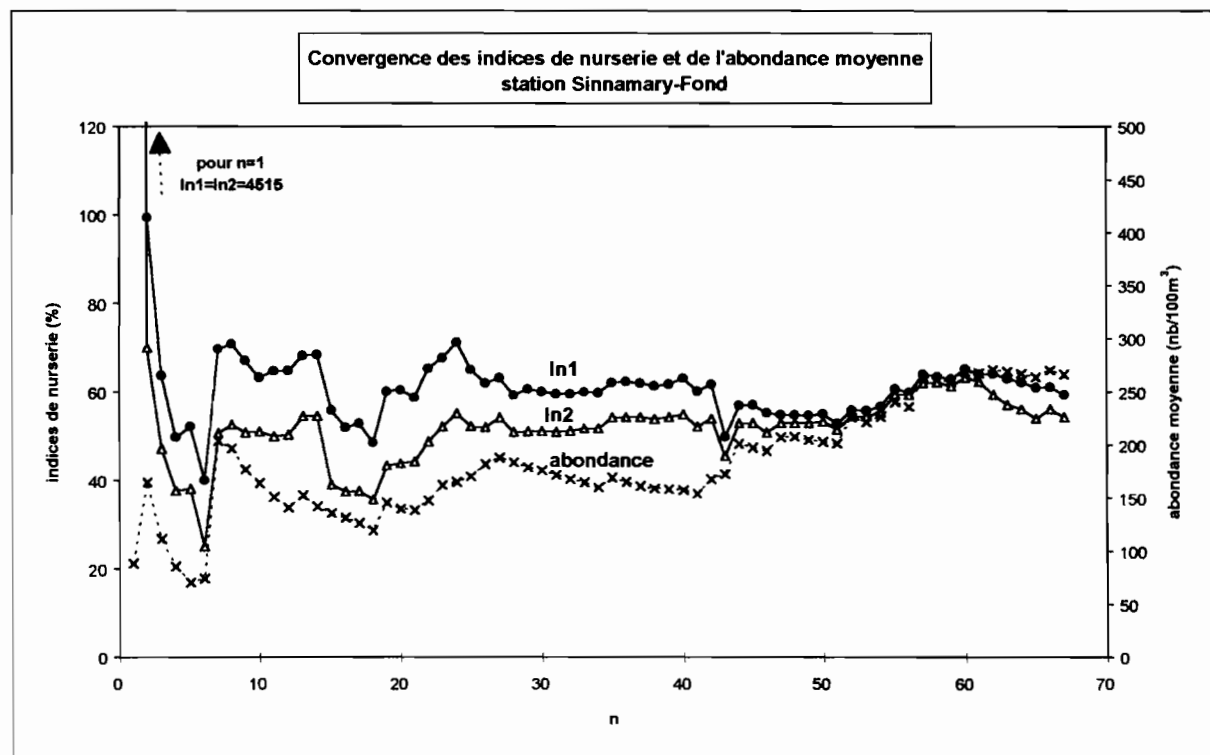


Figure 3.6.1 : Evolution des deux indices de nourricerie et de l'abondance moyenne en fonction du nombre de données acquises à la station de Sinnamary-fond par rapport à la station de référence (Cayenne-plage).

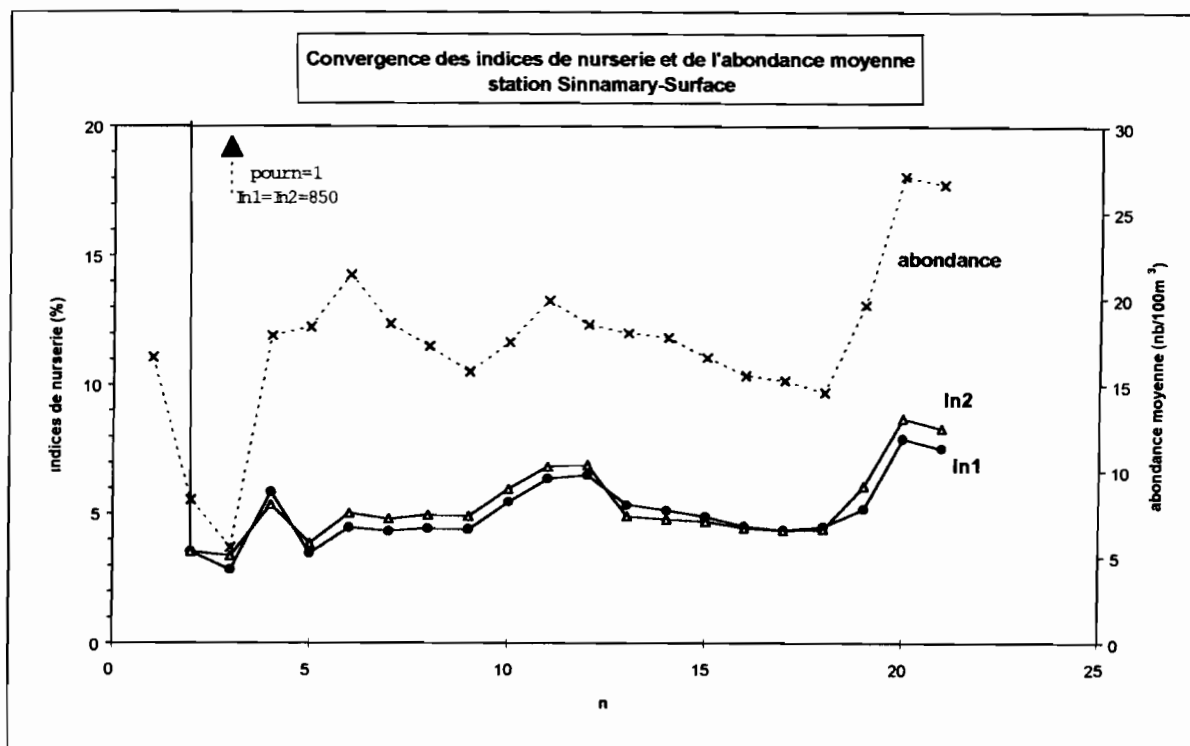


Figure 3.6.II : Evolution des deux indices de nourricerie et de l'abondance moyenne en fonction du nombre de données acquises à la station de Sinnamary-Surface par rapport à la station de référence (Cayenne-plage).

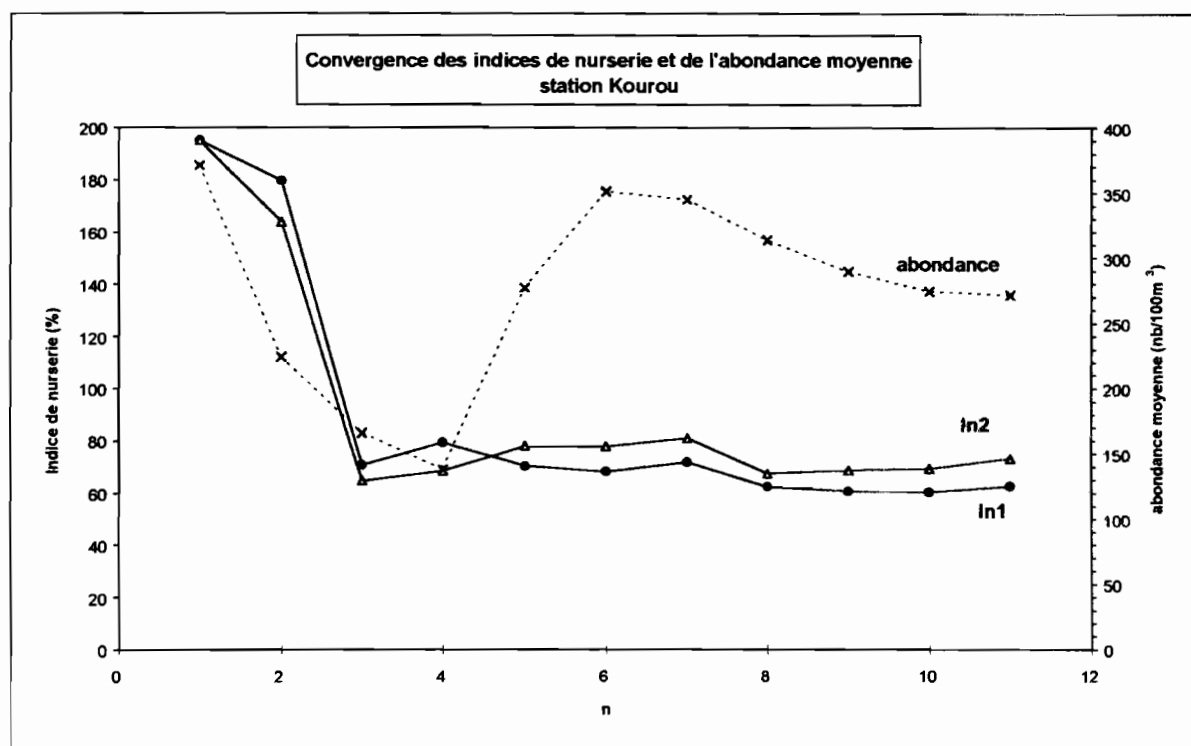


Figure 3.6.III : Evolution des deux indices de nourricerie et de l'abondance moyenne en fonction du nombre de données acquises à la station du fleuve Kourou par rapport à la station de référence (Cayenne-plage).

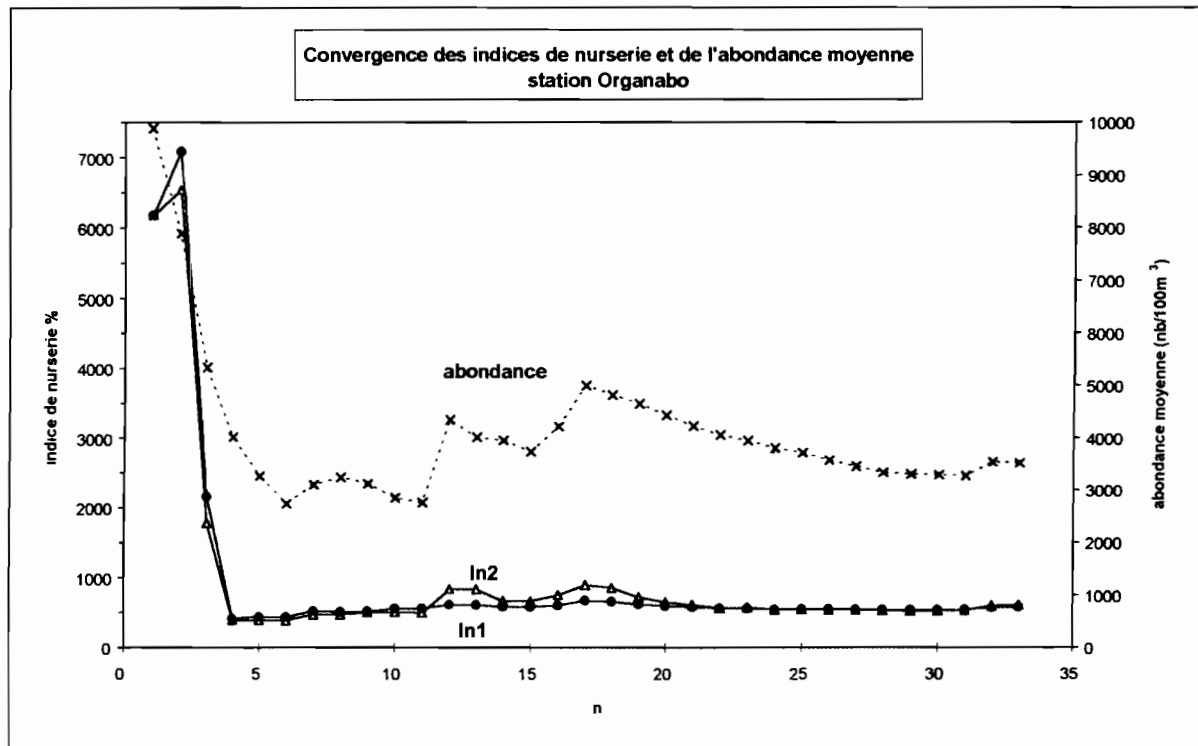


Figure 3.6.IV : Evolution des deux indices de nourricerie et de l'abondance moyenne en fonction du nombre de données acquises à la station du fleuve Organabo par rapport à la station de référence (Cayenne-plage).

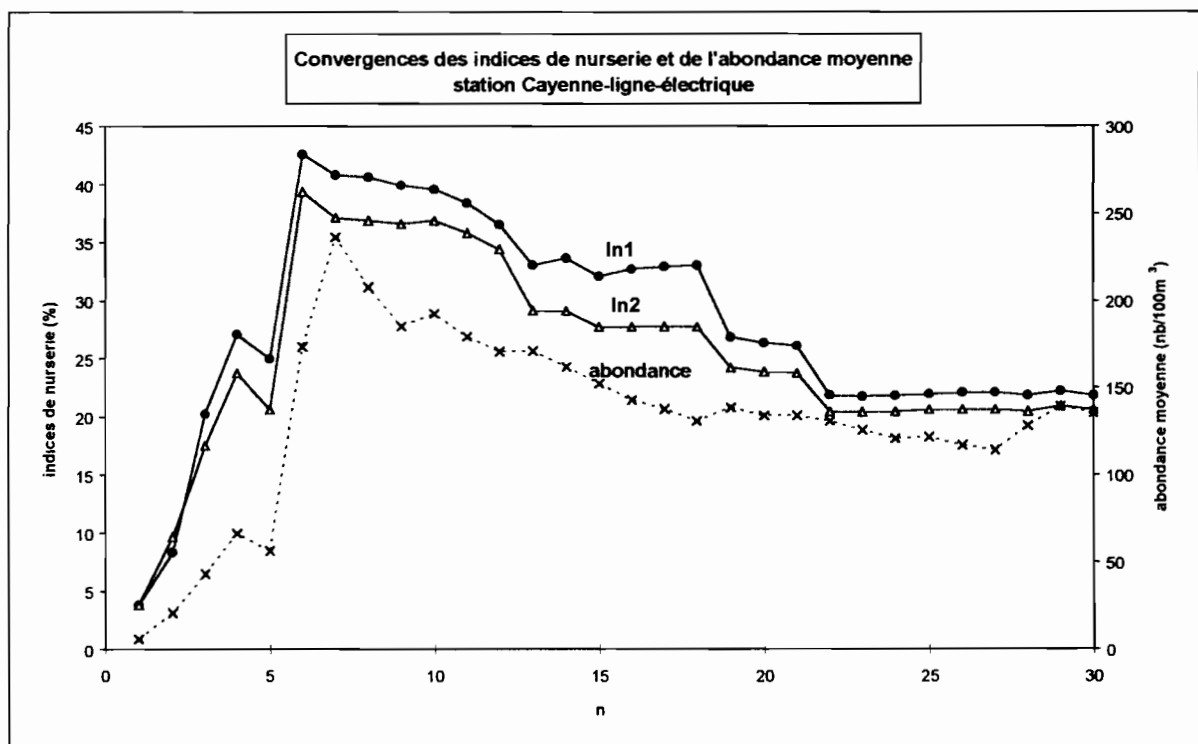


Figure 3.6.V : Evolution des deux indices de nourricerie et de l'abondance moyenne en fonction du nombre de données acquises à la station Cayenne-Ligne-électrique par rapport à la station de référence (Cayenne-plage).

L'utilisation des indices de nourricerie basés sur les abondances en postlarves, telles qu'elles sont définies ici, apparaît restreint ; ils ne laissent, en effet, rien présager de l'importance de telle ou telle zone comme nourricerie, puisqu'ils se basent sur des densités volumiques en postlarves qui sont très liées aux hydrodynamiques de chaque estuaire. Un rapport de densités surfaciques de juvéniles en croissance constituerait un meilleur indice de nourricerie ; il ne peut être obtenu qu'après avoir localisé précisément les véritables zones de nourricerie.

On notera aussi les valeurs que prennent les indices de nourriceries à Cayenne-Ligne-électrique ; les abondances en postlarves de *Penaeus subtilis* y sont en moyenne 5 fois plus faibles qu'à la station de Cayenne-Plage.

Les indices de nourricerie de la station Sinnamary-surface sont 7 fois moins élevés que ceux de la station Sinnamary-fond. On note à cette station une augmentation de l'abondance moyenne et des indices de nourricerie qui pourrait être liée à des modifications de l'hydrodynamique de l'estuaire après la mise en eau du barrage de Petit-Saut.

On retiendra essentiellement de ces résultats le synchronisme des vagues de prérecrutement en différents points de la côte de Guyane.

3.7. Résultats sur les autres espèces

Les principales observations recueillies sur les 4 crevettes rencontrées dans les échantillonnages en estuaire sont exposées ici, car ces espèces ne donnent pas lieu à une pêche commerciale en Guyane. Deux d'entre elles, *Xiphopenaeus kroyeri* et *Macrobrachium* sp., présentent un intérêt plus particulier ; l'une est exploitée dans d'autres régions, la seconde appartient à un genre qui fait l'objet d'une exploitation aquacole très répandue dans les pays tropicaux. Les variations saisonnières des abondances de ces deux espèces sur les estuaires de la rivière Cayenne et des fleuves Sinnamary et Organabo sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 3.7.1 : Principaux pics d'abondance mensuels par station et par espèce : *Xiphopenaeus kroyeri* et *Macrobrachium* sp.

	<i>Xiphopenaeus kroyeri</i>	<i>Macrobrachium</i> sp.
Cayenne	juin, août, sept.-oct.-nov.	mars, (juin)
Sinnamary	sept. et nov. ou déc.	mars-avril-mai, (juillet)
Organabo	février, août-sept.	avril-mai, (sept.)

3.7.1. *Xiphopenaeus kroyeri*

L'exploitation de la seabob, *Xiphopenaeus kroyeri* (fig. 3.7.1), n'est plus guère développée en Guyane, bien qu'elle représente une ressource potentielle importante. La pêche artisanale au moyen de barrières chinoises dans l'estuaire de la Rivière de Cayenne est actuellement abandonnée. Les crevetters industriels capturent parfois d'importantes quantités de cette espèce quand ils travaillent dans les petits fonds, mais ils en rejettent la plus grande partie en raison de sa faible valeur commerciale. Cette espèce est pêchée de façon artisanale et commercialisée au Surinam.

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

Au niveau annuel, on observe à Cayenne, une présence notable de l'espèce à partir de juillet et pendant toute la saison sèche avec 2 maximums en juillet-août et en novembre soit en début et en fin de saison sèche. A 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. On pourra consulter les travaux de Lins Oliveira (1991), pour plus d'informations sur cette espèce.

3.7.2. *Macrobrachium* sp.

Un troisième genre de larves a été rencontré assez fréquemment dans les échantillons : il s'agit de la crevette Palaemonidae *Macrobrachium* sp., localement appelée "chevrette". Il s'agit probablement de *Macrobrachium carinus* dans la plupart des cas ; une espèce différente a été

rencontrée sur le fleuve Kourou qui pourrait être *Macrobrachium rosenbergii*, cette espèce utilisée en aquaculture ayant été introduite dans des élevages d'essai de la région. L'intérêt potentiel de l'espèce est faible.

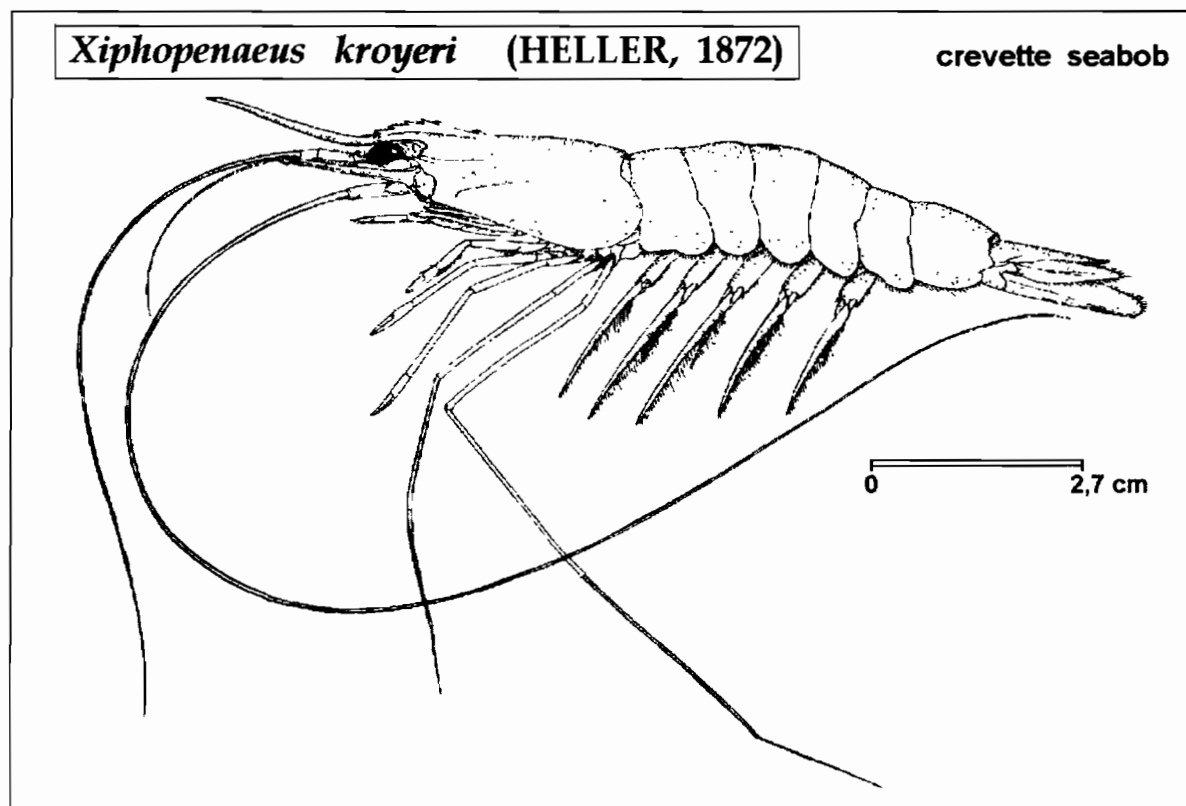


Figure 3.7.I : Silhouette de la crevette *Xiphopenaeus kroyeri* adulte (d'après Pérez-Farfante in FAO, 1978).

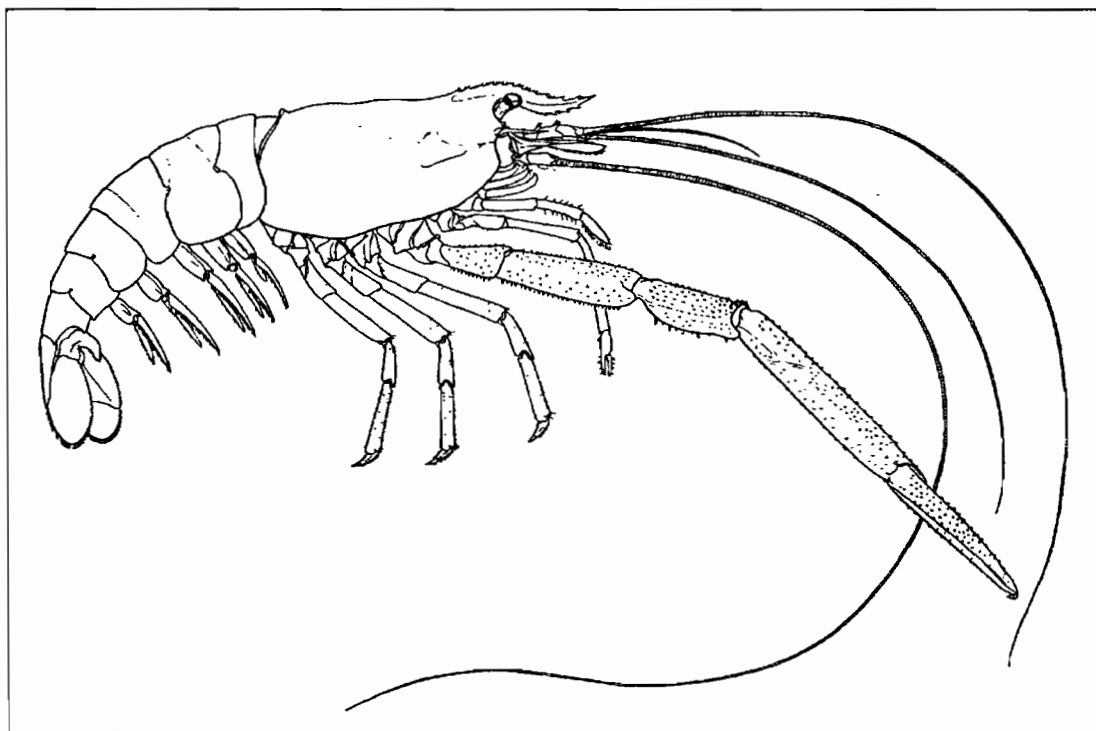


Figure 3.7.II : Silhouette de la crevette *Macrobrachium carinus* adulte (d'après Holthuis, 1952).

L'espèce est catadrome, elle a donc un cycle opposé à celui de *Penaeus subtilis* et *Xiphopenaeus kroyeri* à savoir : vie en eau douce et ponte en eau saumâtre.

Dans la nature (Griessinger *et al.*, 1991), la chevrette vit dans les estuaires et zones inférieures des rivières soumises à l'influence de la marée mais aussi dans les canaux d'irrigation, lacs, retenues d'eau et rizières ayant un accès direct ou indirect à un cours d'eau. On la trouve même jusqu'à 200 km à l'intérieur des terres. Les adultes sont omnivores et vivent sur le fond des cours d'eau qu'ils préfèrent boueux et sombres. Les animaux sont aptes à se reproduire à partir du cinquième mois environ. L'accouplement se fait en eau douce entre un mâle dominant et une femelle venant de subir une mue pré-nuptiale. La ponte a lieu quelques heures après l'accouplement. La femelle incube les oeufs sous son abdomen pendant une vingtaine de jours. Durant cette période, elle se rapproche de l'estuaire car, à l'éclosion, le développement larvaire ne peut s'effectuer qu'en eau saumâtre (12 à 18 ‰). La larve mesure 1 à 2 mm de long à l'éclosion. Elle nage en pleine eau et se nourrit de plancton. Elle subit 10 mues successives avant de se transformer en postlarve. La postlarve qui ressemble tout à fait à un adulte mesure 8 à 10 mm de long. Elle vit sur le fond et son régime alimentaire est omnivore. Les jeunes chevrettes ou juvéniles remontent alors activement les fleuves pour se diriger vers l'eau douce où elles grandiront et passeront leur vie adulte.

Il est intéressant de noter que les postlarves de *Macrobrachium* sp. apparaissent dans les échantillons bien après que le flot se soit installé (Cf. § 3.4.1.b, fig. 3.4.VI), ce qui veut dire que les stades jeunes de l'espèce peuvent descendre en aval des estuaires et trouver dans les fonds de la frange littorale les conditions favorables à leur développement.

A Cayenne, les valeurs d'abondance des postlarves ne sont jamais très élevées (maximum 207) ; les pics sont observés en mars (le principal) et en juin-juillet. A Sinnamary, on peut avoir des valeurs plus importantes (maximum 3242) avec des pics en mars-avril-mai, (juillet). Les pics d'abondance de *Macrobrachium* sp., se rencontrent donc en début et en fin de saison des pluies. Il y a probablement une relation entre la reproduction de l'espèce et le débit des fleuves, mais également avec la salinité des estuaires.

3.7.3. *Nematopalaemon schmitti*

La crevette *Nematopalaemon schmitti* (fig. 3.7.III), a été capturée en grandes quantités lors de l'étude sur le plancton de la Rivière de Cayenne.

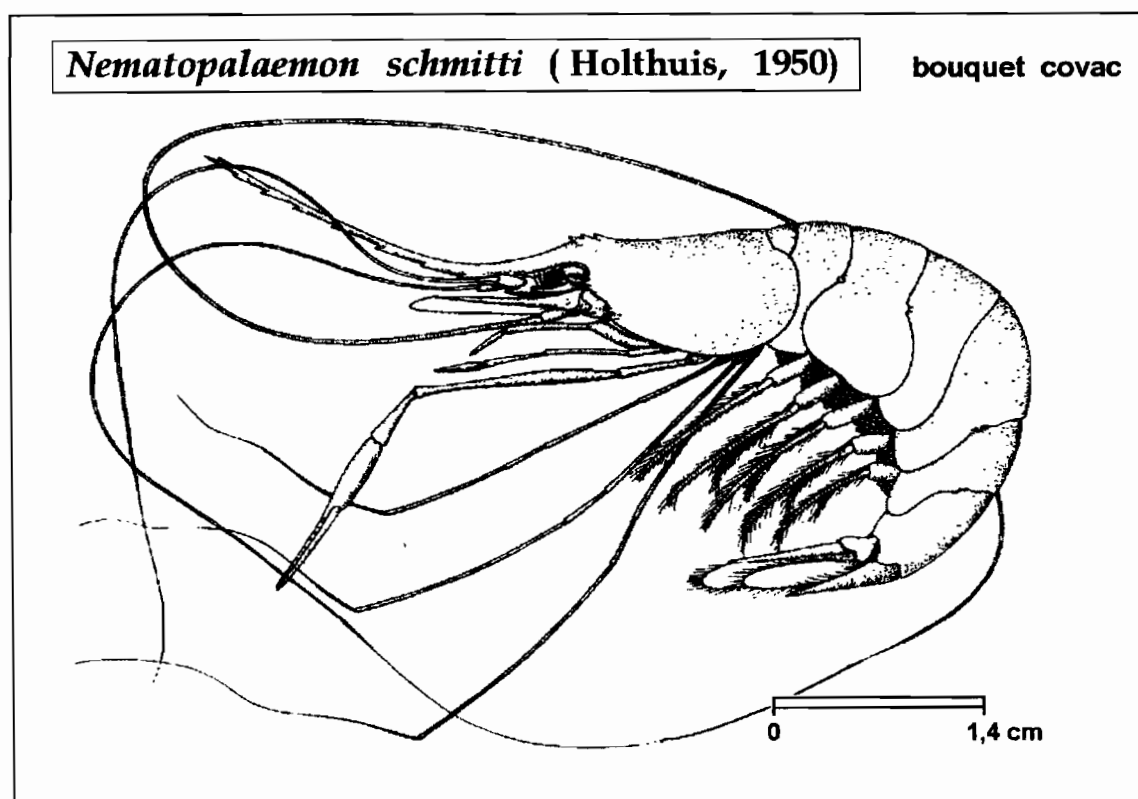


Figure 3.7.III : Silhouette de la crevette *Nematopalaemon schmitti* adulte (d'après Pérez-Farfante in FAO, 1978).

Cette espèce de petite taille n'est pas commercialisée en Guyane mais l'est au Surinam (white belly). Les barrières chinoises dans la rivière Cayenne en pêchaient des quantités non négligeables qui étaient entièrement rejetées.

L'étude sur le plancton de la rivière Cayenne a permis d'obtenir quelques informations sur les variations d'abondance entre avril 1988 et juillet 1989 (fig. 7.3.IV) ; le suivi de l'abondance de cette espèce a été interrompu par la suite.

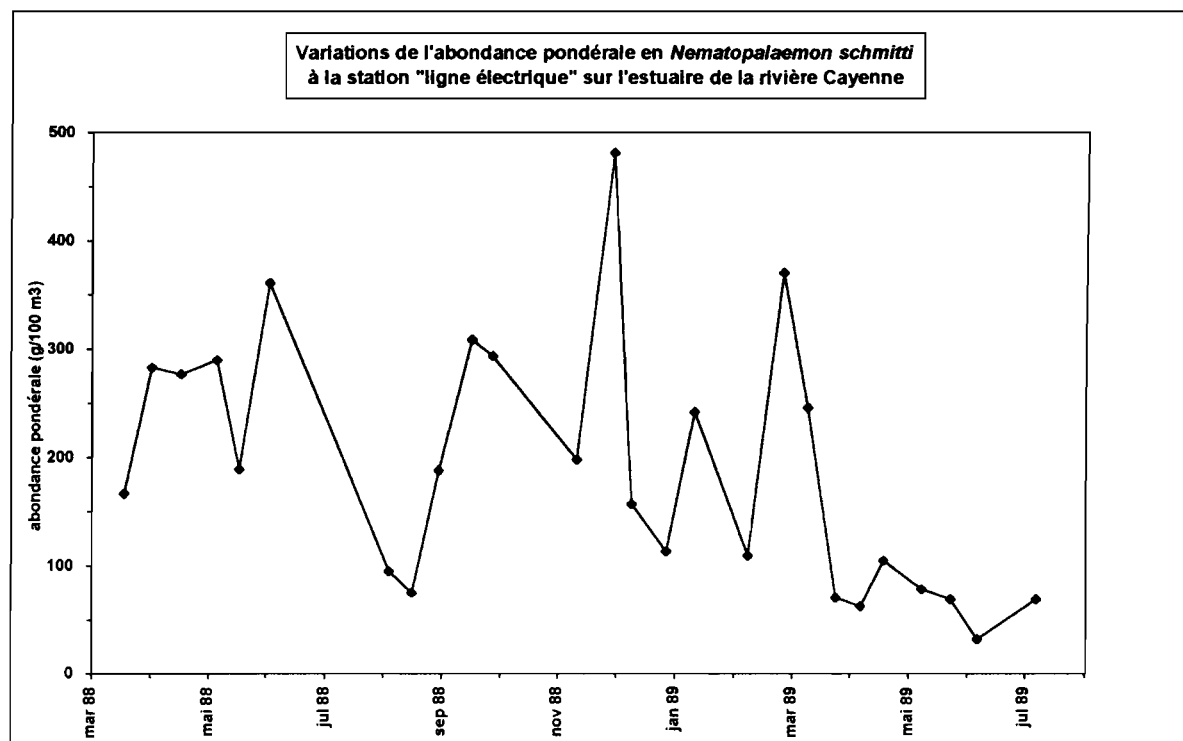


Figure 3.7. IV : Variations de l'abondance pondérale de *Nematopalaemon schmitti*, sur la rivière Cayenne en 1988 et 1989.

- Le maximum d'abondance observé, avec le filet à plancton de diamètre 75 cm, est de 481 g (en poids humide) pour 100 m³ d'eau filtrée en environ 3 mn. Le poids moyen d'un individu étant de 0,21 g, cela représente une abondance numérique maximale de 2300 individus/100 m³.
- L'abondance maximale en surface survient quand le courant de marée est maximum, montant ou descendant.
- l'espèce est présente toute l'année. On observe toutefois, un minimum d'abondance en saison sèche (juillet - août), les captures restant non négligeables.

Des mesures de la taille des individus capturés ont été effectuées (Cf. § 5.2.3.e).

Cette espèce est présente probablement dans tous les estuaires de Guyane et en mer sur les petits fonds en eaux dessalées. En raison de leur petite taille, ces crevettes pourraient trouver des utilisations particulières comme l'alimentation d'élevage d'ibis rouges ou la fabrication de nourriture pour poissons d'aquarium. La pêche est à envisager avec un filet de maille 2 à 8 mm de côté, tiré par une petite embarcation ou fixé, comme chalut à l'échalage (ou verveux). En extrapolant les résultats des captures au filet à plancton sur la rivière Cayenne, qui sont d'environ 150 g/3 mn/0,5 m², on peut envisager une prise de l'ordre de 6 kg/heure/ m² de filet. Ce chiffre est sans doute un minimum car un plus gros maillage devrait diminuer le colmatage de la poche et augmenter les rendements. Des larves et juvéniles de poissons seront capturées simultanément en quantité variable.

3.7.4. *Acetes americanus* (Sergestidae)

Cette espèce de petite taille (maximum 30 mm LT) appartient à la famille des Sergestidae ; elle peut être assez abondante dans les captures, mais n'a pas été étudiée. Elle n'est pas exploitée en Guyane mais des espèces voisines sont consommées sous forme de pâte ou de poudre dans les pays asiatiques.

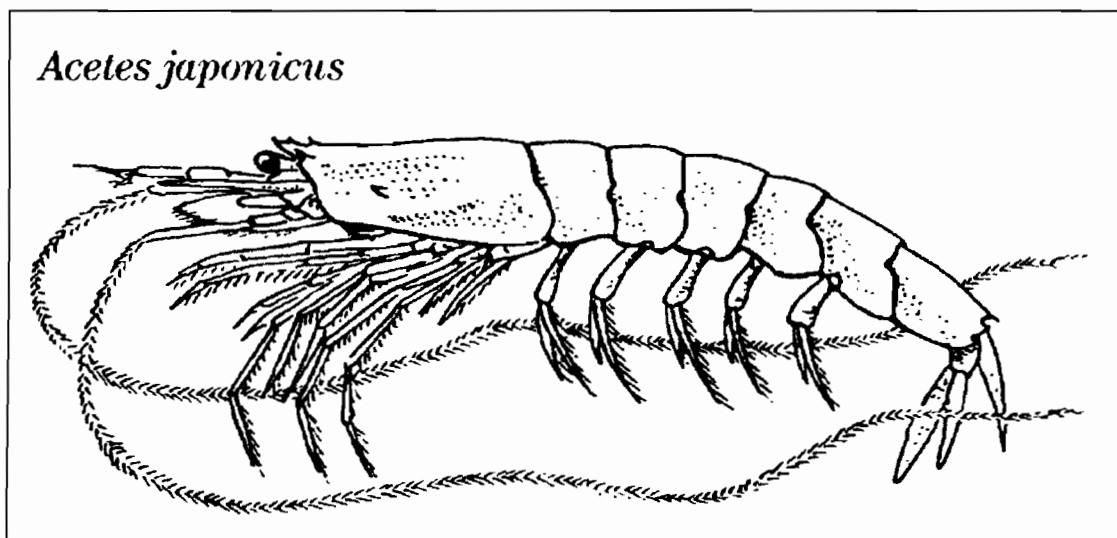


Figure 3.7.V : Silhouette de la crevette *Acetes japonicus*, espèce très proche de *Acetes americanus*, rencontrée en Guyane (d'après Doré et Frimodt, 1987).

3.7.5. Larves de poissons

Une étude des larves de poissons capturées dans les traits de plancton en estuaire a été réalisée sur la rivière Cayenne et le fleuve Sinnamary (Tito de Morais, 1993 ; Tito de Morais et Tito de Morais, 1994). L'échantillonnage réalisé sur la rivière Cayenne de juin 1989 à octobre 1990 a porté sur 52 989 individus appartenant à 59 espèces dont certaines sont encore incomplètement identifiées.

Trois familles, Engraulidae, Gobiidae et Scianidae représentent 97 % du total des juvéniles. Parmi les Engraulidae, les espèces dominantes sont *Anchoviella lepidontostole* et *Anchoa spinifer*.

L'analyse des données montre une faible diversité et une différence de diversité entre les 2 stations (1,24 et 1,68). Ce résultat est en accord avec plusieurs modèles théoriques d'abondance qui suggèrent un équilibre relatif des peuplements de juvéniles. Il existe par contre des variations saisonnières notables dans la diversité et l'abondance aux 2 stations, principalement en saison des pluies.

En dépit d'une stabilité apparente, les variations interannuelles de la salinité et des apports d'eau douce peuvent affecter le recrutement des juvéniles de certaines espèces et induire des modifications dans la composition des peuplements estuariens de larves et juvéniles de poissons.

3.8. Conclusion

L'étude des estuaires en Guyane a représenté l'essentiel de l'investissement en temps et en moyens financiers du programme. Elle était indispensable à la compréhension du cycle vital de la crevette *Penaeus subtilis*.

Les observations et les analyses qui en ont découlé ont apporté des réponses très différentes de celles que l'on pouvait en attendre, non seulement sur le déroulement du cycle biologique de *Penaeus subtilis* dans la région, mais également sur celui de nombreuses espèces marines et quelques espèces catadromes et plus globalement sur le fonctionnement de l'écosystème margino-littoral des Guyanes.

En particulier, elles ont conduit à remettre en question un certain nombre d'hypothèses implicites ou paradigmes, découlant d'observations sur des espèces de pénéidés très proches, dans d'autres régions de la zone inter-tropicale.

4. L'étude des marais côtiers - Le cas du marais Sarcelle

Sur ses 300 kilomètres de côtes, la Guyane dispose d'un vaste domaine margino-littoral de 1.000 km², faisant la transition entre le milieu marin et le milieu continental. Ce milieu paralique est situé entre un cordon sableux et la ligne de rivage, sur une largeur de 3 à 4 km ; il est constitué de marais d'eau saumâtre mais également de marais d'eau douce (photo 4.I). Cette zone est peuplée de palétuviers blancs, *Avicennia* sp. Ce système de transition se caractérise donc par la présence de deux milieux, l'un saumâtre et l'autre d'eau douce, interdépendants.

Le marais Sarcelle, situé à l'est de l'embouchure de la Mana (fig. 4.1.I), a donné lieu à des études plus détaillées. On doit les premiers et seuls travaux sur la biologie de *Penaeus subtilis* dans ce type de milieu à Rossignol (1972a) qui réunissent des observations recueillies sur une année. Des études hydrologiques et géomorphologiques ont également été menées (Blancaneaux, 1981 ; Lointier et Prost, 1986). Enfin une courte mission ayant pour but d'apprécier l'évolution du marais a été effectuée en juillet 1994 dans le cadre du programme (Lecour Grandmaison, 1995).



Photo 4.I : Exemple de marais côtier de la région de Kourou (d'après Lhomme, 1991 ; cliché Lhomme).

4.1. Description du marais Sarcelle

On s'appuiera principalement sur les travaux de Lointier et Prost (1986) pour présenter le marais Sarcelle, son fonctionnement et son évolution.

La région de Mana où se situe la savane Sarcelle est caractérisée par une pluviosité beaucoup plus faible que celle des autres régions ainsi que par un ensoleillement et une évaporation plus élevés.

Au niveau morphologique, on distingue du sud au nord (fig. 4.1.I et 4.1.II), les unités suivantes :

- un cordon sableux, dit ancien, couvert par la forêt mixte dense ;
- un marais d'eau douce avec une végétation palustre (typhacées, graminées, fougères et arbrisseaux) ; le sol est constitué d'argiles marines dessalées ;
- un cordon littoral sableux "récent" à sable grossier ;
- un marais saumâtre, peu profond (5 à 30 cm) avec des mangroves dans sa partie nord ; sa végétation est principalement constituée de lentilles d'eau, d'algues et de palétuviers ;
- le cordon littoral actuel, de sable grossier, peuplé de jeunes *Avicennia* ; il est traversé par quelques émissaires du marais ;
- enfin, recouvertes par une mince couche d'eau de mer, des slikkes de vase qui s'étendent jusqu'à 2 km vers le large.

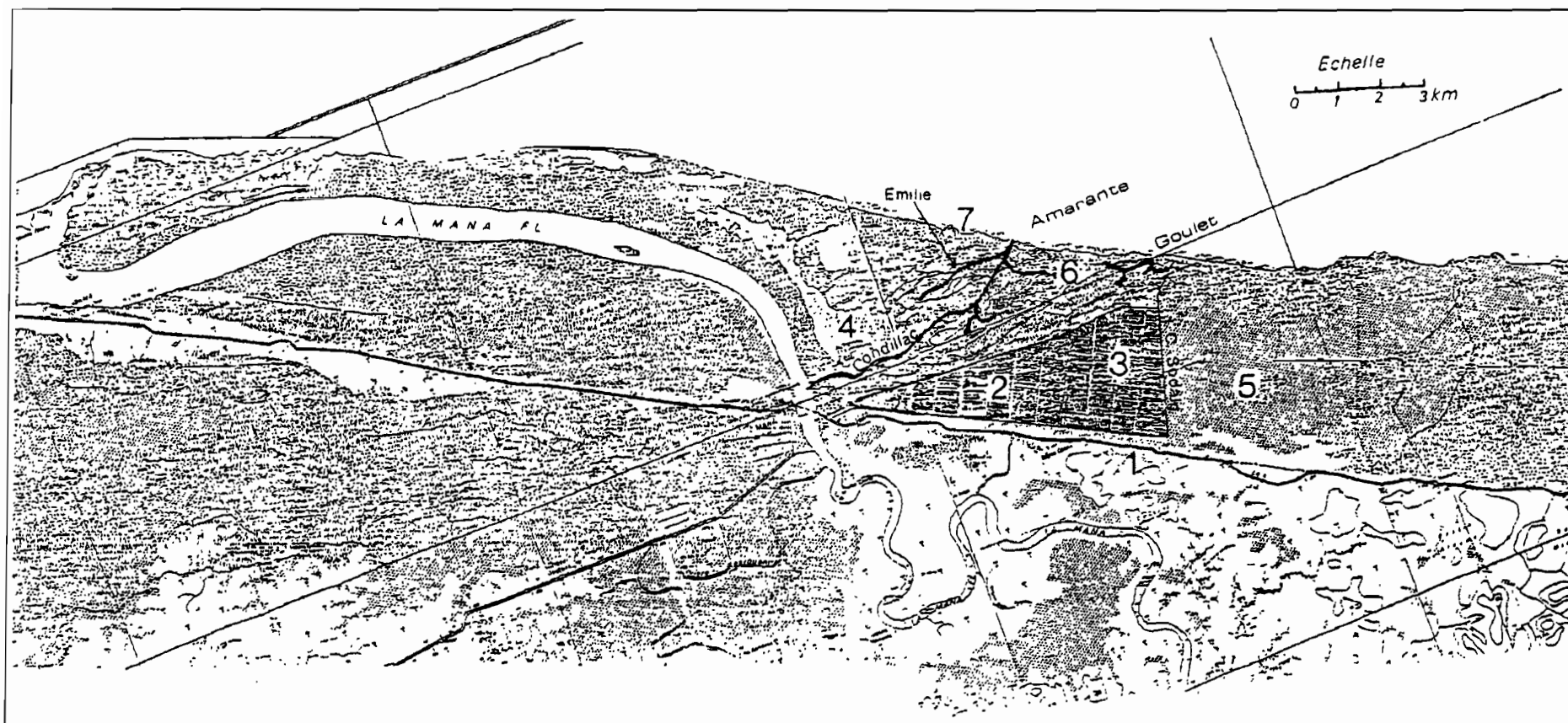


Figure 4.1.1 : Le marais Sarcelle et ses principales unités en 1986 (d'après Lointier et Prost 1986).

- | | |
|---|---|
| 1 - Cordon sableux "ancien" supportant la route CD 8. | 2 - Rizièrre implantée dans la savane Sarcelle. |
| 3 - Cordon sableux "récent". | 4 - Marais saumâtre au nord de la rizièrre. |
| 5 - Marais d'eau douce à l'est. | 6 - Mangrove de front de mer. |
| 7 - Plage et cordon sableux actuel. | |

La savane Sarcelle s'étend sur 20 km d'est en ouest sur une largeur de 4 km, sa superficie totale est de 5600 hectares. La riziculture irriguée a été implantée depuis 1984 ; en 1986, elle occupait 1000 hectares (fig. 4.1.I) ; depuis, elle s'est étendue progressivement vers l'est, jusqu'à la crique Irakompapi. La surface consacrée à l'activité rizicole représente ainsi près de 4800 hectares en 1994 (fig. 4.1.III), ce qui est considérable par rapport à l'ensemble, mais il faut souligner qu'elle est implantée uniquement dans le marais d'eau douce.

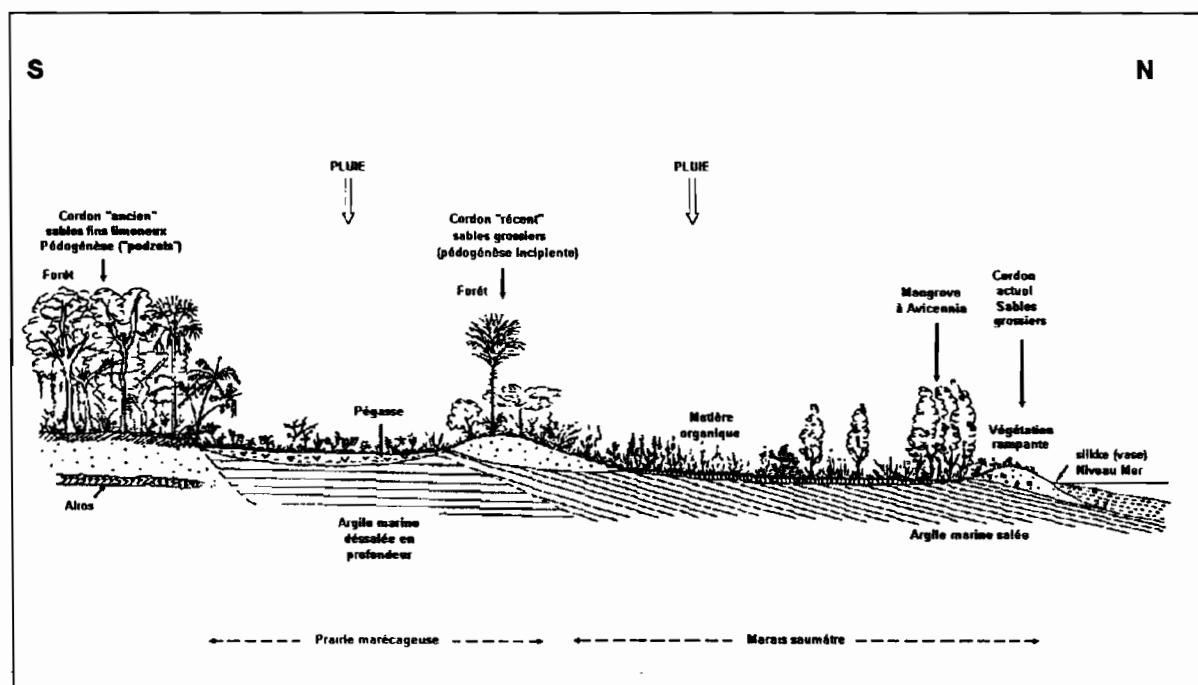


Figure 4.1.II : Coupe schématique sud-nord du marais Sarcelle (d'après Lointier et Prost, 1986).

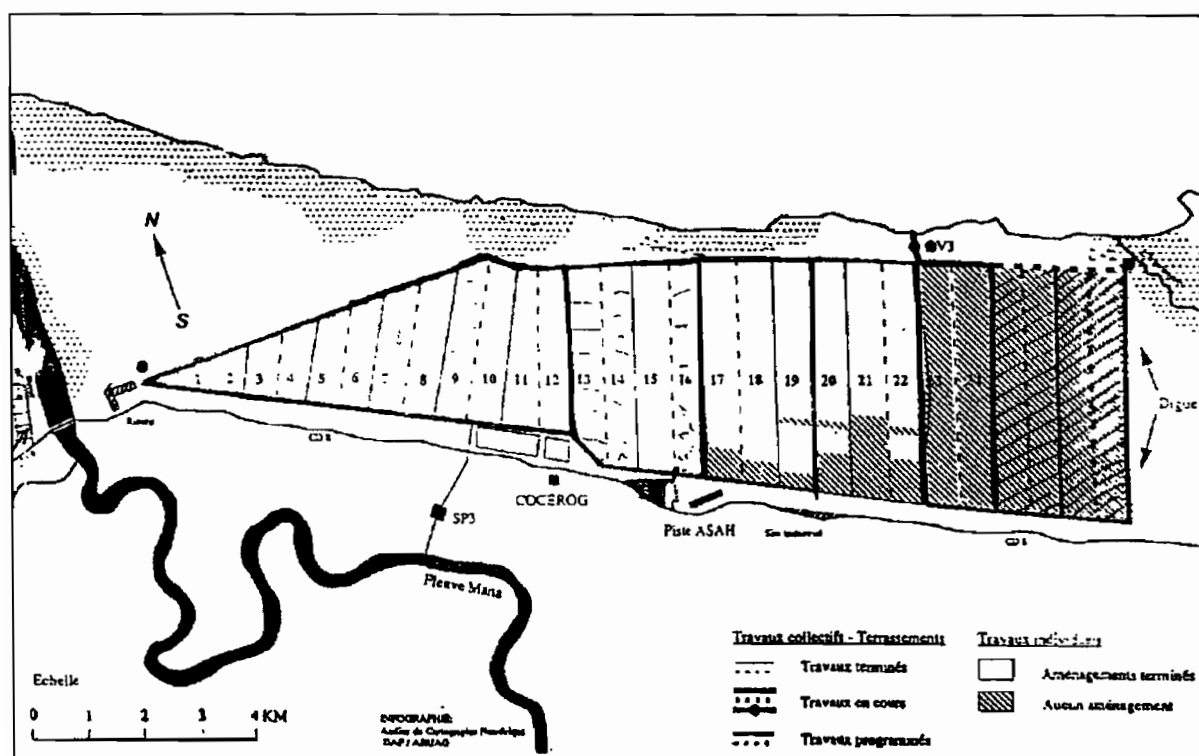


Figure 4.1.III : Plan général du polder rizicole de la Savane Sarcelle en 1994.

Le marais saumâtre situé au nord-ouest de la savane Sarcelle a été préservé dans sa totalité. Il se compose de plusieurs cuvettes d'eau. Le plan majeur et central a une surface de 450 hectares ; sa profondeur est de 20 à 40 cm en juillet 1994. Sa végétation est composée de lentilles d'eau, d'algues et de palétuviers qui forment un rideau sur sa rive nord.

Deux dispositifs assurent les entrées et sorties d'eau sous l'effet de l'onde de marée.

- Le premier alimente en eaux marines des zones recouvertes de mangroves, il s'agit du Goulet (photo 4.1.I) et de la crique Amarante. Ce sont des chenaux de marée qui permettent l'entrée d'eau marine et leur vidange à presque toutes les marées. A proximité de chacun des exutoires, on trouve une zone de palétuviers morts qui, en 1986, représente 35 et 70 hectares. Chaque chenal, qui se comporte comme un bassin versant, possède un bras latéral sur la rive gauche qui assure la vidange des zones à mangroves qui ne sont pas touchées par les eaux marines ; en particulier la crique Emilie, petit affluent de la crique Amarante, remonte au coeur du marais. La couleur de l'eau en fin de jusan indique que son origine est différente de celle du bras principal. Selon Lointier et Prost, les eaux marines n'atteindraient pas le plan d'eau saumâtre du marais principal, dans les conditions rencontrées lors de leurs observations, c'est à dire en saison des pluies, et que seule la fonction de vidange serait effective. On notera également que le dispositif de la crique Amarante n'existe pas en 1972 à l'époque de l'étude de Rossignol, ou, tout du moins est moins développé et ne dispose pas d'exutoire (fig.4.1.IV) tel qu'il apparaît depuis 1985.

- Le second dispositif consiste en une petite crique reliant le fleuve Mana au marais, la crique Condillac. Elle rejoint un des bras du système de la crique Amarante et permet l'alimentation du marais en eau du fleuve lors de la marée. Les eaux qui y pénètrent sont très peu salées.

On retiendra donc que le système d'irrigation du marais de Mana se compose de deux dispositifs qui sont liés à des milieux très différents : le premier, purement marin, évolue sous l'action des entrées d'eau océanique et se cantonne à proximité des émissaires du premier dispositif hydrologique ; le second, qualifié de marais saumâtre, évolue sous l'action d'eau plus douce provenant du fleuve Mana, dont les entrées sont fonction du régime pluviométrique.

Les études hydrométriques ont montré qu'il n'y a pas d'eau océanique qui pénètre dans l'ensemble du marais saumâtre. La limite entre le domaine marin, confiné aux abords de l'exutoire, et le milieu sub-littoral saumâtre, représenté par la cuvette centrale, est tranchée et il n'y a pas d'intrusion marine dans la cuvette centrale, contrairement à ce qu'il est logique d'attendre et qui a été avancé par le passé (Rossignol, 1972a). Ce n'est qu'en cas d'averses supérieures à 30-50 mm que la limite n'est plus imperméable ; c'est alors le marais saumâtre qui va déborder et alimenter le chevelu des chenaux des exutoires. Cette constatation a amené Loibtier et Prost à s'interroger sur l'origine de la sursalure de la cuvette centrale. Celle-ci pourrait s'expliquer par le lessivage des sols formés d'argiles marines salées sous l'effet des apports d'eau pluviale et des eaux de ruissellement en provenance du marais d'eau douce.



Photo 4.1.I : Vu de l'exutoire du Goulet dans sa fonction de déversoir du marais à marée basse en juillet 1994. (d'après Le Cour Grandmaison, 1995 ; cliché Le Cour Grandmaison).

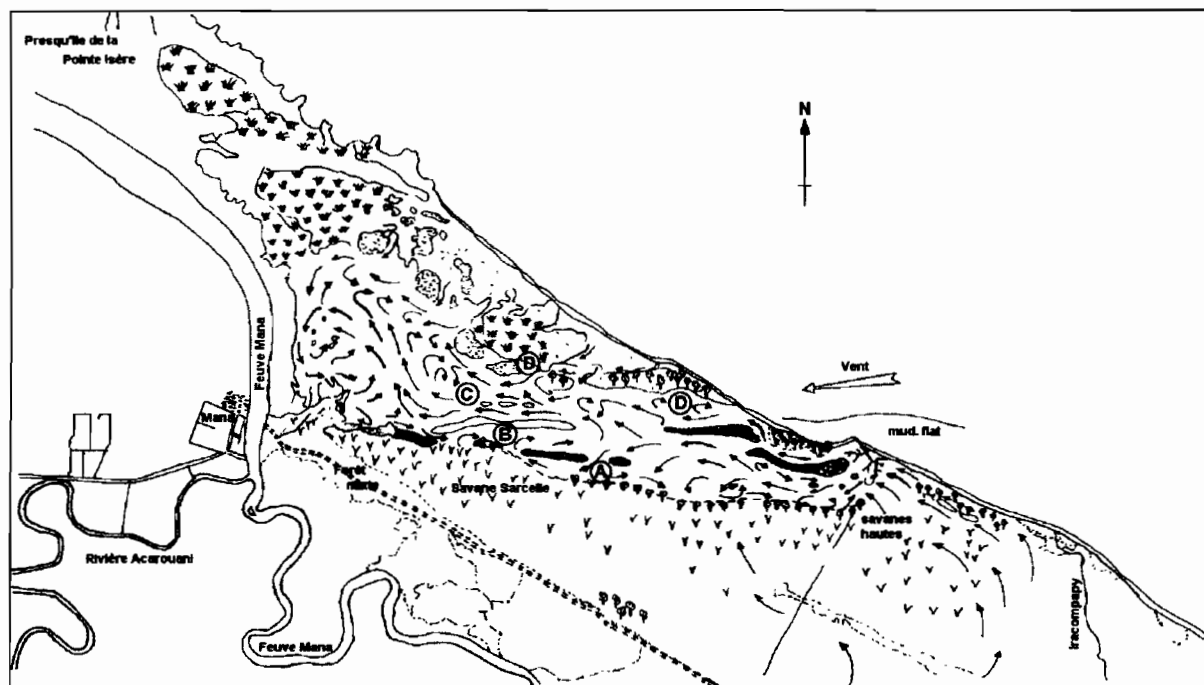


Figure 4.1.IV : Morphologie du marais de la savane Sarcelle en 1972. La circulation de l'eau est indiquée par des flèches (d'après Rossignol, 1972a).

4.2 Principaux résultats de l'étude biologique de 1971-72

Le marais Sarcelle a fait l'objet d'une importante étude biologique en 1971 menée par Rossignol (1972a), orientée sur l'écologie et la biologie des formes juvéniles de la crevette *Penaeus subtilis*. Une partie des résultats, correspondant à une année d'observation sur le terrain, a été publiée sous forme d'un rapport préliminaire ; ce sont les seuls éléments disponibles à l'heure actuelle sur ce sujet. On se restreindra à exposer dans ce paragraphe les principaux résultats qui touchent à la biologie et l'écologie de *Penaeus subtilis*.

4.2.1 Le recrutement du marais en postlarves

Il a lieu en période de fortes vives-eaux, lorsque la hauteur de haute-mer atteint ou dépasse 2,80 m. Les postlarves entrent par le goulet et par des points faibles du cordon littoral sableux. Le recrutement par le goulet alimente les cuvettes A et B (fig. 4.1.IV), les marais du chevelu du Goulet et en partie la cuvette centrale (C). L'entrée des postlarves par le cordon littoral a lieu aux points où le déferlement des vagues permet le franchissement de la dune sableuse. Les points faibles du cordon littoral se situent au nord-ouest de l'exutoire du Goulet, en particulier dans la zone qui a donné naissance quelques années plus tard à l'exutoire de la crique Amarante. Au sud-est du Goulet, la présence d'un important mud-flat a pour effet de casser la houle avant le cordon littoral, empêchant le franchissement des vagues et l'entrée des postlarves. Le recrutement des postlarves par franchissement du cordon littoral alimente le bassin D, qui correspond au marais actuel du chevelu de la crique Amarante et de la crique Emilie, et probablement une partie de la cuvette centrale. Au plus fort de la saison des pluies, les crues des déversoirs s'opposent à l'intrusion des eaux marines qui ne dépassent pas l'entrée du Goulet et le recrutement dans le marais se fait essentiellement par le franchissement du cordon littoral.

4.2.2. Variations saisonnières du recrutement postlarvaire

Les résultats exposés dans le rapport de Rossignol couvrent une période d'observation de près d'un an, du 13 août 1971 au 1^{er} mai 1972. Les échantillonnages sont réalisés à l'entrée du Goulet, pendant le flot, avec un filet à maille fine de 0,1 m² de section. Les résultats sont présentés dans une figure qui réunit les courbes d'abondance, exprimée en nombre de postlarves capturées par le filet en 1 minute et correspondant à chaque flot échantillonné. Comme l'auteur, on peut considérer le maximum de captures comme indice d'abondance pour un jour donné. Les variations saisonnières sont représentées sur la figure 4.1.V ; les valeurs de l'abondance sont exprimées en nombre de

postlarves par 100 m³ d'eau filtré, en se basant sur une intensité du courant de flot maximum moyen de 1,20 m/s (Lointier et Prost, 1986) et une section de filet de 0,1 m², pour permettre une comparaison avec les valeurs enregistrées sur les estuaires lors du programme.

L'analyse des résultats montre que le recrutement dans le marais a lieu toute l'année. Il varie avec les lunaisons et avec la saison. Les plus fortes entrées se produisent en pleine lune et nouvelle lune, ce qui correspond aux périodes de vives-eaux ; les résultats obtenus sur les estuaires entre 1989 et 1994 convergent sur ce point. Les variations saisonnières sont très marquées. Les amplitudes prennent des valeurs comparables à celles qui ont pu être observées dans les estuaires entre 1989 et 1994, hormis le pic de février 1972 qui est près de 5 fois supérieur au maximum d'abondance enregistré sur l'Organabo (Cf. Tableau 3.3.1, § 3.3.2.). Il ressort de ces observations que sur la période considérée les saisons de fort recrutement se situeraient en fin février-mars, août et décembre. L'auteur envisage également un recrutement probable en janvier, hypothèse qui ne correspond pas aux données recueillies. Les périodes de recrutement important observées par Rossignol en 1971-72, en écartant l'hypothétique pic de janvier, concordent avec celles qui ont pu être mises en évidence entre 1989 et 1994 sur les estuaires de Guyane (Cf. § 3.5.). On constate que l'exceptionnel recrutement de février 1972 est suivi d'un recrutement dans la pêcherie dont l'amplitude n'est pas aussi importante que celle à laquelle on pouvait s'attendre (Cf. § 9 - fig. 9.2.V). L'absence de données dans le marais Sarcelle sur la période de prospection des estuaires, n'a pas permis d'apprécier l'importance relative de la contribution au recrutement dans la pêcherie de ce milieu par rapport à celle d'autres zones réparties sur le littoral guyanais. Ce point demanderait à être éclairci, ce qui permettrait de tester l'hétérogénéité de l'intensité du recrutement sur la côte.

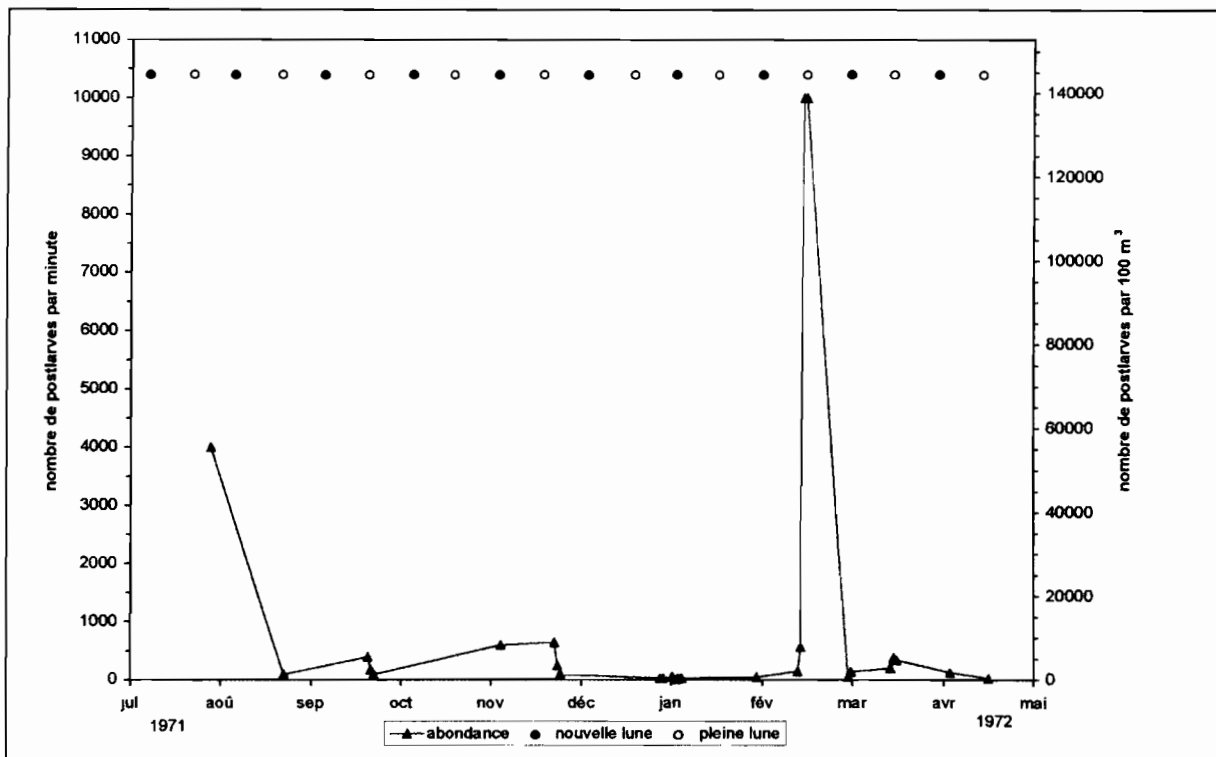


Figure 4.2.1 : Variations saisonnières de l'abondance de postlarves de *Penaeus subtilis* entrant dans le marais Sarcelle par le Goulet entre août 1971 et mai 1972. Courbe établie à partir de la figure 3 du rapport préliminaire de Rossignol (1972a).

4.2.3. La distribution et l'écologie des postlarves et des juvéniles dans le marais

On ne dispose pas d'éléments chiffrés sur la distribution des postlarves et des juvéniles (abondance, densité) dans le marais, mais d'informations qualitatives.

Les jeunes postlarves mesurent 9 mm LT à leur entrée. Pendant les premières semaines suivant leur entrée, période où elles ont une faible activité, leur distribution apparaît liée à la circulation des eaux dans le marais. Les juvéniles de *Penaeus subtilis* sont rencontrés sur des substrats variés : vase molle, parfois putride, vase sableuse, sable plus ou moins vaseux, terre, et débris végétaux. Contrairement à ce qui a pu être observé ailleurs sur la même espèce (Cf. § 3.4.3), sa distribution s'est révélée peu influencée par la nature du substrat, mais les zones à vases, argiles

et débris végétaux ont montré une plus forte productivité. En revanche, les postlarves ont montré une préférence marquée pour les herbiers dont l'entrelac des racines forme une protection efficace à la prédation, alors que les zones nues du marais sont désertées.

L'analyse des contenus stomacaux des postlarves reflète la nature du substrat et n'a pas donné d'information sur le régime des stades jeunes de *Penaeus subtilis* dans le marais.

4.2.4. La croissance

Les échantillons de postlarves et de juvéniles ont donné lieu à des mensurations. Les histogrammes des classes de taille ont mis en évidence des modes bien individualisés, ce qui a permis de faire une estimation de la croissance dans le marais par progression des modes. Les résultats ont montré que la croissance à ce stade est très rapide, comme chez la plupart des autres espèces de pénéidés (Cf. § 6.5.). La durée du séjour dans le marais s'échelonne entre 60 et 80 jours, la migration en mer ayant lieu lorsque les juvéniles atteignent une taille de 70 à 85 mm LT. La croissance présente une variabilité saisonnière ; ainsi, dans le cas de la cohorte du recrutement (probable) de début janvier, le début de croissance est très lent dans les premières semaines et s'est accélérée ensuite. Lorsque la saison des pluies avance, la croissance aux stades les plus jeunes s'accélère, mais il subsiste un ralentissement au seuil des 20 mm LT. L'auteur met en relation le ralentissement de la croissance des stades les plus jeunes à partir de 20 mm LT en pleine saison des pluies avec l'arrivée de prédateurs mais surtout de compétiteurs qui suit la mise en eau du marais. Il y a dans ces observations succinctement formulées un vaste domaine d'investigation à exploiter qui permettrait de relier le recrutement en mer, le prérecrutement et la pluviométrie, si la typologie des nurseries de crevettes de Guyane correspondait toutes à celle du marais Sarcelle. On retiendra que la croissance observée dans le marais Sarcelle est de 6 à 7 cm en 2 à 2,5 mois, soit entre 24 et 35 mm par mois. Il faut toutefois souligner que ces résultats concernent la période de janvier à avril 1972, où deux cohortes ont pu être suivies jusqu'à des tailles de 70-80 mm.

4.2.5. La tolérance aux variations des facteurs environnementaux

Les variations des facteurs environnementaux présentent des amplitudes très fortes dans le milieu semi-fermé du marais côtier, en particulier la température et la salinité.

La température de l'eau peut passer de 26°C le matin à 39,5°C au plus fort de l'ensoleillement. Il semble que l'effet de la variation de la température de l'eau soit tamponné par le comportement fouisseur des crevettes ; la température du substrat de vase variant peu au-delà des 2 cm d'épaisseur (entre 26 et 29°C). L'effet tampon des couches inférieures du substrat permettrait aux jeunes crevettes de survivre en s'enfouissant, comme le propose Rossignol.

La salinité dans le marais varie énormément. Ses valeurs passent de moins de 2 ‰ en saison des pluies à plus de 60 ‰ en saison sèche. L'auteur avance un seuil de tolérance des jeunes crevettes aux basses salinité de 2 ‰, valeur que l'on retrouve pour d'autres espèces voisines (Cf. 3.4.3.). En revanche, aucune indication n'est donnée sur les tolérances aux fortes salinités.

L'effet des phénomènes de sulfuration, particulièrement intenses dans ce marais du fait de la richesse en matière organique en décomposition de la vase molle, est évoqué par l'auteur pour contribuer notablement à la mortalité naturelle des jeunes crevettes, sans qu'il ait été possible de le mesurer.

4.2.6. La migration en mer

L'évaluation de la migration en mer par le goulet ou par la crique Condillac n'a pas fait l'objet d'investigation, si l'on en juge par le contenu du programme et la description du protocole qui prévoit des échantillonnages pendant le flot. Le seul élément qui a été fourni sur cette phase déterminante pour le recrutement dans la pêcherie consiste en un témoignage anonyme et approximatif qui relate des sorties massives en avril 1971 et juin 1970. On peut s'étonner qu'un tel phénomène n'ait pas pu être observé après le recrutement massif de février 1972. Ces informations demandent à être vérifiées par une étude sérieuse de la migration hors du marais Sarcelle, selon un protocole bien défini, avant d'être prises en considération dans l'analyse globale du cycle vital et de la dynamique de population de *Penaeus subtilis*.

4.2.7. La production du marais Sarcelle

Le rapport de Rossignol avait pour principal objet d'étudier la faisabilité d'une aquaculture de *Penaeus subtilis* en Guyane (Garcia, 1972 ; Rossignol, 1972b), projet qui s'est vu par la suite contrarié par le manque d'infrastructure routière et par le coût de la main-d'oeuvre dans cette

perspective, il présente une évaluation de la productivité de ce milieu. Cette analyse fait intervenir de nombreuses hypothèses sur les valeurs de paramètres importants et font pour une bonne part abstraction de la forte variabilité intra-annuelle qui a pu être observée ou pressentie tant sur le plan de la croissance que sur celui de la mortalité naturelle. On sait que dans ce type de milieu, la mortalité des stades jeunes est particulièrement fluctuante et peut être très élevée. Pour ces nombreuses raisons il ne sera pas tenu compte de ces évaluations dans notre argumentation scientifique qui s'en tiendra aux observations directes.

4.2.8. Conclusion

Les résultats exposés par Rossignol dans son rapport de 1972 sont indiscutablement primordiaux pour la connaissance du cycle biologique de la crevette *Penaeus subtilis* sur les côtes des Guyanes. En effet, aucune autre nourricerie continentale n'a pu être localisée entre la limite ouest de l'Amazone et la frontière ouest du Guyana (Dragovich et Villegas, 1982). Il n'en reste pas moins que la relation entre la productivité du marais et le recrutement en mer n'a pas été établie. L'effet de l'extension de la riziculture dans cette région n'a pas semblé avoir eu de conséquence sur la productivité du stock, si l'on en croit les conclusions d'un rapport sur ce sujet (Dintheer *et al.*, 1985) ; ce qui semble hautement plausible dans la mesure où les polders de riziculture ont été implantés dans la partie exclusivement continentale du système de la savane Sarcelle.

Il est regrettable que le rapport de Rossignol ne présente qu'une fraction des résultats, et ce, sous forme très synthétique ; il aurait été intéressant de disposer d'analyses des données d'abondance ultérieures à mai 1972, des détails des mensurations et de données chiffrées sur la densité dans le marais. Une opération de marquage a également été réalisée sur des juvéniles mais les résultats n'ont pas été publiés ; il semblerait, selon les acteurs de cette opération, que les recaptures n'aient eu lieu qu'à proximité du point de marquage, le Goulet, très peu de temps après l'opération (Abbes, Rosé, comm. pers.).

L'étude n'a pas permis d'évaluer l'importance de la migration en mer. Des remarques importantes ont permis de souligner l'effet des fortes variabilités des paramètres environnementaux qui pourraient contribuer à une importante mortalité en nourricerie et limiter l'impact de ce type de nourricerie sur le stock exploité.

4.3. Résultats de la prospection de 1994

Du 18 au 22 juillet 1994, une courte mission a pu être organisée sur le marais Sarcelle. Elle a eu pour objectif de vérifier que le milieu saumâtre et marin du marais, propice au développement des jeunes crevettes *Penaeus subtilis* n'a pas subi de modification importante à la suite de l'extension du polder rizicole, que son fonctionnement n'a pas été perturbé par rapport à ce qui a pu être observé en 1985 par Lointier et Prost et que ce milieu joue toujours un rôle de nourricerie. L'opération a été rendu possible grâce à la collaboration du WWF¹⁴ qui a accueilli deux étudiants stagiaires sur sa base du marais, l'un biologiste et l'autre botaniste.

En ce qui concerne le milieu et son fonctionnement, les modifications par rapport au bilan dressé en 1985 par Lointier et Prost se sont révélées mineures. On notera cependant que l'intrusion des eaux marines dans le chenal de la crique Amarante est ralentie par la présence d'un slikke qui en obstrue en partie l'entrée.

Les juvéniles de crevettes ont été récoltés au haveneau de 1,20 m de large et de maille de 8 mm. Les prélèvements n'ont pas été aussi nombreux que le prévoyait le protocole, toutefois la présence de juvéniles de *Penaeus subtilis* a pu être constatée dans les abords de l'entrée du goulet. Le haveneau est poussé pour racler le fond pendant 1 minute. En moyenne chaque coup de filet capture 3 juvéniles. Parmi les autres espèces qui ont été pêchées on notera principalement des crabes (*Callinectes bocourti*), des juvéniles de poisson (*Achiurus achiurus*, *Batrachoides surinamensis*, *Hemigramus ocellifer*, des *Mugillidae*) et des crevettes (*Nematopalaemon schmitti* et *Machrobrachium* sp.). Il est à remarquer l'absence totale de *Xiphopenaeus kroyeri* dans les captures, qui ressort également des observations de Rossignol (1972a) qui ne mentionne pas la présence de cette espèce.

Les juvéniles de crevette ont été mesurés au pied à coulisse. Leur taille est proche de la taille à la migration communément admise, de 60 à 80 mm (LT), la moyenne étant de 71,4 mm LT (fig.4.3.I). Ces juvéniles pourraient être entrés dans le marais en avril ou mai, périodes pendant lesquelles des pics d'abondance ont été observés dans l'estuaire de l'Organabo, celui d'avril étant

¹⁴ WWF : World Wide Fund for Nature.

particulièrement important. La durée du séjour peut être estimée dans ces conditions à 2 ou 3 mois, cette dernière estimation apparaissant la plus probable au regard du ralentissement de croissance des individus observé par Rossignol avec la progression dans la saison des pluies.

Cette opération a montré que le marais Sarcelle joue toujours un rôle de nourricerie, sans toutefois apporter d'éléments nouveaux sur l'importance de sa contribution dans le recrutement des subadultes en mer.

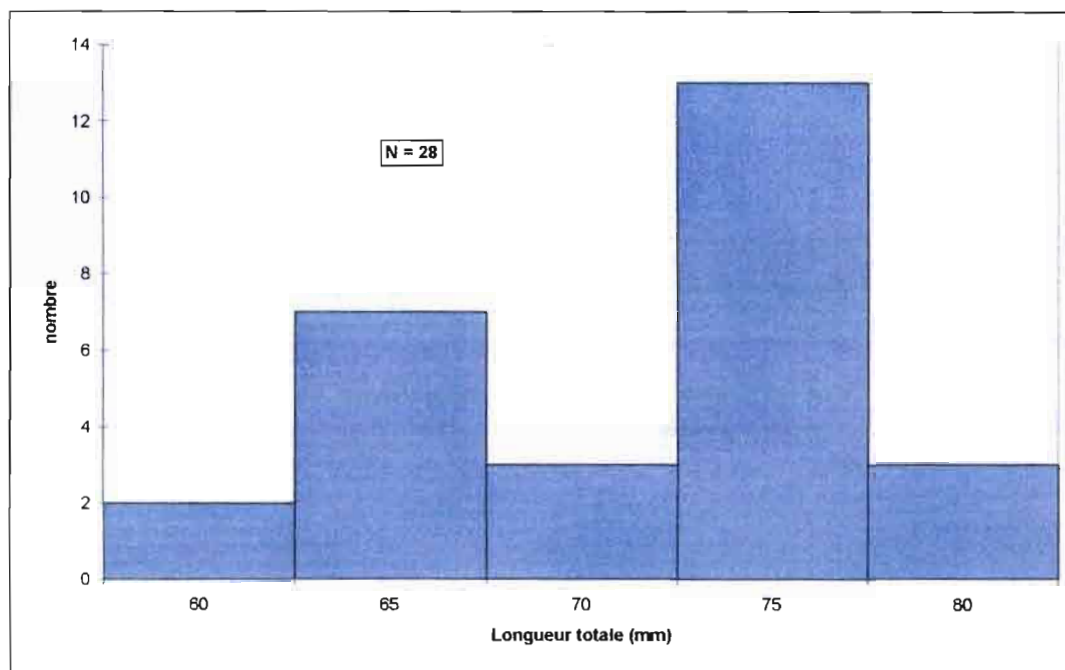


Figure 4.3.1 : Histogramme des fréquences de taille des juvéniles de *Penaeus subtilis* capturés au haveneau dans le marais Sarcelle, à proximité de l'exutoire du Goulet le 21 juillet 1994 (d'après Le Cour Grandmaison, 1995).

4.4. Conclusions

Le marais Sarcelle reste à ce jour la seule zone de nourricerie continentale de la crevette *Penaeus subtilis* mise en évidence en Guyane. On doit à Rossignol des informations précieuses sur l'écologie et la biologie de la crevette dans ce milieu.

La partie de la savane pouvant jouer un rôle de nourricerie pour *Penaeus subtilis* représente 450 hectares, ce qui est très faible en comparaison de la taille du stock adulte exploité en mer. Cette constatation prend toute sa signification si on rappelle qu'aucune autre nourricerie de *Penaeus subtilis* n'a été mise en évidence entre la limite est de l'état de l'Amapa (Brésil) et la frontière ouest du Guyana (Dragovich et Villegas, 1982). Aujourd'hui, tous les scientifiques s'accordent pour reconnaître que les principales nourrices du stock de crevettes *Penaeus subtilis* du plateau continental des Guyanes restent inconnues, le cas du marais Sarcelle étant unanimement considéré comme marginal.

S'il n'est pas plus possible de penser que le marais de Mana est la principale nourricerie de *Penaeus subtilis* de la région, en revanche ce site présente un intérêt inestimable pour l'étude de la croissance, des variations saisonnières du prérecrutement, et peut servir de base pour des opérations de marquage d'envergure, dans le cas où, effectivement, des sorties massives de juvéniles peuvent être observées.

La région du marais saumâtre du marais Sarcelle se doit d'être protégée contre des modifications liées à l'activité humaine, car il représente un milieu privilégié dans le cycle vital de la crevette mais également pour de nombreuses espèces avicoles de marais. Dans le cadre de nouvelles opérations ayant trait au cycle vital de la crevette *Penaeus subtilis*, il devra être privilégié et servir d'observatoire pour l'étude des principaux paramètres biologiques des stades jeunes de l'espèce.

5. La prospection de la frange littorale

L'étude de la frange littorale s'est imposée en fin de programme à la suite des conclusions des premières analyses des données disponibles en 1992-1993 touchant à la localisation des nourriceries (Vendeville, 1993a, 1994).

- Le marais Sarcelle reste le seul site où le développement des stades jeunes de *Penaeus subtilis* a pu être observé entre l'Amazone et la frontière ouest du Guyana. Sa faible superficie ne permet pas raisonnablement de le considérer comme l'unique nourricerie du stock de crevettes exploité au large des trois Guyanes.
- La dynamique des postlarves dans les estuaires apparaît comme une intrusion de courte durée, mettant en évidence le faible pouvoir de rétention de ce milieu et celle des juvéniles est incompatible avec l'hypothèse de nourriceries estuariennes situées en amont.

Ces observations ont conduit à émettre l'hypothèse de la présence de nourriceries en aval des embouchures, donc sur la frange littorale., ce qui peut être généralisé à d'autres organismes, en conformité avec les résultats de travaux antérieurs. Ainsi, dès les premières études de l'ichtyofaune côtière de la Guyane, les scientifiques ont relevé le caractère margino-littoral du peuplement (Puyo, 1949). Plus tard, les premières observations sur le plateau continental ont montré que cette biocénose s'étend très au large, jusqu'aux isobathes de 30 à 40 m, tant en Guyane (Durand, 1960) qu'au Guyana (Lowe, 1962, 1966).

Si le peuplement benthique du plateau continental guyanais au-delà des fonds de 15-20 m est relativement bien connu, car prospecté régulièrement par des campagnes de chalutage depuis 1959 (Durand, 1960 ; Abbes *et al.*, 1972 ; Lemoine *et al.*, 1982, Vendeville, 1984, Dintheer et Rosé, 1989b, Nérini, 1994), les informations sur celui de la frange littorale comprise entre la zone de balancement des marées et l'isobathe des 10-15 m sont jusqu'alors inexistantes.

Cet état de fait s'explique facilement. La seule pêcherie chalutière à la crevette implantée en Guyane exploite un stock adulte qui s'étend au-delà de la sonde des 20 m. La valeur élevée d'un produit commercialisé sur un marché international a conduit à rechercher la meilleure rentabilité de production, tout du moins au niveau des outils et en premier lieu, de la flottille ; ainsi seuls des chalutiers d'un certain tonnage sont utilisés et leur tirant d'eau ne permet pas la prospection par chalutage des petits fonds. Par ailleurs la présence de bancs de vase très étendus sur la frange littorale constitue un obstacle majeur au développement du chalutage dans la pêche artisanale côtière. Ce secteur utilise donc d'autres moyens de pêche, essentiellement les filets maillants. Les évaluations des stocks démersaux côtiers des petits fonds comme l'étude de leur peuplement n'ont donc jamais été à l'ordre du jour.

Ce n'est qu'à partir de 1984 qu'apparaissent en Guyane les petits chalutiers (10-12 m de longueur hors-tout), pour exploiter la seabob, *Xiphopenaeus kroyeri*, crevette très côtière pour laquelle un marché local existe alors. Mais cet essai d'implanter une pêche artisanale côtière crevette échoue. Des tentatives plus ou moins heureuses de pêche chalutière côtière diversifiée ont ensuite lieu. Mais, en fin 1992, lorsque la réflexion sur les acquis du programme conduit à envisager la frange littorale comme nourricerie potentielle, les quatre petits chalutiers présents en Guyane sont désarmés. Ce n'est qu'en avril 1994, soit 3 mois avant l'arrêt des opérations du programme sur le terrain, que le projet de prospection des fonds de la bande côtière de 3 à 15 m peut prendre naissance grâce au réarmement du chalutier "Epaulard". Une campagne exploratoire est organisée avec pour objectifs :

- rechercher des nourriceries où vivent des juvéniles de *Penaeus subtilis*.
- dresser la typologie du milieu très côtier de la Guyane, pour déterminer s'il est compatible avec l'existence de nourriceries de pénéidés.

La campagne "Epaulard" est menée du 21 mai au 10 juin 1994. Le détail des données recueillies pendant 12 jours de mer et les principales conclusions sont présentés dans un rapport (Vendeville, 1995). On pourra également consulter sur ce sujet deux rapports d'étudiants stagiaires qui ont participé aux opérations (Bertrand, 1994 ; Le Cour Grandmaison, 1995).

5.1 Matériel et méthode

5.1.1. Le moyen navigant

Le chalutier "Epaulard" est un ancien coquillier en acier de 11 m, équipé d'un moteur de 200 CV (photo 5.1.I). Sa coque à bouchains vifs lui confère un faible tirant d'eau ce qui lui permet de travailler dans les petits fonds. Il est équipé d'un sondeur à affichage et d'un GPS¹⁵. Son autonomie en gasoil et en glace est de 3 à 4 jours ; elle a imposé de scinder la campagne "Epaulard" en 4 rotations. L'équipage est composé de deux personnes : le patron, F. Sinou, et un matelot. L'équipe scientifique comprend deux personnes.



Photo 5.1.I : Le chalutier côtier "Epaulard" utilisé pour la campagne de prospection des fonds de la frange littorale en mai 1994. (d'après Vendeville, 1995 ; cliché Vendeville).

5.1.2 L'engin de pêche

L'engin de pêche adopté est un chalut à perche de 2,65 m de corde de dos et de 0,65 m d'ouverture verticale, coupé selon un modèle utilisé par la pêche artisanale britannique des poissons plats (fig. 5.1.I) avec un maillage de 14 mm¹⁶. Ce maillage, beaucoup plus faible que celui de la pêche crevette (45 mm) permet de capturer les juvéniles de crevette. Une chaîne est frappée en pendentif entre les patins du cadre pour racler le fond et faire décoller les crevettes enfouies dans le substrat. La présence d'importantes étendues de vase fluide a imposé des modifications au cadre pour permettre au train de pêche de glisser sur la vase sans "creuser" et de franchir les éventuelles dénivellations de ce substrat très fluide sans avarie, ainsi la largeur des patins a été portée à 20 cm (Photo 5.1.II).

5.1.3. L'échantillonnage

La campagne de prospection par chalutage "Epaulard" est la première de ce type à s'intéresser aux fonds de la frange littorale depuis les premières recherches halieutiques entreprises dans cette région. Aucune donnée n'est donc disponible tant sur la distribution des espèces et leurs densités que sur la cartographie des fonds et leur nature. Pour ces raisons, le choix de la méthodologie de prospection s'est porté sur un échantillonnage de type systématique par radiales. Leur nombre a été déterminé en fonction de la durée de la campagne à raison d'un trait par gamme d'isobathe de 1 m ; la maille d'échantillonnage a été élargie à des intervalles de 2 m de sonde après les premiers essais qui ont montré que les stations se recouvraient fréquemment. Les radiales, au nombre de 13, sont espacées d'environ 10 milles nautiques, leur tracé est perpendiculaire à la côte et aux lignes de sonde.

¹⁵ GPS : Global Positioning System, système de positionnement utilisant des satellites.

¹⁶ le maillage est exprimé en "maille étirée" dans les normes internationales (Nédélec *et al.*, 1979). Lorsqu'il s'agira d'une autre mesure (côté de maille, de noeud à noeud, etc...), elle sera précisée dans le texte.

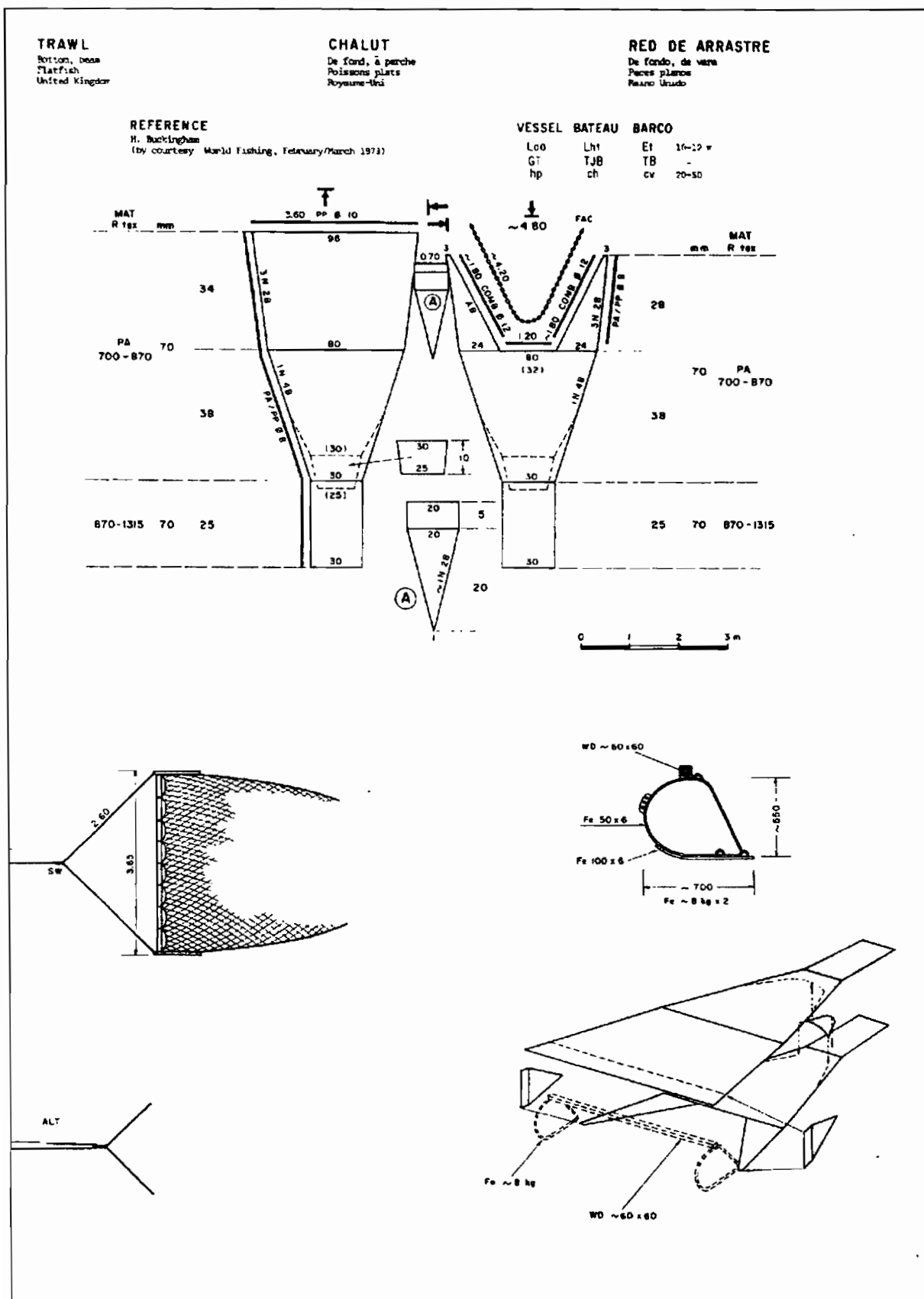


Figure 5.1.1 : Plan du chalut à poissons plats, modèle de celui qui a servi pendant la campagne "Epaulard" en mai 1994 (Nédélec, 1975).



Photo 5.1.II : Vue du chalut et de son cadre muni de deux larges patins lui permettant de travailler sur les fonds de vase fluide (d'après Vendeville, 1995 ; cliché Vendeville).

Compte tenu de la faible taille du chalut, du petit maillage qui peut occasionner un colmatage de la poche, et de la conception expérimentale du train de pêche, la durée des coups de chalut est fixée initialement à 10 minutes. Lorsque les premiers essais et réglages du train de pêche ont montré un bon comportement de l'engin de pêche, elle est portée à 15-20 minutes. Elle est chronométrée à la seconde près entre la fin du filage et le début du virage. La vitesse de traîne par rapport au fond est réglée entre 2 et 4 noeuds. La position est relevée au GPS en début et fin de station avec une précision inférieure à 30 mètres. La profondeur est lue au sondeur au décimètre près en début et fin de trait. En fin de trait, la salinité, la température et la conductivité à proximité du fond sont mesurées à l'aide d'un thermo-salinomètre-conductimètre YSI 33 muni d'une sonde de 15 m. La transparence de l'eau est évaluée au disque de Secchi jusqu'à 2 m en dessous de la surface. L'intensité du courant est mesurée à l'aide d'un courantomètre General Oceanics, cette mesure qui exige la mise au mouillage du bateau n'a été que très rarement effectuée pour des raisons techniques évidentes.

Les captures n'ont pas pu être analysées à bord, la durée séparant deux coups de chalut ne le permettant pas. Seuls les plus gros individus sont identifiés, pesés et mesurés en longueur totale à 5 mm près dans le cas des crevettes et au cm près dans le cas des poissons. La majorité des captures est analysée au laboratoire. Collectés à bord dans des sachets plastiques numérotés, les poissons et les crevettes sont séparés, conservés en glace puis congelés au retour de la rotation. La détermination des espèces marines a fait appel aux excellents ouvrages de la JAMARC, élaborés à la suite des campagnes japonaises de 1981 (Aizawa *et al.*, 1983 ; Takeda et Ojutani, 1983) et aux fiches de détermination de la FAO (1978) ; celle des espèces dulçaquicole s'est appuyée sur les travaux de l'INRA (Le Bail *et al.*, 1984a, 1984b, 1984c ; Rojas-Beltran, 1984) Au laboratoire, les crevettes sont mesurées au micromètre optique ou au pied à coulisse avec une précision inférieure au mm, les poissons à 5 mm près.

5.1.4. Moyens financiers et en personnel

La campagne "Epaulard" a été financée par une dotation de 150 KF de la Région Guyane.

L'exécution de cette opération a demandé un renforcement de l'équipe du laboratoire par du personnel temporaire. Au total, 8 personnes ont participé aux travaux scientifiques.

5.2. Résultats

5.2.1. Bilan rapide des opérations

- L'ensemble des opérations de terrain (campagne en mer et analyse en laboratoire) a été mené en 1,5 mois.
- Les 13 radiales ont été couvertes par 81 traits de chalut entre 2 et 17 m de fond (fig. 5.2.I).
- 52 espèces ont été répertoriées.
- 112 kg de captures ont été analysés et pesés pour la majorité à 10 g près.
- 4.189 crevettes ont été mesurées.
- 3.761 poissons ont été mesurés.

Les informations recueillies pendant la campagne "Epaulard" sont intégralement publiées dans un rapport détaillé où on pourra se reporter (Vendeville, 1995).

La base de données constituée est présentée sous forme de fiches de chalutage (tab. 5.2.I) et de fiches de mensuration (tab. 5.2.II). Les fiches de chalutages fournissent les données générales d'expérimentations (facteurs physico-chimiques, géographiques, date et heure) pour chaque station ainsi que le détail des captures par espèce, en nombre d'individus et en poids. Les fiches de mensuration présentent les résultats des mesures des échantillons sous forme de fréquence par classe de taille, par espèce et par échantillon.

5.2.2. Facteurs géomorphologiques et physico-chimiques

5.2.2.a. Géomorphologie

Les relèvements effectués au GPS et les indications rapportées par le sondeur ont montré que le tracé des isobathes et des côtes diffère notablement des indications fournies sur les cartes marines (Carte SHOM n°6131, 1955, révision 1993). Ceci reflète la dynamique intense qui règne dans cette zone où l'érosion et la progression du littoral modifient continuellement le paysage côtier.

La vase très fluide d'origine amazonienne est le facies prédominant des fonds de la frange littorale. Contre toute attente, on n'observe pas d'homogénéité de substrat, comme pouvaient le laisser supposer les résultats d'études antérieures de sédimentologie sur le plateau continental (fig. 1.4.I, § 1.4.1.) qui n'ont pas couvert les fonds les plus côtiers (Abbes *et al.*, 1972 ; Bouysse *et al.*, 1977 ; Moguedet, 1977).

On observe des vases argileuses sur les bancs en migration et des vases silteuses dans les zones d'inter-banc. Les zones de forte accumulation de vase se situent au large de la Pointe Béhague où le banc s'étend très au large, entre les estuaires du Sinnamary et de l'Iracoubo, à l'ouest de l'embouchure de l'Iracoubo et à proximité de l'embouchure de l'Organabo. La zone comprise entre l'est de l'embouchure du Sinnamary et l'ouest de l'embouchure du fleuve Kourou présente un facies vaso-sableux très prononcé alternant avec des sables fins ou grossiers, et des fonds coquilliers, notamment sur la radiale des Iles du Salut.

A l'ouest de l'ancienne embouchure du fleuve Sinnamary, les fonds forment une vasque de 5 milles de diamètre environ, tangente à la ligne de rivage et profonde de 3 à 7 m (stations 33, 34 et 35). Un autre accident a pu être observé au large de l'estuaire de l'Organabo, où une dune de vase rectiligne et étroite de direction nord-ouest prolonge la rive droite du fleuve sur plusieurs milles ; cet amoncellement de vase peut atteindre par endroits une hauteur de 2 à 3 m, formant un obstacle au chalutage (station 7). Une image d'ERS1 a permis d'identifier cet accident morphologique.

On a pu également observer, que la frange littorale est l'objet d'apports considérables en débris végétaux qui peuvent être transportés très au large. Le dépôt de matières végétales sur les fonds, composé de feuilles et graines en décomposition forme parfois une véritable litière, notamment au large des embouchures des grands fleuves comme l'Oyapock, l'Approuague et le Maroni (Photo 5.2.I) Cet apport en matière organique d'origine végétale que l'on observe habituellement dans les estuaires, est à prendre en considération pour caractériser le biotope de la frange littorale de Guyane.

5.2.2.b. Facteurs physico-chimiques

- la salinité

Les valeurs observées sont dans l'ensemble faibles pour un écosystème côtier (fig.5.2.III). Si on exclut les deux stations estuariennes où les salinités sont très basses (1 ‰ sur la Mana et 10 ‰ sur l'Oyapock), la valeur moyenne est de 26,5 ‰ avec un écart-type de 5,3 ‰.

A l'époque de la prospection on distingue :

- Deux zones de faible salinité qui correspondent aux panaches des grands fleuves, rejetés vers l'ouest. A l'est le panache d'eau dessalée provenant de l'Oyapock et de l'Approuague s'étend jusqu'à la presqu'île de Cayenne, enrichi par les apports du Mahury et de la rivière Cayenne. A l'ouest, la bordure du panache du Maroni et de la Mana n'est perceptible que sur une radiale du fait de sa déviation vers le Surinam.
- une zone de salinité moyenne, de 26 à 30 ‰, située entre la presqu'île de Cayenne et l'embouchure du Sinnamary (radiales 6 à 9).
- Enfin, une zone à forte salinité, qui s'étend de l'embouchure du Sinnamary à la Mana (radiales 2 à 5), où les valeurs dépassent le plus souvent 30 ‰.

Tableau 5.2.I : Exemple de fiche de chalutage du rapport de la campagne "Epaulard" (Vendeville, 1995).

FICHE DE CHALUTAGE							
Campagne	E3 R 6						
Date	01-jun-94						
Saison	35						
Chalut	2						
Heure début	11:48						
Position début	5° 29,868' N	53° 4,88' O				6.0 m	
Heure fin	11:58					27°C	
Position fin	5° 30,454' N	53° 4,598' O				24 ‰	
Durée	10 mn					38000 µS	
Vitesse	3.9 noeuds					87 cm	
Cap	35°					270°	
			Sonde			2.0 noeuds	
			Température			1204 m	
			Salinité				
			Conductivité				
			Secchi				
			Courant Direction				
			Courant vitesse				
			Distance parcourue				
Espèce	Code	Poids total(g)	Poids(g) échantillonné	Nombre échantillonné	Nombre total	Rendement (kg/h)	Densité kg/km2
Anchoa spinifer	ANCS	10	10	2	2	0.06	3.13
Arius sp.	ARSP	60	60	4	4	0.36	18.80
Bagre bagre	BABG	50	50	3	3	0.30	15.67
Isopisthus parvipinnis	ISPA	40	40	3	3	0.24	12.53
Macrodon ancylodon	MAAN	50	50	11	11	0.30	15.67
Nebris microps	NEMI*	250	250	1	1	1.50	78.33
Nematopalaemon schmitti	NESC	50	50	66	66	0.30	15.67
Odontognathus mucronatus	ODMU	10	10	4	4	0.06	3.13
Peprilus paru	PEPA	10	10	6	6	0.06	3.13
Selene vomer	SEVO	9	9	1	1		
Stellifer rastrifer	STRA	520	520	17	17	3.12	162.92
Xiphopenaeus kroyeri	XIKR	75	75	16	16	0.45	23.50
TOTAL captures	TOTC	1125	1125	134	134	6.75	352.48

Tableau 5.2.II : Exemple de fiche de mensuration du rapport de la campagne "Epaulard" (Vendeville, 1995).

Mensurations POISSONS

Symphurus plagusia

Code SYPL

	Total															
station	15	2	4	6	27	29	30	31	32	62	63	69	74	75	76	78
sonde	5.0	5.0	8.0	3.0	3.0	5.5	6.0	8.0	9.5	2.7	2.8	6.2	1.7	3.3	4.0	5.9
mesure	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Poids g	345	20	10	40	30	15	40	40	40	30	10	25		20		25
N	36	4	1	1	5	2	3	3	1	5	2	2	1	3	2	1
LT moy	9.5	7.9	10.5	13.5	9.9	9.0	10.2	11.5	14.5	9.3	8.0	10.5	8.5	8.8	3.8	12.5
LT cm																
3.5	1															1
4.0	1															1
5.5	1													1		
6.5	2	1			1											
7.5	3					1				1	1					
8.0	3	1					1			1						
8.5	6	2								1	1	1	1			
9.0	1				1											
9.5	4				1		1	1						1		
10.5	3		1			1				1						
11.0	1							1								
11.5	1													1		
12.0	2				1					1						
12.5	3				1							1				1
13.0	1						1									
13.5	1			1												
14.0	1							1								
14.5	1								1							

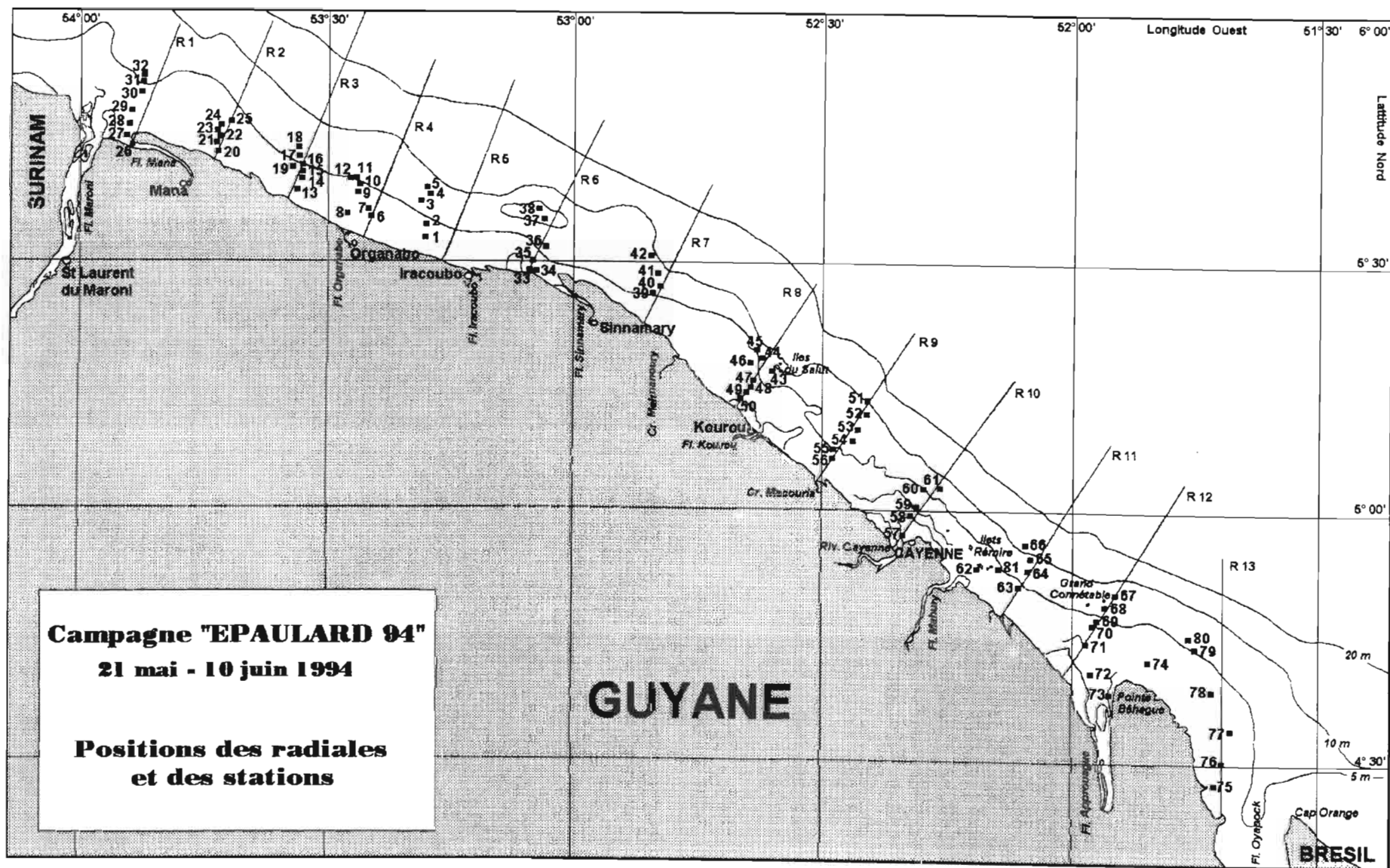


Figure 5.2.1 : Positions des radiales et des stations de la campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994 (adapté de Vendeville, 1995).

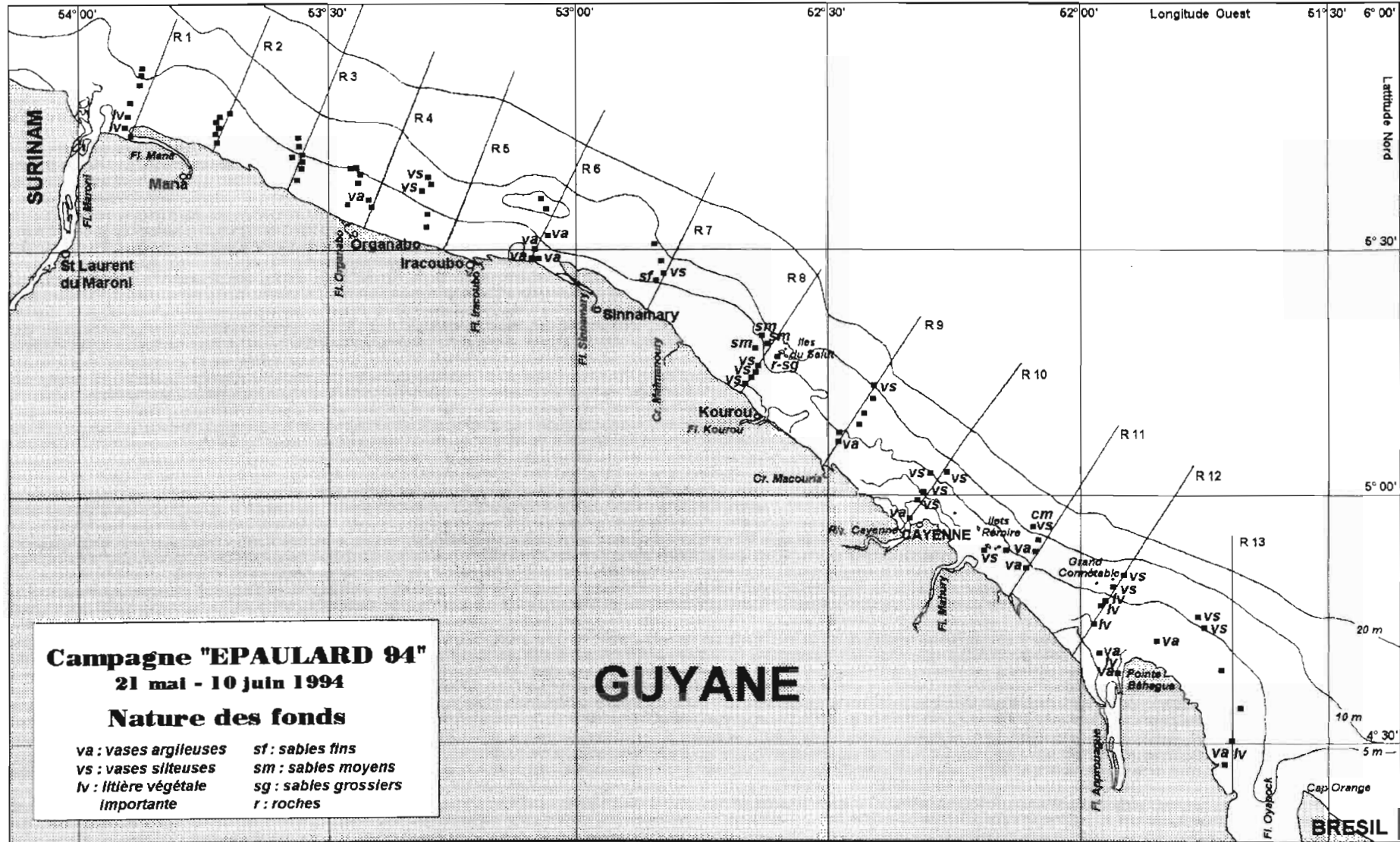


Figure 5.2.II : Facies sédimentaires observés sur la frange littorale pendant la campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994 (adapté de Vendeville, 1995).



Photo 5.2.I : Collecte de litière végétale dans un coup de chalut au large de l'Approuague. (d'après Vendeville, 1995 ; cliché Vendeville).

Des salinités aussi faibles que 23 ou 25 ‰ peuvent être rencontrées à plus de 8 milles de la côte (15 km). Sur l'ensemble de la frange littorale, la salinité au fond reste faible, inférieure à 34 ‰. La distribution verticale de la salinité n'a pas été étudiée, mais des observations très ponctuelles ont montré qu'un gradient peut exister. Pour exemple, à la station 51, sur des fonds de 16-18 m, la couche d'eau de surface est fortement dessalée, 21 ‰ sur 1 m d'épaisseur, et la salinité est de 26 ‰ à 15 m, de même, à la station 68 (Grand Connétable), la salinité passe de 21 ‰ en surface à 28 ‰ au fond, à 9 m. Dans ces deux cas l'épaisseur de la couche d'eau dessalée superficielle est peu épaisse, elle n'excède pas 1,5 m.

- La transparence

La transparence reflète la charge en matières en suspension. On notera que la turbidité est plus élevée devant les embouchures où a lieu une remise en suspension des vases littorales d'origine amazonienne par les actions mécaniques conjuguées de la décharge des fleuves locaux peu minéralisée et celle du courant de marée qui remettent en suspension les dépôts de vase littoraux (fig.5.2.IV). Le long de la radiale des îles du Salut, la turbidité observée est plus forte en raison d'une forte houle due à un renforcement passager du vent.

- La température

Les températures relevées au fond présentent une forte homogénéité (fig.5.2.V). Elles sont comprises entre 26°C et 30°C (moyenne de 27,8°C et écart-type faible de 0,93°C). Les valeurs les plus fréquemment observées sont de 27°C à 28°C.

On a pu observer ponctuellement qu'il peut exister un faible gradient surface-fond : à la station 51, la température de l'eau à 1 m est de 29°C, alors qu'à proximité du fond, à 15 m, elle est de 27°C.

- le courant de surface

Les mesures d'intensité et de direction du courant n'ont pas pu être faites régulièrement. L'utilisation du courantomètre aurait nécessité une immobilisation du bateau sur mouillage ; la répétition de cette manoeuvre supplémentaire longue et fastidieuse n'aurait pas permis de respecter le calendrier de la campagne. Les diverses observations ont montré que la circulation est complexe, présentant des vortex et des courants de fond. La dérive semble globalement porter à l'ouest, mais des courants de marée locaux peuvent modifier rapidement sa direction et son sens.

5.2.2.c Conclusion

Par de nombreux aspects le biotope de la frange côtière montre des caractéristiques de milieu margino-littoral, à savoir : de faibles valeurs de la salinité, des températures homogènes et élevées et une charge importante des eaux en sédiments remis en suspension et en matières végétales.

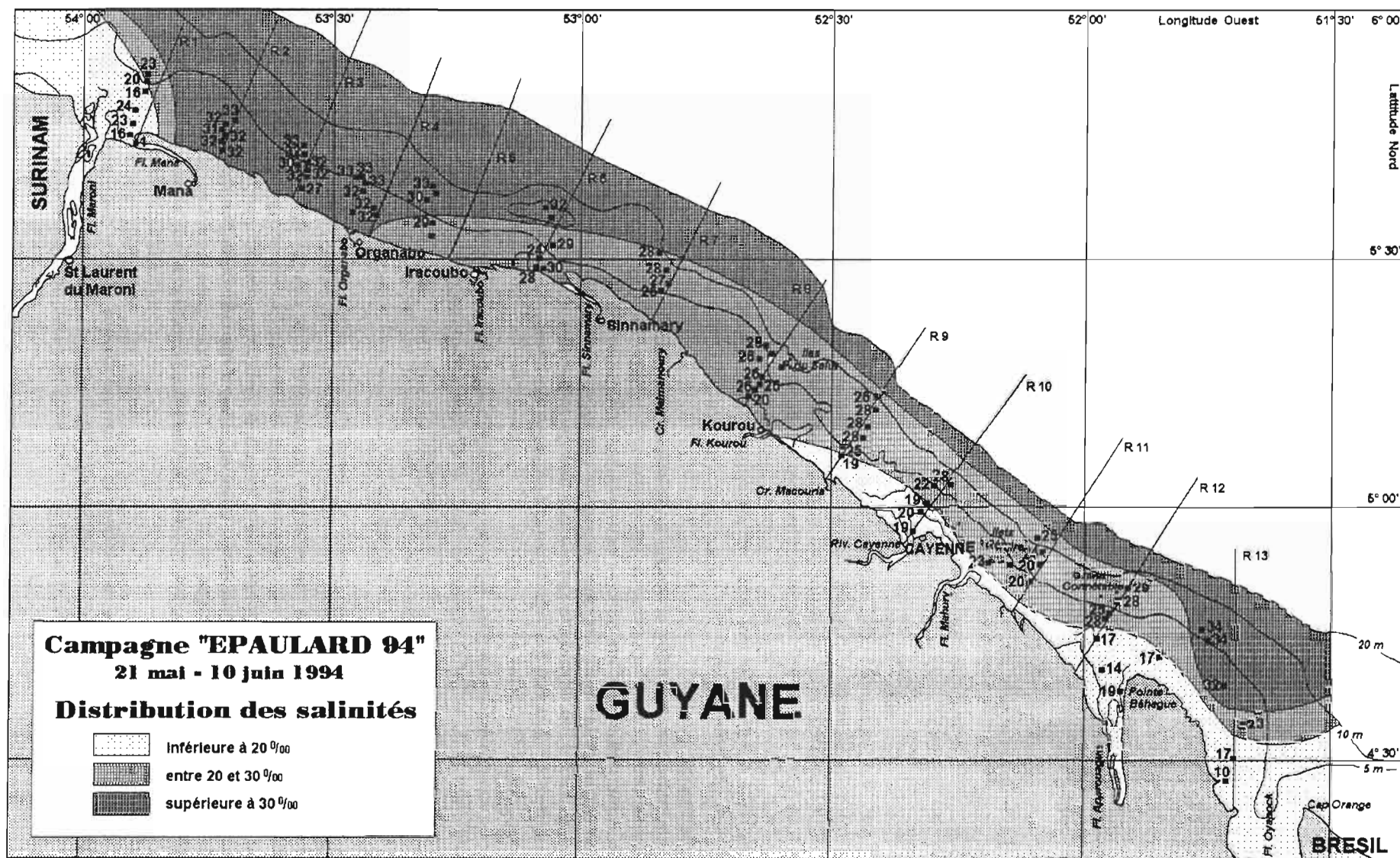


Figure 5.2.III : Distribution des salinités au fond sur la frange littorale pendant la campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994 (adapté de Vendeville, 1995).

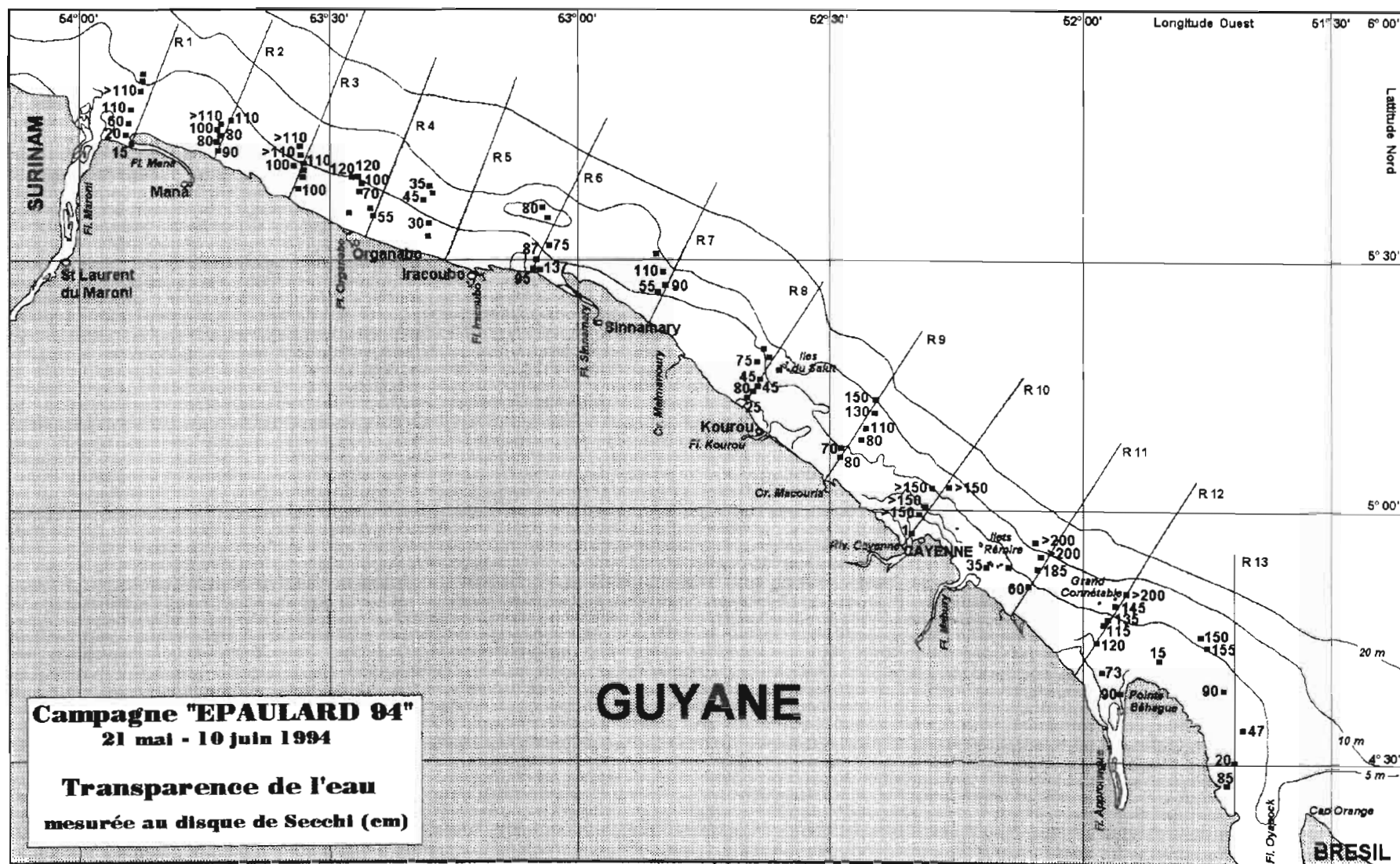


Figure 5.2.IV : Distribution de la transparence de la couche d'eau de surface sur la frange littorale pendant la campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994 (adapté de Vendeville, 1995).

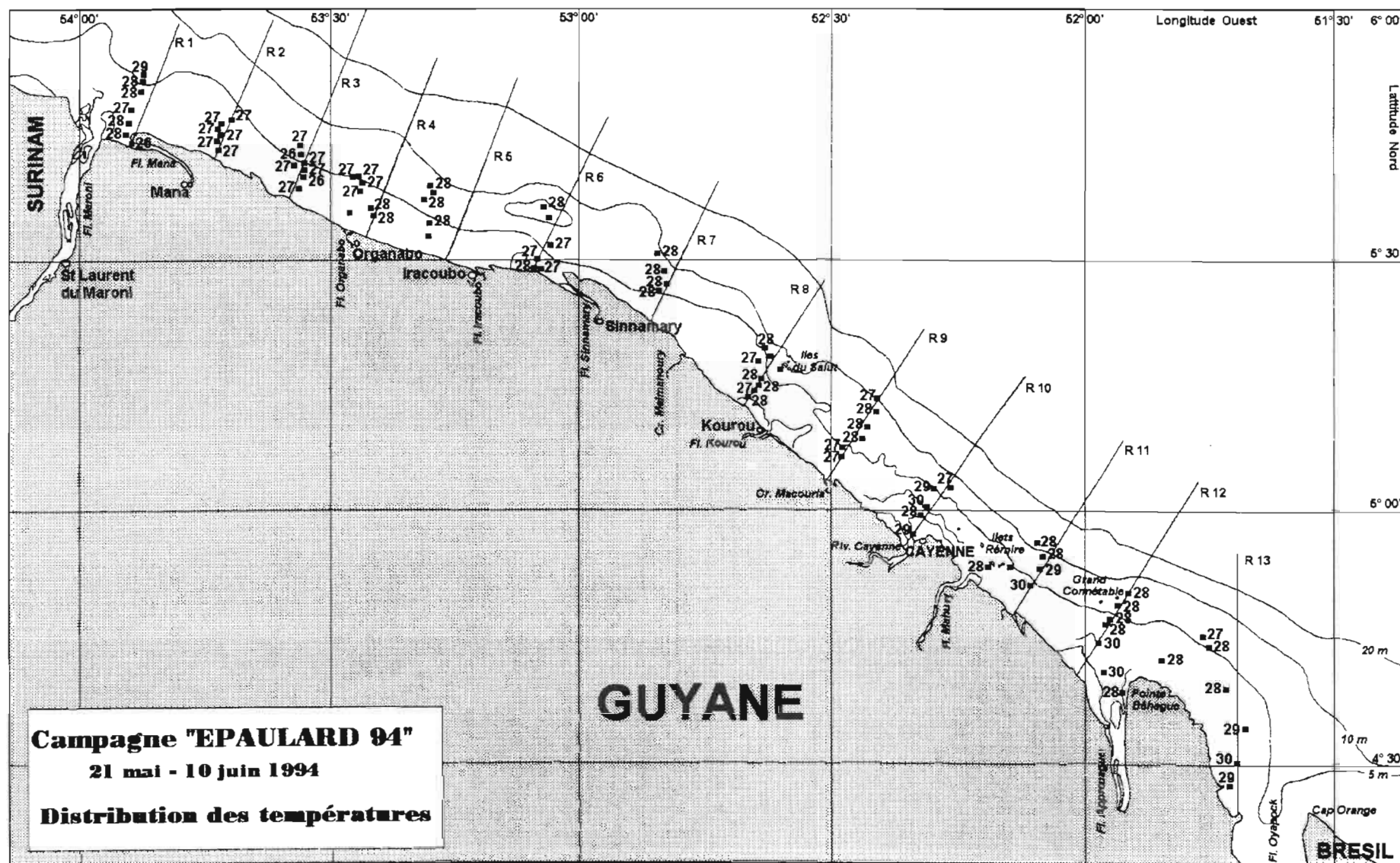


Figure 5.2.V : Distribution des températures au fond sur la frange littorale pendant la campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994.

5.2.3. Le peuplement benthique

5.2.3.a. Composition faunistique

Dans les récoltes, le nombre de taxons s'élève à 51 (invertébrés et poissons), dont 42 sont déterminés jusqu'au niveau de l'espèce (tab. 5.2.III). Il est remarquable que le peuplement se compose d'espèces euryhalines d'eaux saumâtres ou de milieu estuarien. Pour 70 % des espèces de poissons capturés, des individus de petite taille, inférieure à 10 cm LT, ont été récoltés, ce qui indique que les stades jeunes des espèces à caractère amphibiotique se rencontrent sur les fonds de la frange littorale. On note :

- des stades jeunes d'espèces marines : cas des Synodontidae, de *Cyclopsetta chittendeni*, *Polydactylus oligodon*, *Sphyræna guachancho*, *Hepatus gronovii* et des Carangidae.
- des espèces estuariennes : les Ariidae, à l'exception de *Bagre bagre* qui est plus marin.
- des espèces typiques des eaux côtières comme les Sciaenidae, les plus marines étant *Macrodon ancylodon*, *Nebris microps*, *Cynoscion virescens* ou *Isopisthus parvipinnis*, capturées fréquemment au stade adulte par les crevettiers sur les fonds de 30 à 40 m. On peut y ajouter les deux crevettes côtières, *Nematopalaemon schmitti* et *Xiphopenaeus kroyeri*.
- des espèces dulçaquicoles : dont le meilleur exemple est *Aspredo aspredo*, qui fréquente les eaux douces ou très peu salées. Il est à noter que cette espèce est rencontrée dans un seul estuaire, celui de la crique Malmanoury où les eaux sont particulièrement dessalées, même au plus fort du flot ; elle est néanmoins mentionnée par Rojas-Beltran (1986) dans d'autres estuaires.

5.2.3.b. Distribution spatiale et relation avec les facteurs environnementaux

Analyse des fréquences de capture

Dans l'étude de l'écosystème littoral benthique, on s'est d'abord intéressé aux relations entre l'occurrence des espèces et les valeurs prises par les principaux facteurs environnementaux. Parmi les paramètres physiques relevés pendant la campagne on en a retenu trois : la profondeur, la salinité et la position d'est en ouest qui est donnée par le numéro des radiales. La distribution des espèces benthiques est généralement conditionnée par ces trois facteurs. La température de l'eau joue habituellement un grand rôle, car ce paramètre connaît des variations importantes, mais dans le cas présent, l'intervalle entre les minima et les maxima observés est trop faible pour envisager qu'elle puisse jouer un rôle essentiel sur la distribution des espèces.

* la profondeur

L'analyse des fréquences de capture par gammes de sonde (tab 5.2.IV) montre que la distribution des espèces semble quelque peu liée à la profondeur.

Le quart des espèces se rencontre dans toutes les tranches bathymétriques étudiées, mais certaines d'entre elles, comme *Macrodon ancylodon* ou *Peprilus paru*, voient leur occurrence diminuer dans les gammes de sonde les plus profondes, révélant un caractère côtier plus affirmé. C'est le cas également des juvéniles des Carangidae : *Selene vomer* et *Caranx crysos*. Parmi les crevettes, les deux espèces *Xiphopenaeus kroyeri* et *Nematopalaemon schmitti* ont été capturées dans toutes les gammes de profondeur, mais il semble que l'isobathe des 10 m soit la limite inférieure de la répartition de la seconde espèce, alors que la seabob est aussi fréquente dans les faibles profondeurs que dans les plus importantes. Bien que ses fréquences soient faibles, l'aire de répartition de *Penaeus subtilis* couvre presque tous les fonds étudiés.

Quelques espèces apparaissent fortement côtières, si on associe les faibles profondeurs aux zones les plus proches de la côte. C'est le cas de *Aspredo aspredo*, qui n'a pas été rencontré au-delà de 7 m, de *Colemesus psittacus*, absente au-delà de 6 m. Cette exigence est très marquée pour quelques espèces : *Cynoscion virescens* et *Genyatremus luteus*.

Enfin certaines organismes ne peuvent pas être classés, en raison du caractère trop accidentel de leur capture.

Des distributions montrant des ruptures comme *Cathorops spixii* entre 5 et 7 m laissent supposer que la profondeur ne suffit pas à expliquer la distribution de certaines espèces sur les fonds de la frange littorale.

Tableau 5.2.III : Inventaire faunistique des captures de la campagne de chalutage "Epaulard" sur la frange littorale en mai-juin 1994 (adapté de Vendeville, 1995). Les mensurations sont indiquées en longueur totale (moyenne, minimale et maximale).

Groupe - Famille	Taxon - Nom d'espèce	Code	Nom local	LT cm moy.	LT cm mini	LT cm maxi
Crevettes						
Penaeidae	<i>Xiphopenaeus kroyeri</i>	XIKR	Sea bob	8,2	2,0	13,5
Penaeidae	<i>Penaeus subtilis</i>	PESU	Crevette brune	7,8	3,5	14,0
Palaemonidae	<i>Nematopalaemon schmitti</i>	NESC	Crevette	4,4	2,0	6,5
Hyppolytidae	<i>Exhyppolysmata oplophoroides</i>	EXOP	Crevette	4,4	3,0	6,0
Sergestidae	<i>Acetes</i> sp.	ACSP	Crevette			
Crabes						
Portunidae	<i>Callinectes ornatus</i>	CAOR	Crabe			
Calappidae	<i>Hepatus gronovii</i>	HEGR	Crabe			
Mollusques gastropodes						
Bursidae	<i>Bursa bufo</i>	BUBU				
Stomatopodes						
Squilla	<i>Squilla</i> sp.	SQSP				
Aspredinidae						
Aspredinidae	<i>Aspredo aspredo</i>	ASAP		11,9	4,5	43,0
Artidae						
	<i>Arius</i> sp.	ARSP	Machoiran	6,7	3,0	21,0
	<i>Bagre bagre</i>	BABG	Coco	9,2	5,0	23,0
	<i>Cathorops spixii</i>	CASP	Petite gueule	17,7	5,0	34,0
	<i>Arius quadriscutis</i>	ARQU	Petite gueule	30,2	16,0	45,0
	<i>Arius grandicassis</i>	ARGR	Grondé	32,3	28,0	37,0
	<i>Arius parkeri</i>	ARPA	Machoiran jaune	66,0	62,0	70,0
	<i>Arius herzegii</i>	ARHE	Pémécou	41,5	34,0	49,0
Sciaenidae						
	<i>Cynoscion</i> sp3*	CYS3	Acoupa	8,4	5,0	11,0
	<i>Macrodon ancylodon</i>	MAAN	Acoupa chasseur	8,1	2,5	35,0
	<i>Paralichthys elegans</i>	PAEL	Bourrugue de crique	10,7	4,0	27,5
	<i>Stellifer rastriifer</i>	STRA	Magister	7,7	3,0	20,5
	<i>Isopisthus parvipinnis</i>	ISPA	Acoupa ailes courtes	6,1	2,0	19,0
	<i>Nebris microps</i>	NEMI	Acoupa céleste	8,4	2,0	39,0
	<i>Cynoscion</i> sp1*	CYS1	Acoupa	5,9	3,5	11,0
	<i>Cynoscion virescens</i>	CYVI	Acoupa aiguille	52,0	34,0	82,0
	<i>Paralichthys brasiliensis</i>	PABR	Bourrugue coquette	7,8	7,0	9,5
Tetraodontidae						
	<i>Colomesus psittacus</i>	COPS	Tetrodon	16,6	1,0	22,5
Poissons plats						
Cynoglossidae	<i>Symphurus plagusia</i>	SYPL	Sole	9,5	3,5	14,5
Bothidae	<i>Gymnachirus nudus</i>	GYNU	Sole	16,8	15,0	20,0
Bothidae	<i>Achirus achirus</i>	ACAH	Sole	7,5	5,0	12,5
Bothidae	<i>Cyclopsetta chittendeni</i>	CYCH	Sole			
Carangidae						
	<i>Oligoplites saliens</i>	OLSA	Sauteur	7,4	5,5	8,5
	<i>Selene vomer</i>	SEVO	Musso	3,5	2,5	4,5
	<i>Caranx crysos</i>	CACR	Carangue	7,3	3,0	11,0
	<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	CHCR	Sapater	3,8	3,5	4,0
	<i>Selene</i> sp.	SESP	Musso	4,0	4,0	4,0
Engraulidae et Clupeidae						
Engraulidae	<i>Anchoa spinifer</i>	ANCS	Anchois	7,5	3,0	16,5
Engraulidae	<i>Anchoa</i> sp.	ANSP	Anchois	7,7	5,0	9,0
Clupeidae	<i>Odontognathus mucronatus</i>	ODMU	Sardine	7,9	4,0	15,5
Clupeidae	Clupeidae indéterminé 1	SARD	Sardine	7,5	7,0	8,0
Clupeidae	Clupeidae indéterminé 2	CLUP	Sardine	13,0	12,5	13,5
Autres téléostéens						
Stromateidae	<i>Peprilus paru</i>	PEPA	Stromate lune	3,3	2,0	5,5
Pomadasyidae	<i>Genyatremus luteus</i>	GELU	Croupia roche	3,4	2,5	4,0
Synodontidae	<i>Synodontidae</i> sp.	SYNO	Poisson lézard	6,6	3,5	14,5
Trichiuridae	<i>Trichiurus lepturus</i>	TRLE	Poisson sabre	24,3	17,0	39,5
Batrachoididae	<i>Batrachoides surinamensis</i>	BASU	Crapaud	25,4	12,0	42,0
Polynemidae	<i>Polydactylus oligodon</i>	POOL	Capitaine	15,0	15,0	15,0
Sphyrnidae	<i>Sphyrna guachancho</i>	SPGU	Barracuda	7,5	7,5	7,5
Poissons bathoïdes						
Dasyatidae	<i>Dasyatis guttata</i>	DAGU	Raie fouet	122,5	105,0	140,0
Dasyatidae	<i>Dasyatis americana</i>	DAAM	Raie fouet	12,5	12,5	12,5
Gymnuridae	<i>Gymnura</i> sp. (<i>G. micrura</i> ?)	GYSP	Pastenague ailée			

* l'espèce *Cynoscion* sp2 a pu être déterminée : il s'agit d'*Isopisthus parvipinnis*.

Tableau 5.2.IV : Distribution des fréquences de capture des espèces benthiques sur les fonds de la frange littorale selon un gradient de profondeur. Campagne "Epaulard" de mai-juin 1994 (d'après Vendeville, 1995).

FREQUENCES-PROFONDEUR			1->3m	3->4m	4->5m	5-6m	6->7m	7->8m	9->10m	>10m
SONDES										
Nombre de stations			8	11	8	9	7	10	11	9
Sonde moyenne (m)			2,7	3,7	4,9	5,6	6,7	7,8	9,8	11,7
Température moyenne (°C)			28,0	28,4	27,2	28,0	27,8	27,6	27,5	27,6
Salinité moyenne (‰)			22,3	20,4	23,6	25,0	26,9	28,6	29,8	28,4
ESPECE-fréquence de capture (%)		Code								
Crevettes										
<i>Xiphopenaeus kroyeri</i>		XIKR	100	82	75	100	100	70	73	78
<i>Nematopalaemon schmitti</i>		NESC	88	73	88	78	71	60	73	33
<i>Exhyppolysmata oplophoroides</i>		EXOP	38	55	38	44	29	20	27	11
<i>Penaeus subtilis</i>		PESU	25	27	13	11	29	10	18	
<i>Acetes</i> sp.		ACSP					14			
Crabes										
<i>Callinectes ornatus</i>		CAOR	38	27	13	11	14	10	18	
<i>Hepatus gronovii</i>		HEGR	13		13			10		
Autres Invertébrés										
<i>Bursa bufo</i>		BUBU	13							
<i>Squilla</i> sp.		SQSP	13							
Aspredinidae										
<i>Aspredo aspredo</i>		ASAP	38	36	13	33	14			
Aridae										
<i>Arius</i> sp.		ARSP	50	55	75	100	57	40	45	56
<i>Bagre bagre</i>		BABG	38	55	25	22	43	30	45	33
<i>Cathorops spixii</i>		CASP	25	36	25			10	9	
<i>Arius quadriscutis</i>		ARQU	25	9	13	22	29	20	18	
<i>Arius grandicassisi</i>		ARGR		9						
<i>Arius parkeri</i>		ARPA					14	10		
<i>Arius herzenbergii</i>		ARHE						10		
Sciaenidae										
<i>Cynoscion</i> sp3		CYS3	25	18	25	11	29	10		
<i>Macrodon ancylodon</i>		MAAN	88	73	75	89	57	70	45	56
<i>Paralichthys elegans</i>		PAEL	50	64	38	22	57	30	9	33
<i>Stellifer rastriifer</i>		STRA	63	82	100	78	43	80	64	44
<i>Isopisthus parvipinnis</i>		ISPA	38	45	50	44	43	60	45	44
<i>Nebria microps</i>		NEMI	38	18	38	44	43	50	36	44
<i>Cynoscion</i> sp1		CYS1	25	27	25	44	14	50	27	11
<i>Cynoscion vlrescens</i>		CYVI	25	9						
<i>Paralichthys brasiliensis</i>		PABR							9	11
Tetraodontidae										
<i>Colomesus psittacus</i>		COPS	13	18	13	11				
Poissons plats										
<i>Symphurus plagusia</i>		SYPL	63	18	13	33	14	20	9	
<i>Gymnachirus nudus</i>		GYNU	13				14	20		
<i>Achirus achirus</i>		ACAH	25	9	25	11		20		
<i>Cyclosetta chittendeni</i>		CYCH		9						
Carangidae										
<i>Oligoplites sailens</i>		OLSA	25		13					
<i>Selene vomer</i>		SEVO	38	9	13	22	14	10	9	
<i>Caranx crysos</i>		CACR	25	18	25	33	29	20	36	
<i>Chloroscombrus chrysurus</i>		CHCR			13	11				
<i>Selene</i> sp.		SESP				11				
Engraulidae et Clupeidae										
<i>Anchoa mitchilli</i>		ANCS	50	45	50	67	71	50	27	11
<i>Odontognathus mucronatus</i>		ODMU	50	45	50	67	57	60	36	11
<i>Anchoa</i> sp.		ANSP	13		25	11		20	9	
Clupeidae Indéterminé 1		SARD		9		22				
Clupeidae Indéterminé 2		CLUP						20		
Autres téléostéens										
<i>Pepinus paru</i>		PEPA	50	27	50	56	29	30	27	11
<i>Genyatremus luteus</i>		GELU	13	9						
<i>Synodontidae</i> sp.		SYNO	25		25					
<i>Trichurus lepturus</i>		TRLE	25	18		22	14	20	45	
<i>Batrachoides surinamensis</i>		BASU		18	13					
<i>Polydactylus oligodon</i>		POOL				11				
<i>Sphyræna guachancho</i>		SPGU				11				
Poissons bathoïdes										
<i>Dasyatis guttata</i>		DAGU	13				14	40		22
<i>Dasyatis americana</i>		DAAM	13							
<i>Gymnura</i> sp. (<i>G. micrura</i> ?)		GYSP					14			

* la salinité

Les stations ont été regroupées en 4 classes de salinité (tab. 5.2.V) ; les stations où la salinité est inférieure à 15 ‰ sont séparées contrairement à ce qui est présenté plus haut (fig. 5.2.III), bien qu'elles ne soient qu'un nombre de 3.

Le tiers des espèces a été rencontré dans les quatre classes de salinité (chez les espèces fortement euryhalines on ne note pas de différence entre les fréquences de capture pour les différentes valeurs de la salinité) ; c'est le cas des quatre espèces de crevettes *Xiphopenaeus kroyeri*, *Nematopalaemon schmitti*, *Penaeus subtilis* et *Exhyppolysmata oplophoroides* ; des poissons benthiques, *Macrodon ancylodon*, *Stellifer rastriker*, *Peprilus paru*, *Trichiurus lepturus* et des petits pélagiques. En revanche, *Aspredo aspredo*, présente dans toutes les gammes de salinité voit sa fréquence de capture diminuer quand la salinité augmente ; il en est de même pour *Arius* sp., *Paralichthys elegans* et *Symphurus plagusia*. A l'inverse, chez certains poissons comme *Isopisthus parvipinnis*, *Nebria microps*, et *Cynoscion* sp1., la fréquence de capture augmente avec la salinité. Enfin, certaines espèces se cantonnent dans des gammes de salinité, comme *Dasyatis guttata* de 20 à 30 ‰ et *D. americana* de 20 à 25 ‰.

* la position des radiales

Pour faciliter l'interprétation, les stations ont été groupées en 6 classes qui correspondent à 2 ou 3 radiales (tab. 5.2.VI).

L'analyse du tableau des fréquences montre que les espèces sont distribuées inégalement le long du littoral. On notera que les radiales du centre, en particulier les radiales 7 et 8 ont une faune moins riche que les radiales d'est et d'ouest. Les écarts d'une classe à l'autre des valeurs des principaux paramètres environnementaux (salinité, sonde et température) ne permettent pas de l'expliquer.

Cinq espèces sont communes à toute la zone, avec des fréquences de capture élevées : *Xiphopenaeus kroyeri*, *Nematopalaemon schmitti*, *Arius* sp., *Macrodon ancylodon* et *Stellifer rastriker*. Ce sont toutes des espèces fortement euryhalines, à l'exception d'*Arius* sp.. On note que *Peprilus paru* qui apparaît fortement euryhaline, est absente ou rare dans les radiales centrales.

Enfin, et on se limitera à cette dernière constatation, on observe la présence de la crevette *Penaeus subtilis* dans les 6 classes de radiale, mais les captures sont plus fréquentes à l'est qu'à l'ouest.

Dans cette première analyse il apparaît que la profondeur, la salinité et la position parallèlement à la ligne de côte jouent un rôle sur la distribution des espèces benthiques sur les fonds de la frange littorale.

Analyse des densités

La densité numérique (effectif capturé/surface chalutée) a été retenue comme indice d'abondance le plus pertinent, en raison de l'hétérogénéité des tailles des individus. Elle présente l'avantage sur la densité pondérale de minimiser l'effet des captures des gros individus, à poids élevé, de caractère accidentel. On notera toutefois que les densités pondérales sont assez élevées (fig. 5.2.VI), pouvant dans de rares cas (densité supérieure à 5000 kg/km²) être très supérieures aux moyennes enregistrées sur les fonds de pêche des crevettiers ; Vendeville (1984) avance sur ces fonds des valeurs comprises entre 1260 et 2470 kg/km² comme estimation des densités totales en février, mai et août 1981, lors des campagnes japonaises. On note que la distribution n'est pas homogène sur toute la zone.

L'analyse des densités permet d'évaluer l'importance relative des espèces entre elles et de préciser les effets des trois facteurs environnementaux sur leur distribution. Dans la suite de cet exposé, on entendra par densité celle qui s'applique aux nombres d'individus.

* la profondeur

La relation entre le peuplement et la profondeur apparaît plus clairement avec les densités (tab.5.2.VII) qu'avec les fréquences de capture. On notera en particulier que l'abondance des deux crevettes les plus fréquentes diminue avec la profondeur : les densités les plus élevées de *Xiphopenaeus kroyeri* s'observent dans les 5 premiers mètres et celles de *Nematopalaemon schmitti*, très élevées dans les 6 premiers mètres, diminuent ensuite rapidement. Chez *Macrodon ancylodon*, espèce également très fréquente, la densité, forte dans les premiers mètres, chute à partir de 7 m.

Tableau 5.2.V : Distribution des fréquences de capture des espèces en fonction d'un gradient de salinité. Campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994.

FREQUENCES-SALINITE						
SALINITE (‰)		0-15 ‰	15-20 ‰	20-25 ‰	25-30 ‰	30-35 ‰
Nombre de stations		3	9	13	24	20
Sonde moyenne (m)		3,8	3,8	5,6	7,8	7,6
Température moyenne (°C)		28,2	28,6	28,3	27,7	27,1
Salinité moyenne (‰)		8,3	17,7	22,0	27,2	32,2
ESPECE-fréquence de capture (%)	Code					
Crevettes						
<i>Xiphopenaeus kroyeri</i>	XIKR	67	89	77	88	85
<i>Nematopalaemon schmitti</i>	NESC	67	89	54	67	80
<i>Exhyppolysmata oplophoroides</i>	EXOP	33	33	31	17	55
<i>Penaeus subtilis</i>	PESU	33	22	8	13	25
<i>Acetes</i> sp.	ACSP				4	
Crabes						
<i>Callinectes ornatus</i>	CAOR	33	22	15	8	25
<i>Hepatus gronovii</i>	HEGR		11			10
Autres invertébrés						
<i>Bursa bufo</i>	BUBU			8		
<i>Squilla</i> sp.	SQSP			8		
Aspredinidae						
<i>Aspredo aspredo</i>	ASAP	67	33	15	8	10
Ariidae						
<i>Arius</i> sp.	ARSP	100	67	62	50	60
<i>Bagre bagre</i>	BABG	33	22	31	33	55
<i>Cathorops spixii</i>	CASP		33	15	4	20
<i>Arius quadriscutis</i>	ARQU			23	13	30
<i>Arius grandicassis</i>	ARGR		11			
<i>Arius parkeri</i>	ARPA				8	
<i>Arius herzbergii</i>	ARHE					5
Sciaenidae						
<i>Cynoscion</i> sp3	CYS3		33	8	8	20
<i>Macrodon ancylodon</i>	MAAN	67	78	77	50	85
<i>Paralichthys elegans</i>	PAEL	67	56	15	42	35
<i>Stellifer rastriifer</i>	STRA	100	67	85	54	80
<i>Isopisthus parvipinnis</i>	ISPA	33	22	46	42	70
<i>Nebris microps</i>	NEMI			38	33	70
<i>Cynoscion</i> sp1	CYS1		22	38	17	45
<i>Cynoscion virescens</i>	CYVI		11	8		5
<i>Paralichthys brasiliensis</i>	PABR					10
Tetraodontidae						
<i>Colomesus psittacus</i>	COPS		11	8	8	
Poissons plats						
<i>Symphurus plagusia</i>	SYPL	33	44	38	8	10
<i>Gymnachirus nudus</i>	GYNU		11	8	4	5
<i>Achirus achirus</i>	ACAH		11	15	8	5
<i>Cyclopsetta chittendeni</i>	CYCH	33				
Carangidae						
<i>Oligoplites saliens</i>	OLSA		11		4	5
<i>Selene vomer</i>	SEVO		11	31	8	15
<i>Caranx crysos</i>	CACR	33	22	31	13	30
<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	CHCR			8	4	
<i>Selene</i> sp.	SESP			8		
Engraulidae et Clupeidae						
<i>Anchoa spinifer</i>	ANCS	33	33	54	46	45
<i>Odontognathus mucronatus</i>	ODMU	33	33	54	46	55
<i>Anchoa</i> sp.	ANSP		11	15	8	5
Clupeidae indéterminé 1	SARD		11	8		5
Clupeidae indéterminé 2	CLUP					5
Autres téléostéens						
<i>Peprilus paru</i>	PEPA	33	33	46	17	55
<i>Genyatremus luteus</i>	GELU	33	11			
Synodontidae sp.	SYNO		22		8	
<i>Trichiurus lepturus</i>	TRLE	33	11	15	4	40
<i>Batrachoides surnamensis</i>	BASU		11			10
<i>Polydactylus oligodon</i>	POOL			8		
<i>Sphyræna guachancho</i>	SPGU			8		
Poissons bathoïdes						
<i>Dasyatis guttata</i>	DAGU		11	15	17	5
<i>Dasyatis americana</i>	DAAM			8		
<i>Gymnura</i> sp. (<i>G. micrura</i> ?)	GYSP				4	

Tableau 5.2.VI : Distribution des fréquences de capture des espèces en fonction de la longitude (ou des radiales). Campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994.

FREQUENCES-RADIALES							
RADIALES		R1-R2	R3-R4	R5-R6	R7-R8	R9-R10-R11	R12-R13
Nombre de stations		13	10	9	11	16	14
Sonde moyenne (m)		5,9	7,6	7,4	7,1	7,3	5,4
Température moyenne (°C)		27,2	26,9	27,1	27,7	28,2	28,6
Salinité moyenne (‰)		24,1	31,6	30,8	26,1	23,4	23,4
ESPECE - fréquence de capture (%)	Code						
Crevettes							
<i>Xiphopenaeus kroyeri</i>	XIKR	77	80	100	73	88	86
<i>Nematopalaemon schmitti</i>	NESC	62	80	67	36	75	93
<i>Exhyppolysmata oplophoroides</i>	EXOP	38	50	33		25	50
<i>Penaeus subtilis</i>	PESU	23	40		9	13	7
<i>Acetes</i> sp.	ACSP			11			
Crabes							
<i>Callinectes ornatus</i>	CAOR		60		9	13	21
<i>Hepatus gronovii</i>	HEGR	15					7
Autres Invertébrés							
<i>Bursa bufo</i>	BUBU					6	
<i>Squilla</i> sp.	SQSP					6	
Aspredinidae							
<i>Aspredo aspredo</i>	ASAP	15	20	22			43
Aridae							
<i>Arius</i> sp.	ARSP	77	50	78	18	69	57
<i>Bagre bagre</i>	BABG	38	70	67	9	31	21
<i>Cathorops spixii</i>	CASP	46	10	11		6	7
<i>Arius quadriscutis</i>	ARQU	54	10	11		6	14
<i>Arius grandicassisi</i>	ARGR					6	
<i>Arius parkeri</i>	ARPA			11	9		
<i>Arius herzbergii</i>	ARHE	8					
Sciaenidae							
<i>Cynoscion</i> sp3	CYS3	15	20			13	29
<i>Macrodon ancylodon</i>	MAAN	77	90	78	36	69	64
<i>Paralichthys elegans</i>	PAEL	23	20	44	27	44	57
<i>Stellifer rastriifer</i>	STRA	92	90	67	36	81	50
<i>Isopisthus parvipinnis</i>	ISPA	54	90	56		56	29
<i>Nebris microps</i>	NEMI	38	60	67		44	29
<i>Cynoscion</i> sp1	CYS1	46	50	11		31	29
<i>Cynoscion virescens</i>	CYVI		10		9		7
<i>Paralichthys brasiliensis</i>	PABR	8	10				
Tetraodontidae							
<i>Colomesus psittacus</i>	COPS	8		22	9	6	
Poissons plats							
<i>Symphurus plagusla</i>	SYPL	38	10	22		13	36
<i>Gymnachirus nudus</i>	GYNÜ	23		11			
<i>Achirus achirus</i>	ACAH	15		33	9	13	
<i>Cyclopsetta chittendeni</i>	CYCH						7
Carangidae							
<i>Oligoplites saillens</i>	OLSA		10			6	7
<i>Selene vomer</i>	SEVO	8	20	11	9	19	14
<i>Caranx crysos</i>	CACR	46	30	44		19	7
<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	CHCR					13	
<i>Selene</i> sp.	SESP					6	
Engraulidae et Clupeidae							
<i>Anchoa spinifer</i>	ANCS	31	50	56	18	63	50
<i>Odontognathus mucronatus</i>	ODMU	31	60	56	9	69	50
<i>Anchoa</i> sp.	ANSP	8		33		13	7
Clupeidae Indéterminé 1	SARD	8				13	
Clupeidae Indéterminé 1	CLUP		10	11			
Autres téléostéens							
<i>Peprilus paru</i>	PEPA	23	50	22		44	57
<i>Genypterus luteus</i>	GELU						14
Synodontidae sp.	SYNO	8		11		6	7
<i>Trichurus lepturus</i>	TRLE	15	50	22		19	14
<i>Batrachoides surinamensis</i>	BASU	15				6	
<i>Polydactylus oligodon</i>	POOL	8					
<i>Sphyræna guachancho</i>	SPGU					6	
Poissons bathoides							
<i>Dasyatis guttata</i>	DAGU	15		11	18	13	7
<i>Dasyatis americana</i>	DAAM					6	
<i>Gymnura</i> sp. (<i>G. micrura</i> ?)	GYSP			11			

D'une façon générale, au-delà de la sonde des 7 m, lorsque la salinité avoisine les 30 ‰, les densités sont plus faibles et concernent des espèces euryhalines dont l'aire de répartition s'étend au-delà de l'isobathe des 20 m. Il faut rappeler que l'extension vers le large de *Xiphopenaeus kroyeri*, en mai 1981, lors des campagnes japonaises, a été observée au-delà de la sonde des 40 m (Kawahara *et al.*, 1983 ; Vendeville, 1984). Cette période semble être favorable à une extension vers le large de l'aire de distribution des espèces estuariennes ; il faut noter qu'elle correspond à la montée en crue de l'Amazonie et des fleuves de Guyane.

Il est intéressant de constater que la densité numérique totale est la plus forte dans les 5 à 6 premiers mètres, ce qui, compte tenu de la petite taille des individus capturés, désigne *a priori* cette fine bande côtière comme une zone propice à la croissance des espèces benthiques du plateau continental guyanais.

* la salinité

Comme dans le cas des profondeurs, l'utilisation des indices d'abondance sous forme de densité permettent de préciser les distributions mises en évidence en analysant les fréquences de capture (tab. 5.2.VIII) ; ainsi les densités des espèces euryhalines qui fréquentent plutôt les eaux dessalées, *Aspredo aspredo*, *Arius* sp., *Paralichthys elegans* et *Symphurus plagusia* diminuent lorsque la salinité augmente ; de même les crevettes *Nematopalaemon schmitti* et *Exhyppolysmata oplophoroides* sont beaucoup plus abondantes dans les eaux dessalées. En revanche, les espèces euryhalines qui préfèrent des eaux plus salées, comme *Isopisthus parvipinnis*, *Nebris microps* et *Cynoscion* sp1, voient leurs densités augmenter avec la salinité. Enfin, *Xiphopenaeus kroyeri* et *Penaeus subtilis* ne présentent pas de préférence marquée au travers des résultats de la prospection.

La densité totale est particulièrement forte dans les eaux de très faible salinité. Ce résultat doit être considéré avec prudence car le nombre de traits de la classe de 0-15 ‰ est très inférieur à celui des autres classes. On n'observe pas autant de contraste que dans le classement par gamme de profondeur.

* les radiales

Si l'analyse des fréquences de capture n'a pas permis d'extraire des tendances marquées de variation du peuplement selon les positions des radiales, la distribution des densités met en évidence une disparité entre les zones extrêmes et centrales (tab. 5.2.IX). Les densités totales les plus élevées se rencontrent à l'est (R12-R13) et à l'ouest avec une discontinuité (R1-R2 et R5-R6), c'est à dire face aux estuaires des plus grands fleuves de Guyane : l'Oyapock et l'Approuague, le Maroni et la Mana, l'Iracoubo-Counamama et le Sinnamary. La partie centrale située entre le Sinnamary et la rivière de Kaw étant nettement moins peuplée. L'influence des grands cours d'eau locaux sur le peuplement benthique de la frange littorale apparaît donc des plus importants.

On notera que les densités de *Aspredo aspredo* sont les plus élevées au large des deux plus importants complexes hydrologiques du département : Oyapock-Approuague à l'est et Maroni-Mana à l'ouest. Il en est de même pour *Arius* sp..

En ce qui concerne les autres espèces de poissons, on remarquera que *Macrodon ancylodon* est plus abondant à l'ouest de même que les juvéniles de Carangidae (*Caranx crysos* et *Selene vomer*). On notera également la disparité entre l'abondance en jeunes Synodontidae rencontrée dans l'extrême ouest et dans les autres zones.

La seabob, *Xiphopenaeus kroyeri* est plus abondante à l'ouest, tandis que la densité de *Nematopalaemon schmitti* est beaucoup plus élevée à l'est ; celle de *Penaeus subtilis* est nettement plus forte à l'ouest entre Organabo et l'embouchure du Maroni, bien que les valeurs soient faibles sur l'ensemble des zones.

La distribution des densités selon les radiales montre donc qu'existe une influence notable des eaux déversées par les bassins versants locaux les plus importants sur le peuplement benthique de la frange littorale.

* représentation spatiale

Il ressort de l'analyse des variations des densités en fonction de critères environnementaux que la profondeur, la salinité et la position des radiales jouent un rôle important dans la distribution spatiale de l'occurrence des espèces et de leur abondance ; aucun des facteurs cependant, pris isolément, ne permet d'expliquer à lui seul la variabilité spatiale.

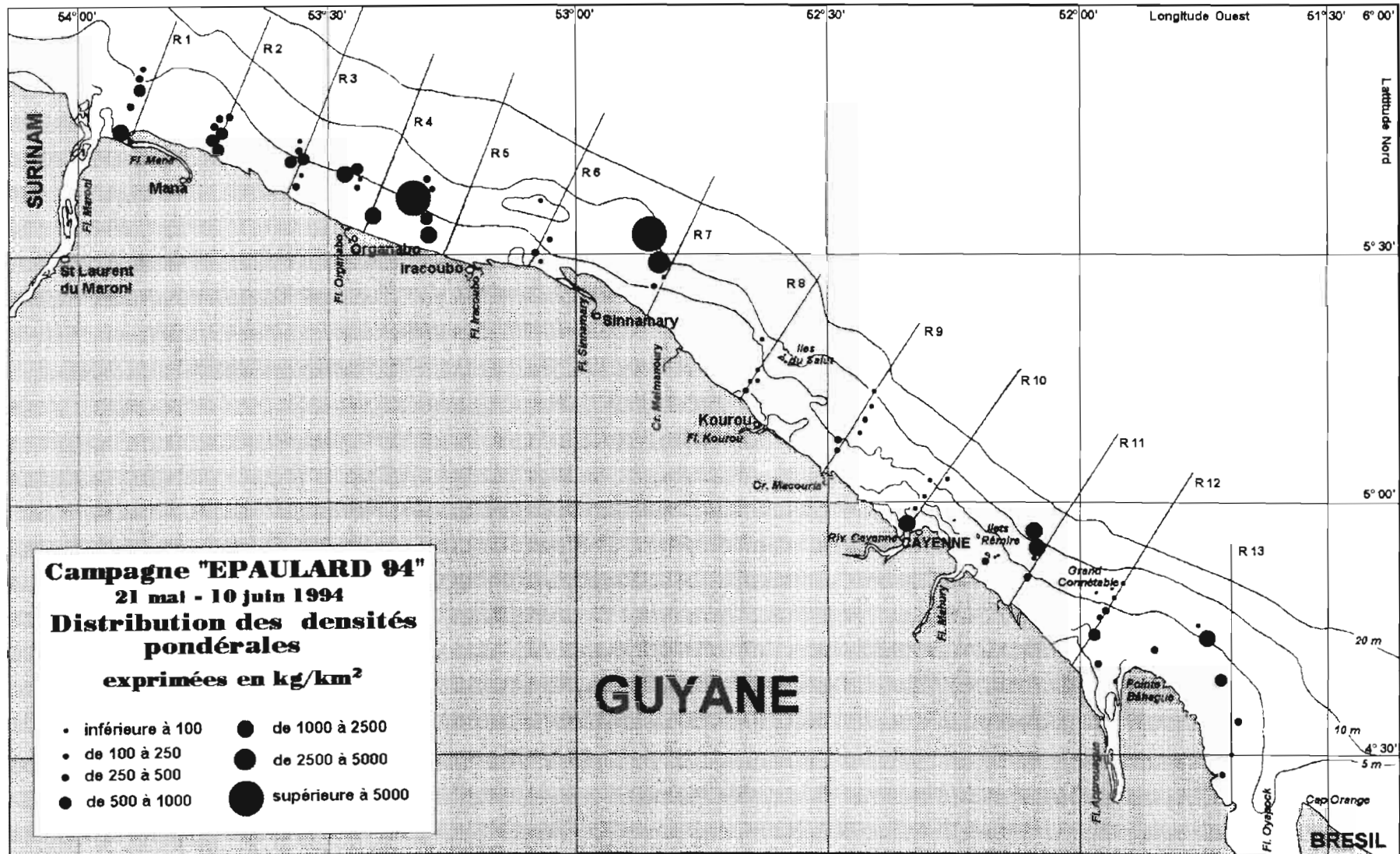


Figure 5.2.VI : Distribution de la densité pondérale totale selon sur les fonds de la frange littorale. Campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994.

Tableau 5.2.VII : Distribution des densités numériques des espèces benthiques sur les fonds de la frange littorale selon un gradient de profondeur. Campagne "Epaulard" de mai-juin 1994 (Vendeville, 1995).

DENSITE-PROFONDEUR									
SONDES (m)		1-3m	3-4m	4-5m	5-6m	6-7m	7-8m	9-10m	>10m
Nombre de stations		8	11	8	9	7	10	11	9
Sonde moyenne (m)		2,7	3,7	4,9	5,6	6,7	7,8	9,8	11,7
Température moyenne (°C)		28,0	28,4	27,2	28,0	27,8	27,6	27,5	27,6
Salinité moyenne (‰)		22,3	20,4	23,6	25,0	26,9	28,6	29,8	28,4
ESPECE-densités (nombre/ha)	Code								
TOTAL captures	TOTC	1184,9	1958,4	1132,6	864,9	550,1	319,6	367,0	90,3
Crevettes									
<i>Xiphopenaeus kroyeri</i>	XIKR	497,2	410,1	400,3	105,6	164,5	143,4	215,0	45,3
<i>Nematopalaemon schmitti</i>	NESC	428,2	795,6	345,5	508,5	111,4	20,1	13,3	10,3
<i>Exhyppolyamata oplophoroides</i>	EXOP	1,3	5,1	2,5	7,3	1,8	6,9	1,8	0,7
<i>Penaeus subtilis</i>	PESU	1,4	1,4	0,6	4,5	0,9	1,9	3,0	
<i>Acetes</i> sp.	ACSP					0,5			
Crabes									
<i>Callinectes ornatus</i>	CAOR	2,8	2,2	4,4	0,2	0,5	0,5	1,8	
<i>Hepatus gronovii</i>	HEGR	0,6		2,3			1,1		
Autres invertébrés									
<i>Bursa bufo</i>	BUBU	0,4							
<i>Squilla</i> sp.	SQSP	0,4							
Asprellidae									
<i>Aspredo aspredo</i>	ASAP	8,6	7,9	1,6	2,3	0,5			
Aridae									
<i>Arius</i> sp.	ARSP	50,6	18,9	36,5	20,6	28,7	18,3	18,8	7,7
<i>Bagre bagre</i>	BABG	2,0	2,5	4,8	2,7	1,9	4,9	9,1	2,2
<i>Cathorops spixii</i>	CASP	1,1	2,1	0,9			0,9	0,4	
<i>Arius quadriscutis</i>	ARQU	1,3	0,4	1,2	3,1	1,5	4,8	1,9	
<i>Arius grandicassis</i>	ARGR		0,8						
<i>Arius parkeri</i>	ARPA					0,9	1,0		
<i>Arius herzegli</i>	ARHE						1,1		
Sciaenidae									
<i>Cynoscion</i> sp3	CYS3	1,1	0,4	1,1	1,0	1,5	0,3		
<i>Macrodon ancylodon</i>	MAAN	38,1	42,5	116,6	59,2	99,5	16,7	12,6	2,1
<i>Paralichthys elegans</i>	PAEL	5,5	5,3	2,0	3,0	2,3	1,1	0,7	2,5
<i>Stellifer rastrii</i>	STRA	69,7	46,5	46,6	74,9	84,7	23,7	40,9	7,2
<i>Isopisthus parvipinnis</i>	ISPA	13,4	8,1	22,9	12,2	10,3	21,4	18,6	5,2
<i>Nebris microps</i>	NEMI	1,7	0,8	5,5	4,0	3,6	3,8	2,9	2,2
<i>Cynoscion</i> sp1	CYS1	4,5	2,3	13,3	10,5	3,9	7,0	8,2	2,3
<i>Cynoscion virescens</i>	CYVI	1,7	0,2						
<i>Paralichthys brasiliensis</i>	PABR							0,5	0,7
Tetraodontidae									
<i>Colomesus psittacus</i>	COPS	0,7	0,6	0,3	0,6				
Poissons plats									
<i>Symphurus plagusia</i>	SYPL	6,3	1,6	1,3	2,9	0,9	1,9	0,4	
<i>Gymnachirus nudus</i>	GYNU	1,2				0,5	1,1		
<i>Achirus achirus</i>	ACAH	0,6	0,3	0,7	1,7		1,4		
<i>Cyclosetta chittendeni</i>	CYCH		0,3						
Carangidae									
<i>Oligoplites sailens</i>	OLSA	2,0		0,3					
<i>Selene vomer</i>	SEVO	1,8	0,2	0,2	0,7	0,9	0,3	0,4	
<i>Caranx crysos</i>	CACR	1,3	0,6	1,2	12,7	1,5	4,0	2,1	
<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	CHCR			0,3	0,2				
<i>Selene</i> sp.	SESP				0,2				
Engraulidae et Clupeidae									
<i>Anchoa mitchilli</i>	ANCS	10,2	12,0	9,1	4,7	8,6	4,0	3,1	0,3
<i>Odontognathus mucronatus</i>	ODMU	17,6	29,9	101,9	14,1	11,5	20,1	8,3	0,7
<i>Anchoa</i> sp.	ANSP	0,6		1,8	1,2		2,6	0,4	
Clupeidae indéterminé 1	SARD		0,7		1,2				
Clupeidae indéterminé 2	CLUP						0,7		
Autres téléostéens									
<i>Peprilus paru</i>	PEPA	2,5	3,0	5,2	3,9	2,1	1,0	0,9	0,2
<i>Genyatremus luteus</i>	GELU	0,2	1,8						
Synodontidae sp.	SYNO	6,8		0,9					
<i>Trichlurus lepturus</i>	TRLE	1,0	0,5		0,8	0,3	2,2	2,0	
<i>Batrachoides surinamensis</i>	BASU		1,5	0,6					
<i>Polydactylus oligodon</i>	POOL				0,5				
<i>Sphyræna guachancho</i>	SPGU				0,2				
Poissons bathoïdes									
<i>Dasyatis guttata</i>	DAGU	0,6				1,6	1,6		0,8
<i>Dasyatis americana</i>	DAAM	0,3							
<i>Gymnura</i> sp. (<i>G. micrura</i> ?)	GYSP					3,3			

Tableau 5.2.VIII : Distribution des densités numériques des espèces en fonction d'un gradient de salinité pendant la campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994.

DENSITE ET SALINITE		0-15	15-20	20-25	25-30	30-35
SALINITE (‰)						
Nombre de stations		3	9	13	24	20
Sonde moyenne (m)		3,8	3,8	5,6	7,8	7,6
Température moyenne (°C)		28,2	28,6	28,3	27,7	27,1
Salinité moyenne ‰		8,3	17,7	22,0	27,2	32,2
ESPECE-densités (nombre/ha)	Code					
TOTAL captures	TOTC	2045,0	651,0	645,5	389,0	895,0
Crevettes						
<i>Xiphopenaeus kroyeri</i>	XIKR	23,5	282,4	76,9	149,0	380,1
<i>Nematopalaemon schmitti</i>	NESC	1729,3	166,6	412,0	72,0	238,2
<i>Exhyppolysmata oplophoroides</i>	EXOP	7,5	2,0	3,1	1,3	7,2
<i>Penaeus subtilis</i>	PESU	0,7	4,8	0,5	0,7	3,0
<i>Acetes</i> sp.	ACSP				0,2	
Crabes						
<i>Callinectes ornatus</i>	CAOR	3,0	1,0	1,2	0,7	3,2
<i>Hepatus gronovii</i>	HEGR		0,6			1,5
Autres invertébrés						
<i>Bursa bufo</i>	BUBU			0,2		
<i>Squilla</i> sp.	SQSP			0,2		
Aspredinidae						
<i>Aspredo aspredo</i>	ASAP	16,1	7,7	1,4	0,7	0,3
Ariidae						
<i>Arius</i> sp.	ARSP	106,1	42,4	18,7	15,6	20,7
<i>Bagre bagre</i>	BABG	0,7	0,6	4,1	2,1	8,5
<i>Cathorops spixii</i>	CASP		1,2	0,9	0,1	1,3
<i>Arius quadriscutis</i>	ARQU			2,5	0,5	4,3
<i>Arius grandicassis</i>	ARGR		1,0			
<i>Arius parkeri</i>	ARPA				0,7	
<i>Arius herzbergii</i>	ARHE					0,5
Sciaenidae						
<i>Cynoscion</i> sp3	CYS3		1,5	0,3	0,3	1,1
<i>Macrodon ancylodon</i>	MAAN	13,8	17,8	16,4	41,8	82,8
<i>Paralichthys elegans</i>	PAEL	11,2	2,2	1,6	2,5	3,1
<i>Stellifer rastrifer</i>	STRA	98,4	55,5	63,9	31,4	48,9
<i>Isopisthus parvipinnis</i>	ISPA	4,5	1,5	4,7	8,0	36,4
<i>Nebris microps</i>	NEMI			2,4	2,2	6,5
<i>Cynoscion</i> sp1	CYS1		0,4	4,0	3,5	15,9
<i>Cynoscion virescens</i>	CYVI		0,2	0,4		0,4
<i>Paralichthys brasiliensis</i>	PABR					0,6
Tetraodontidae						
<i>Colomesus psittacus</i>	COPS		0,6	0,4	0,3	
Poissons plats						
<i>Symphurus plagusia</i>	SYPL	3,4	5,6	3,7	0,7	0,3
<i>Gymnachirus nudus</i>	GYNL		1,0	0,4	0,2	0,3
<i>Achirus achirus</i>	ACAH		1,7	0,4	0,2	0,5
<i>Cyclopsetta chittendeni</i>	CYCH	1,1				
Carangidae						
<i>Oligoplites saliens</i>	OLSA		0,6		0,1	0,6
<i>Selene vomer</i>	SEVO		0,2	0,9	0,4	0,8
<i>Caranx crysos</i>	CACR	0,7	7,2	7,0	0,7	1,8
<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	CHCR			0,1	0,1	
<i>Selene</i> sp.	SESP			0,1		
Engraulidae et Clupeidae						
<i>Anchoa spinifer</i>	ANCS	2,2	4,0	3,2	7,9	6,2
<i>Odontognathus mucronatus</i>	ODMU	6,7	29,9	6,7	40,7	14,0
<i>Anchoa</i> sp.	ANSP		0,5	1,6	1,2	0,2
Clupeidae indéterminé1	SARD		0,9	0,4		0,2
Clupeidae indéterminé 2	CLUP					0,2
Autres téléostéens						
<i>Peprilus paru</i>	PEPA	8,2	1,0	3,5	1,0	3,1
<i>Genyatremus luteus</i>	GELU	6,8	0,2			
Synodontidae sp.	SYNO		6,0		0,3	
<i>Trichiurus lepturus</i>	TRLE	0,7	0,3	0,4	0,1	1,8
<i>Batrachoides surinamensis</i>	BASU		1,4			0,5
<i>Polydactylus oligodon</i>	POOL			0,3		
<i>Sphyræna guachancho</i>	SPGU			0,1		
Poissons bathoïdes						
<i>Dasyatis guttata</i>	DAGU		0,5	0,7	1,0	0,1
<i>Dasyatis americana</i>	DAAM			0,2		
<i>Gymnura</i> sp. (<i>G. micrura</i> ?)	GYSP				0,9	

Tableau 5.2.IX : Distribution des densités numériques des espèces benthiques sur les fonds de la frange littorale selon la longitude (ou les radiales). Campagne "Epaulard" de mai-juin 1994.

DENSITE - RADIALES							
RADIALES		R1-R2	R3-R4	R5-R6	R7-R8	R9-R10-R11	R12-R13
Nombre de stations		13	10	9	11	16	14
Sonde moyenne (m)		5,9	7,6	7,4	7,1	7,3	5,4
Température moyenne (°C)		27,2	26,9	27,1	27,7	28,2	28,6
Salinité moyenne (‰)		24,1	31,6	30,8	26,1	23,4	23,4
ESPECE-densités (nombre/ha)	Code						
TOTAL captures	TOTC	1364,9	773,3	1018,0	40,5	490,7	1012,7
Crevettes							
<i>Xiphopenaeus kroyeri</i>	XIKR	283,2	454,3	682,8	16,7	105,2	126,0
<i>Nematopalaemon schmitti</i>	NESC	237,8	76,6	310,8	4,8	213,6	758,0
<i>Exhyppolysmata oplophoroides</i>	EXOP	6,3	4,0	2,1		1,0	7,3
<i>Penaeus subtilis</i>	PESU	4,7	4,9	0,4	0,3	0,6	0,2
<i>Acetes</i> sp.	ACSP			0,4			
Crabes							
<i>Callinectes ornatus</i>	CAOR		7,5		0,3	1,0	1,3
<i>Hepatus gronovii</i>	HEGR	2,3					0,4
Autres invertébrés							
<i>Bursa bufo</i>	BUBU					0,2	
<i>Squilla</i> sp.	SQSP					0,2	
Aspredinidae							
<i>Aspredo aspredo</i>	ASAP	1,7	0,6	5,3			8,3
Ariidae							
<i>Arius</i> sp.	ARSP	45,9	16,6	27,4	2,2	18,2	30,4
<i>Bagre bagre</i>	BABG	5,5	12,2	5,3	0,3	2,2	0,5
<i>Cathorops spixii</i>	CASP	2,6	0,9	0,3		0,2	0,2
<i>Arius quadriscutis</i>	ARQU	8,6	0,5	0,8		0,1	0,4
<i>Arius grandicassisi</i>	ARGR					0,6	
<i>Arius parkeri</i>	ARPA			0,7	0,9		
<i>Arius herzbergii</i>	ARHE	0,8					
Sciaenidae							
<i>Cynoscion</i> sp3	CYS3	0,7	0,7			0,7	1,3
<i>Macrondon ancylodon</i>	MAAN	101,8	48,5	105,0	3,3	11,3	20,6
<i>Paralichthys elegans</i>	PAEL	1,4	3,3	2,9	1,3	2,3	5,3
<i>Stellifer rastrii</i>	STRA	114,4	39,3	90,5	3,5	31,3	16,1
<i>Isopisthus parvipinnis</i>	ISPA	17,2	48,9	20,9		6,6	1,4
<i>Nebria microps</i>	NEMI	3,7	4,6	4,7		3,0	2,3
<i>Cynoscion</i> sp1	CYS1	16,7	12,9	1,3		3,8	3,6
<i>Cynoscion virescens</i>	CYVI		0,7		0,5		0,1
<i>Paralichthys brasiliensis</i>	PABR	0,4	0,6				
Tetraodontidae							
<i>Colomesus psittacus</i>	COPS	0,4		0,6	0,3	0,4	
Poissons plats							
<i>Symphurus plagusia</i>	SYPL	5,2	0,4	1,5		1,2	2,2
<i>Gymnallus nudus</i>	GYNU	1,5		0,4			
<i>Achirus achirus</i>	ACAH	2,0		1,0	0,3	0,3	
<i>Cyclosetta chittendeni</i>	CYCH						0,2
Carangidae							
<i>Oligoplites saliens</i>	OLSA		1,1			0,2	0,4
<i>Selene vomer</i>	SEVO	0,6	0,8	0,3	0,3	0,5	0,5
<i>Caranx crysos</i>	CACR	12,9	1,4	2,0		0,7	0,2
<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	CHCR					0,3	
<i>Selene</i> sp.	SESP					0,1	
Engraulidae et Clupeidae							
<i>Anchoa mitchilli</i>	ANCS	2,1	12,3	11,6	0,6	7,9	5,6
<i>Odontognathus mucronatus</i>	ODMU	8,2	13,8	26,4	0,3	70,9	12,3
<i>Anchoa</i> sp.	ANSP	0,4		1,4		1,3	1,6
Clupeidae indéterminé 1	SARD	0,4				0,8	
Clupeidae indéterminé 2	CLUP		0,4	0,3			
Autres téléostéens							
<i>Peprilus paru</i>	PEPA	1,7	3,5	2,5		2,2	3,7
<i>Genypterus blacodes</i>	GELU						1,6
Synodontidae sp.	SYNO	3,9		0,3		0,3	0,3
<i>Trichurus lepturus</i>	TRLE	0,7	1,7	2,9		0,5	0,4
<i>Batrachoides surnamensis</i>	BASU	0,7				0,8	
<i>Polydactylus oligodon</i>	POOL	0,3					
<i>Sphyrna guachancho</i>	SPGU					0,1	
Poissons bathoïdes							
<i>Dasyatis guttata</i>	DAGU	0,8		1,3	0,9	0,3	0,1
<i>Dasyatis americana</i>	DAAM					0,1	
<i>Gymnura</i> sp. (<i>G. micrura</i> ?)	GYSP			2,5			

Une représentation en trois dimensions qui intègre le numéro d'ordre des radiales et la profondeur donne déjà une meilleure image du peuplement et des distributions des densités des espèces benthiques du milieu très côtier guyanais puisque la profondeur est liée à l'éloignement de la côte. On a représenté la densité totale et les densités de 7 espèces qui nous sont apparues comme les meilleurs marqueurs du milieu côtier : 3 espèces de crevettes et 4 espèces de poissons.

- la densité totale

Elle reflète, dans une certaine mesure, la productivité en macro-benthos des différentes zones prospectées (Fig. 5.2.VII). On remarque la disparité énorme entre les zones marginales (Approuague-Oyapock et Iracoubo-Mana) et la zone centrale où les densités totales sont très faibles. On a envisagé que les conditions météorologiques défavorables (vent et forte houle) qui ont sévi pendant la prospection des radiales 7 et 8 ont pu être à l'origine des résultats, en modifiant l'efficacité du chalut. Cette hypothèse doit être écartée car les observations sur les radiales 9 et 10 ont été acquises dans des conditions normales ainsi que deux prélèvements effectués sur la radiale 8 à la mi-juin. Il apparaît donc que des facteurs favorisant la concentration des jeunes poissons et crustacés benthiques, soit active soit passive, existent sur le littoral guyanais face aux grands bassins versants, la zone ouest apparaissant la plus productive à cette époque de l'année.

- Les crevettes

Seuls seront évoqués les cas des deux espèces les plus abondantes (*Xiphopenaeus kroyeri* et *Nematopalaemon schmitti*) et celui de *Penaeus subtilis* qui nous intéresse en premier lieu.

Nematopalaemon schmitti (fig. 5.2.VIII), espèce estuarienne ou très côtière, a été capturée en forte abondance dans une dizaine d'échantillons. On la retrouve à l'est et à l'ouest sur des fonds de moins de 6 m. On a vu que l'espèce semble préférer les eaux plus dessalées et on l'observe face aux embouchures des grands bassins versants, bien que les eaux de la radiale 2 fassent partie des plus salées que nous ayons rencontrées pendant la campagne "Epaulard".

Xiphopenaeus kroyeri (fig. 5.2.IX) est concentré à l'ouest. Ceci rejoint les observations faites à la même période de l'année, lors des campagnes japonaises en 1981 (Kawahara *et al.*, 1983a) et plus généralement, sur l'ensemble des campagnes ; on a alors noté que la seabob est plus abondante au Surinam et à l'ouest de la Guyane. Il faut également signaler que, d'après les observations faites sur les femelles mûres par l'IFREMER en 1987, mentionnées par Lins Oliveira (1991), cette période correspond à la pleine saison de reproduction ; une saison de ponte plus précoce en 1994 expliquerait la présence de nombreux juvéniles dans nos captures. La distribution des juvéniles et des adultes des seabob présente un intérêt particulier dans la localisation des nourriceries de *Penaeus subtilis*, car il est communément admis que les juvéniles de *Penaeus subtilis* se trouvent spatialement entre les juvéniles et les adultes de *Xiphopenaeus kroyeri*.

Penaeus subtilis (fig. 5.2.X) a été peu abondante ; les principales captures ont été obtenues dans l'ouest. Ce résultat est en concordance avec la conviction des professionnels de la pêche crevettière qui situent la principale zone de nourricerie de crevettes à l'ouest de l'embouchure du Sinnamary et avec les résultats de la campagne des "30 mètres" de l'IFREMER (Dintheer et Rosé, 1989b). C'est également dans cette zone qu'une nourricerie de l'espèce, le marais Sarcelle, a été mise en évidence par Rossignol (1972a) qui a envisagé plus globalement toute la zone ouest du littoral guyanais comme déterminante pour le stock exploité de crevettes.

Les poissons

Aspredo aspredo (fig 5.2.XI), est particulièrement intéressant pour caractériser le milieu côtier de Guyane, car c'est l'espèce la plus inféodée aux eaux douces qui ait été capturée pendant la campagne. La majorité de son cycle vital se situe en eaux continentales car l'espèce est catadrome, les femelles descendant le cours de la rivière pour pondre en eaux peu salées. C'est donc un "marqueur" des milieux estuariens dessalés. L'espèce est localisée, on la rencontre au large des embouchures du Maroni et de la Mana, de l'Iracoubo et de la Counamama, de l'Approuague et enfin de l'Oyapock. Quelques individus ont été également capturés en face de l'embouchure de l'Organabo. Ces résultats permettent de localiser des zones particulières où des investigations futures pourraient être menées pour localiser les nourriceries de la crevette *Penaeus subtilis*.

Arius sp. (fig. 5.2.XII), espèce dont la détermination a été arrêtée au nom de genre car elle a été rencontrée essentiellement sous la forme juvénile difficilement identifiable, fait partie de la famille des Ariidae qui regroupe des espèces euryhalines d'eaux saumâtres. La distribution spatiale de ses densités, par les faibles valeurs enregistrées sur les radiales 6, 7 et 8, souligne le caractère particulier du biotope de la zone comprise entre les embouchures du fleuve Sinnamary et de la Crique Macouria. Ceci tend à montrer que la nature du substrat peut jouer également un rôle

important dans l'organisation de l'écosystème côtier guyanais, les fonds de cette zone se caractérisant par la prédominance de vase silteuse et de sable ; la série de données concernant le substrat, trop incomplète, n'a pas permis d'intégrer ce paramètre environnemental dans nos analyses.

Macrodon ancylodon (fig. 5.2.XIII) et *Stellifer rastriker* (fig. 5.2.XIV) sont deux espèces qui appartiennent à la famille des Sciaenidae et qui sont capturées plus au large au stade adulte par les crevettiers. Elles sont toutes les deux plus abondantes au stade juvénile dans la région ouest qui semble réunir les conditions pour abriter d'importantes nourriceries de poissons marins. On remarquera que les distributions spatiales de ces deux espèces sont très voisines de celles de *Xiphopenaeus kroyeri* et de *Penaeus subtilis* ; or Lowe (1966), étudiant des contenus stomacaux des Sciaenidae au Guyana, a constaté que *Stellifer* sp. et *Macrodon ancylodon*, en particulier les juvéniles de ces espèces, sont des prédateurs de juvéniles de pénéidés puisque tous les estomacs des petits individus de *Macrodon ancylodon* capturés dans les barrières chinoises qui ont été analysés contiennent des pénéidés. Il existe peut-être une relation "prédateur-proie" très forte qui détermine la distribution de ces deux espèces sur le littoral en fonction du stock de juvéniles de pénéidés présent ; auquel cas on disposerait de deux bons marqueurs dans la recherche des juvéniles de crevettes.

On retiendra de cette représentation spatiale que la zone située à l'ouest de l'Iracoubo joue un rôle prépondérant pour les stocks de pénéidés à cette saison.

Ces observations sur les diverses espèces benthiques, comparées à celles d'autres zones de la région permettent de définir les caractéristiques du milieu littoral guyanais (tabl. 5.2.X). Les observations des estuaires de la rivière de Cayenne et du fleuve Sinnamary (Tito, 1993 et Tito & Tito, 1994) proviennent d'échantillons prélevés lors du suivi du prérecrutement de la crevette ; les observations sur l'estuaire de l'Organabo pendant un cycle complet de marée ont montré que la dynamique des jeunes poissons est comparable à celle des crevettes, liée à l'intrusion saline ; il ne s'agit donc probablement pas de peuplement permanent. Les informations de Cervigon (1985), comparées aux observations de la prospection des fonds littoraux de Guyane, soulignent le caractère margino-littoral de l'écosystème côtier guyanais qui peut être considéré comme une partie du complexe deltaïque amazonien.

Tableau 5.2.X : Caractéristiques écologiques et distribution des principales espèces capturées sur les fonds de la frange littorale pendant la campagne "Epaulard" en mai-juin 1994, d'après de précédentes études (adapté de Bertrand, 1994).

Localisation	Estuaire de l'Orénoque	Plateau continental du Guyana entre 14 et 72 m Juvéniles (*) ou adultes (*) prédateurs de pénéidés	Plateau continental du Guyana entre 8 et 25 m	Estuaires de la côte atlantique en Colombie	Estuaires de Guyane. Espèces permanentes (+) Espèces marines de passages (+*)	Larves et juvéniles des estuaires du Sinnamary et de la Rivière Cayenne.	Plateau continental de Guyane de 10 à 100 m.
Source	Cervigon (1985)	Lowe (1962, 1966)	Ginés et Cervigon (1968)	Gomez (1972)	Rojas-Beltran (1986)	Tito (1993), Tito & Tito (1994)	Durand (1960)
Espèces	Caractéristiques écologiques						
<i>Achirus achirus</i>	Moyennement euryhalin. Habitat : delta inférieur et zone côtière.		+	+	+	+	10-30 m
<i>Anchoa spinifer</i>	Fortement euryhalin. Habitat : du delta moyen jusqu'à 40 m.		+	+	+	+	
<i>Arius</i> spp.		+	+	+	+	+	10-30 m
<i>Aspredo aspredo</i>	Habitat : eaux douces ou très faible salinité				+		10 m
<i>Bagre bagre</i>	Fortement euryhalin. Habitat : estuaires et eaux côtières	+	+	+	+		10-40 m
<i>Cathorops spixii</i>	Fortement euryhalin. Habitat : eaux saumâtres du delta, typiquement estuarien.		+	+	+		10 m
<i>Carangidae</i>	Juveniles dans les estuaires.	+	+	+	+	+	
<i>Isopisthus parvipinnis</i>		+	+			+	10-30 m
<i>Macrodon ancylodon</i>	Moyennement euryhalin. Habitat : delta inférieur et eaux côtières.	+	+		+	+	10-40 m
<i>Nebrius microps</i>	Moyennement euryhalin. Habitat : delta inférieur et eaux côtières.	++	+	+	+		10-30 m
<i>Odontognathus mucronotus</i>	Habitat : eaux saumâtres du delta inférieur et eaux côtières.		+		+	+	
<i>Pepilius paru</i>		+	+	+			
<i>Selene vomer</i>	Moyennement euryhalin.						10-30 m
<i>Stellifer rastriker</i>	Moyennement euryhalin. (5-25 ‰) Habitat : delta inférieur et eaux côtières.	+	+		+	+	10-30 m
<i>Symphurus plegusia</i>				+			10 m
<i>Trichurus lepturus</i>	Moyennement euryhalin. Habitat : juvéniles dans le delta inférieur, adultes en mer	+	+	+	+	+	10-40 m

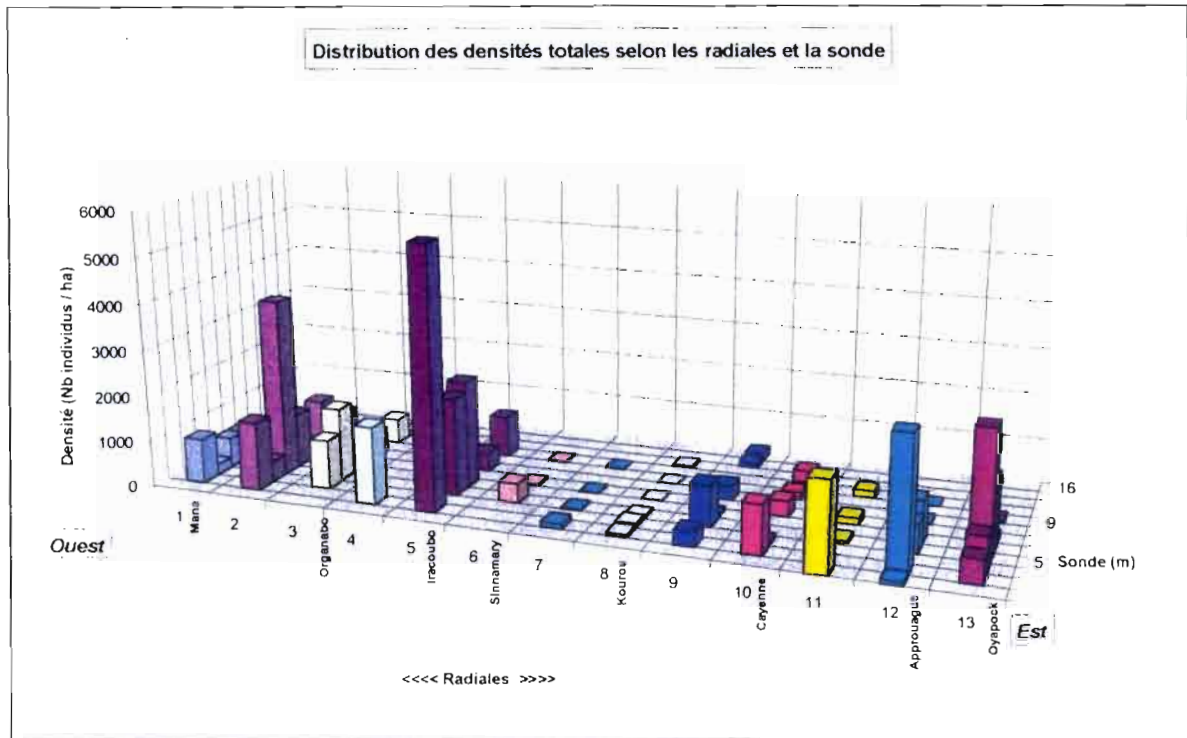


Figure 5.2.VII : Distribution de la densité totale selon les radiales et les sondes sur les fonds de la frange littorale pendant la campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994 (d'après Vendeville, 1995).

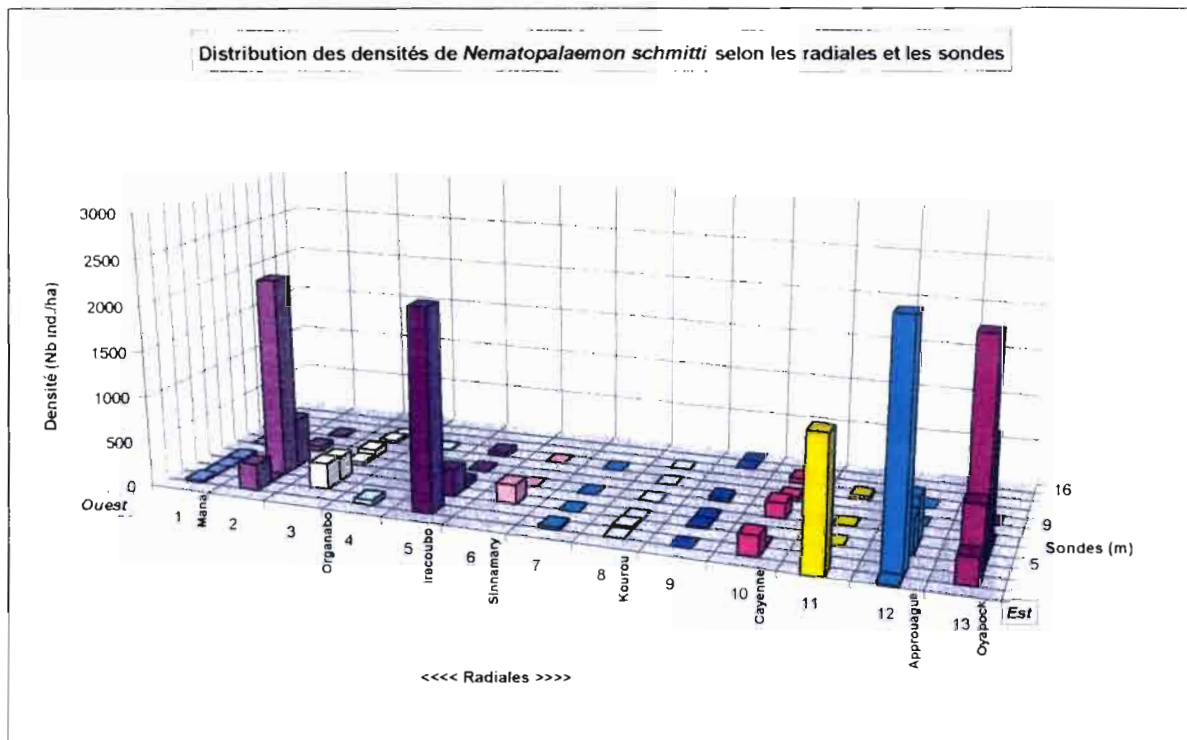


Figure 5.2.VIII : Distribution de la densité de *Nematopalaemon schmitti* selon les radiales et les sondes sur les fonds de la frange littorale pendant la campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994 (d'après Vendeville, 1995).

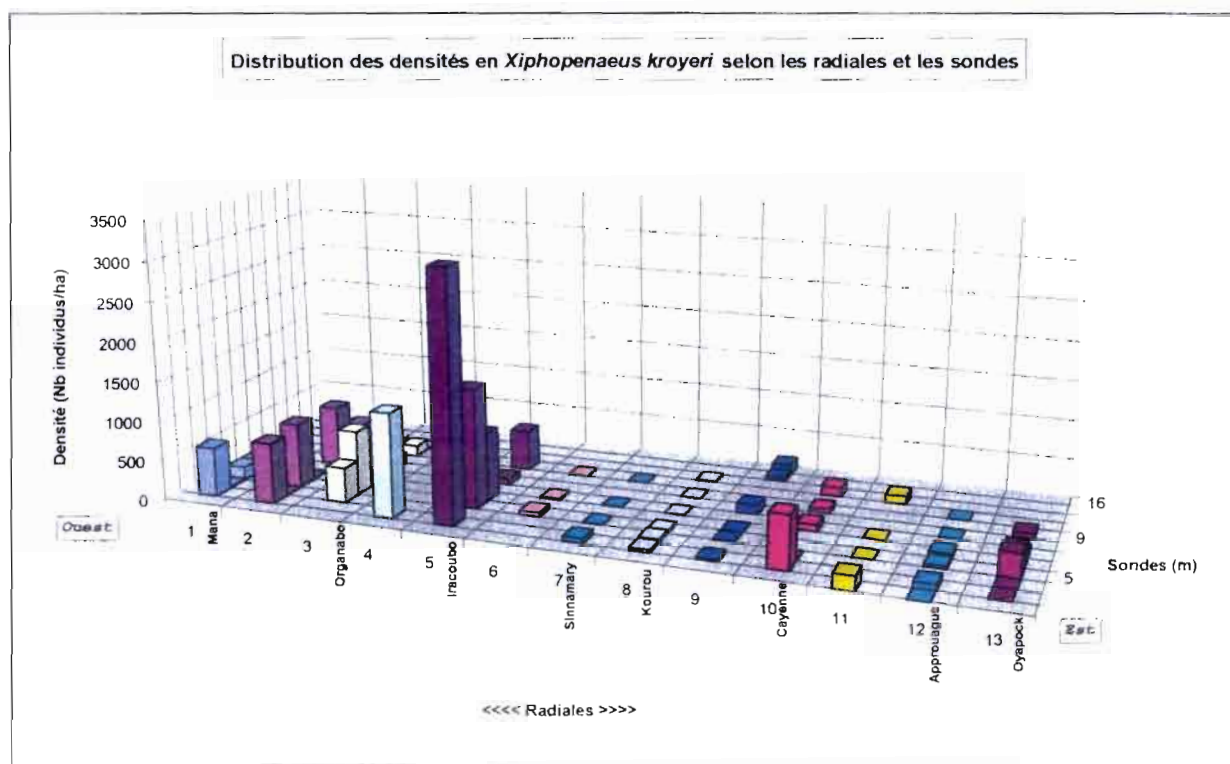


Figure 5.2.IX : Distribution de la densité de *Xiphopenaeus kroyeri* selon les radiales et les sondes sur les fonds de la frange littorale pendant la campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994 (d'après Vendeville, 1995).

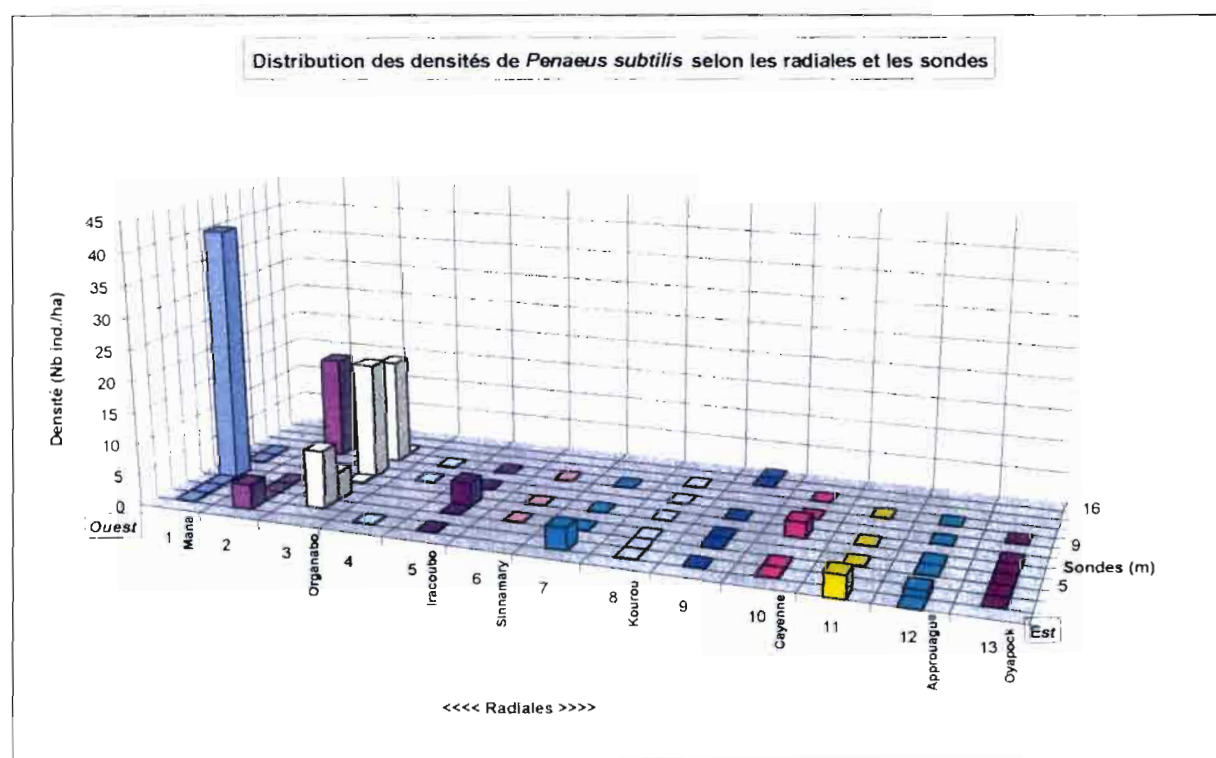


Figure 5.2.X : Distribution de la densité de *Penaeus subtilis* selon les radiales et les sondes sur les fonds de la frange littorale pendant la campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994 (d'après Vendeville, 1995).

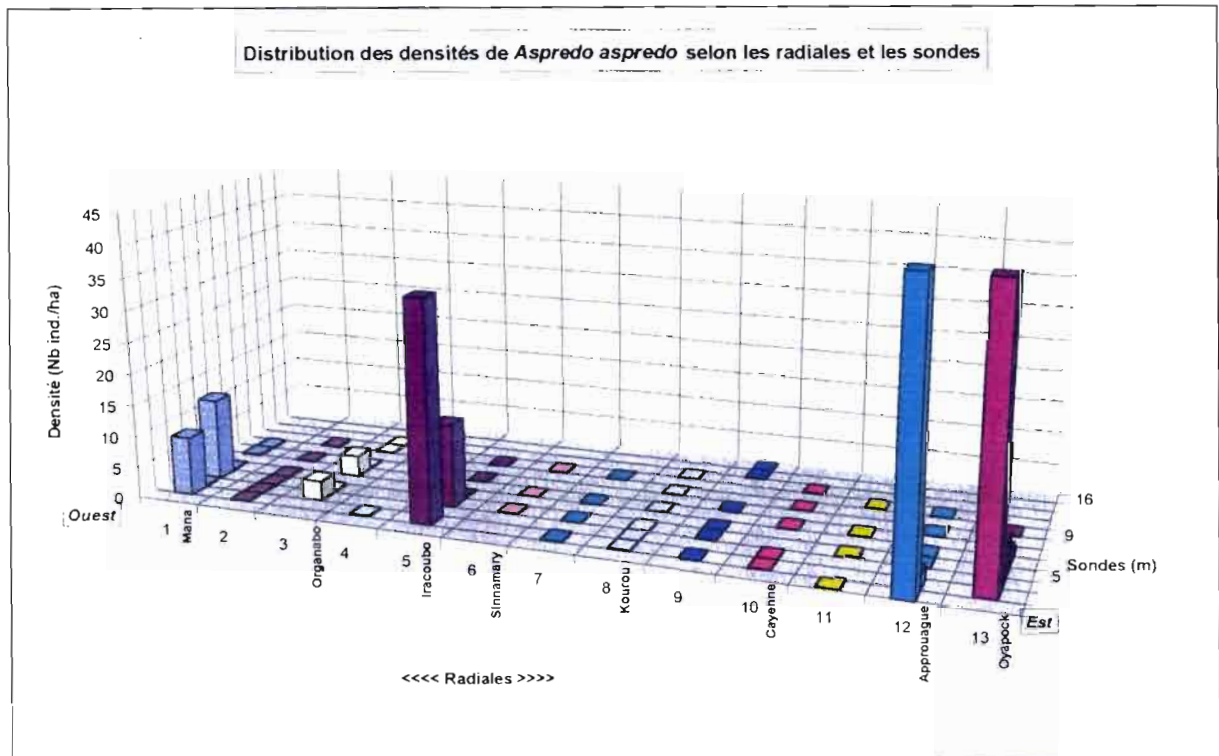


Figure 5.2.XI : Distribution de la densité de *Aspredo aspredo* selon les radiales et les sondes sur les fonds de la frange littorale pendant la campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994 (d'après Vendeville, 1995).

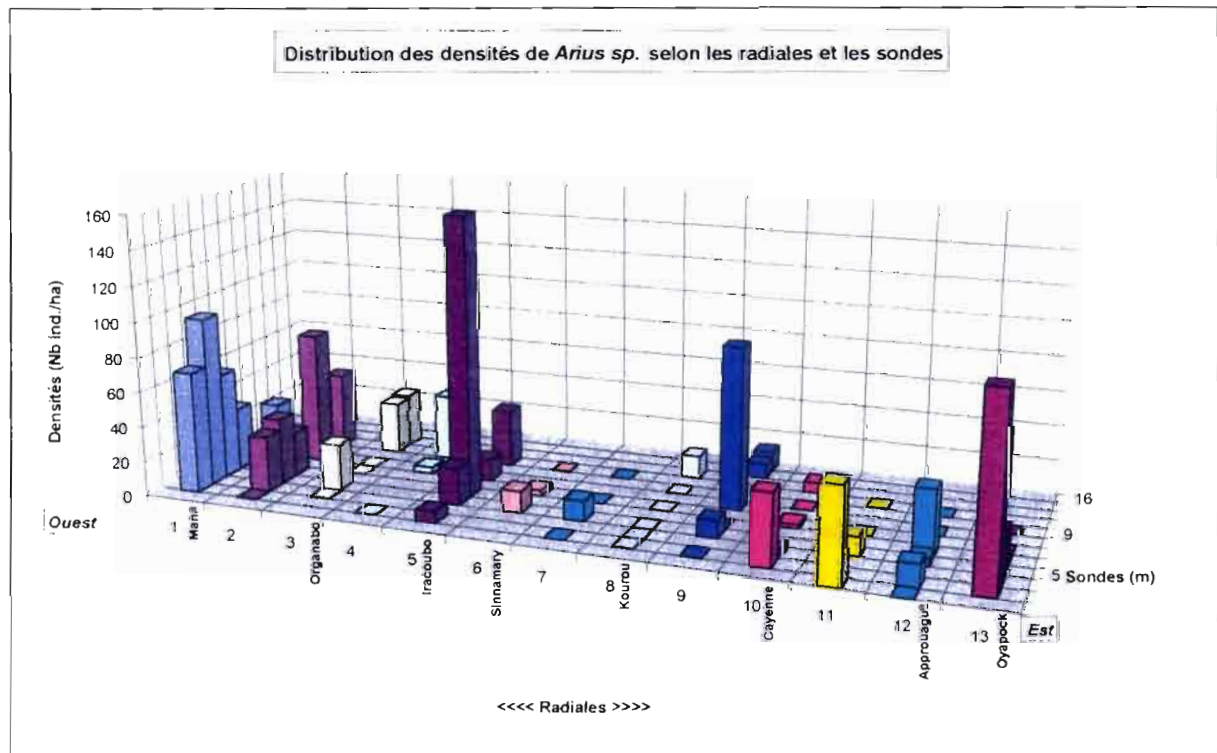


Figure 5.2.XII : Distribution de la densité de *Arius* sp. selon les radiales et les sondes sur les fonds de la frange littorale pendant la campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994 (d'après Vendeville, 1995).

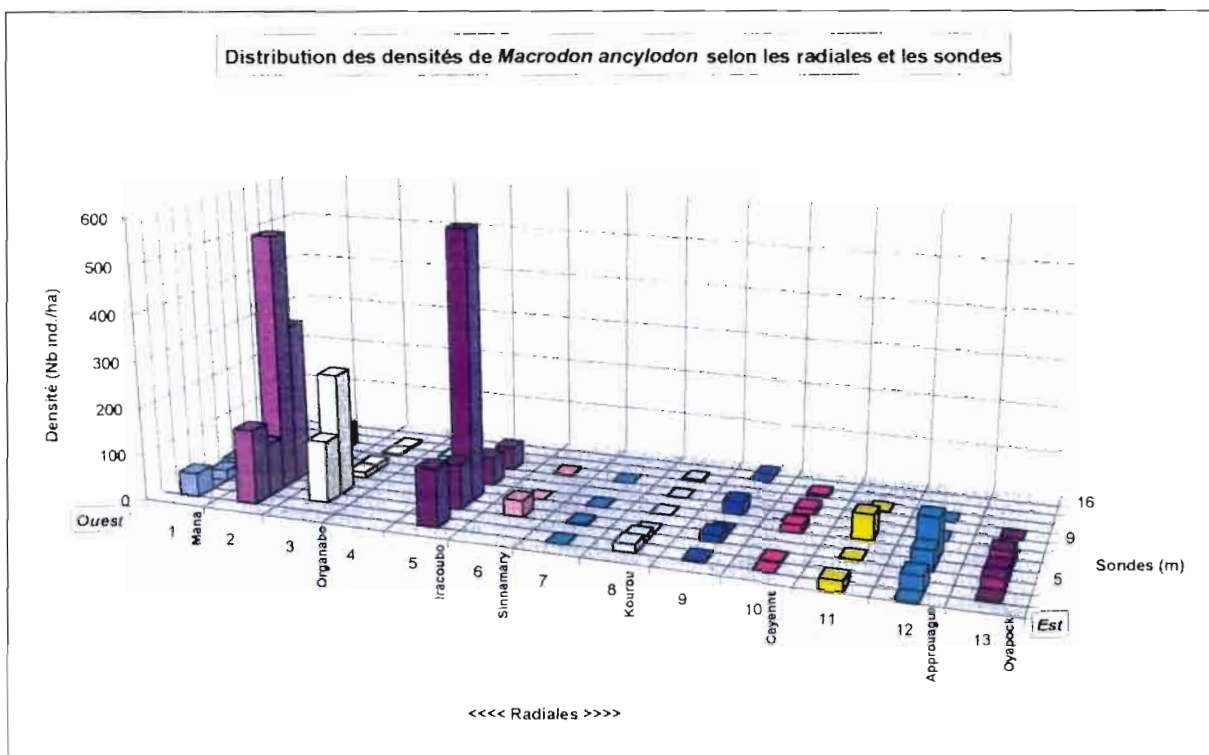


Figure 5.2.XIII : Distribution de la densité de *Macrodon ancylodon* selon les radiales et les sondes sur les fonds de la frange littorale pendant la campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994 (d'après Vendeville, 1995).

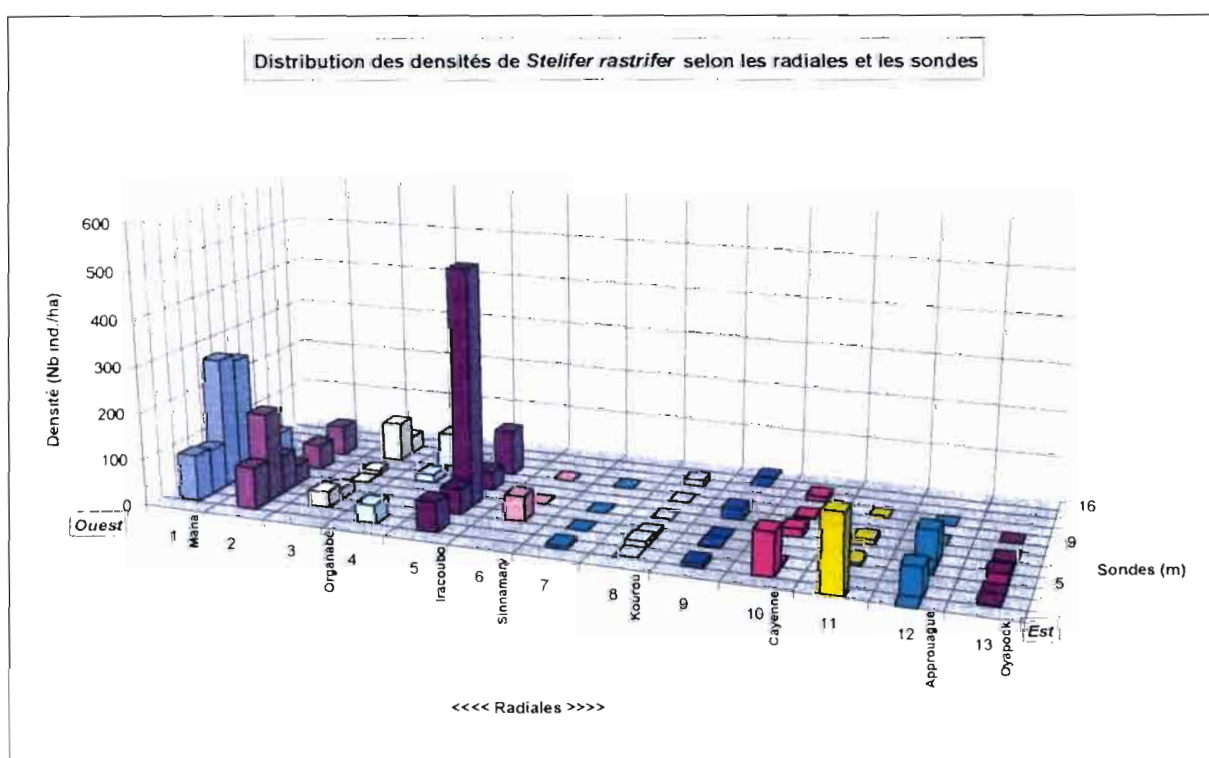


Figure 5.2.XIV : Distribution de la densité de *Stellifer rastriifer* selon les radiales et les sondes sur les fonds de la frange littorale pendant la campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994 (d'après Vendeville, 1995).

5.2.3.c. Composition des tailles de capture - présence de nourriceries

Dans l'ensemble, les individus capturés sont de petite taille. L'engin de pêche a été mis en cause (Bertrand, 1994). Il se peut que l'ouverture verticale réduite, la finesse du maillage et la présence du cadre métallique muni de ses larges patins génèrent des turbulences et que l'engin de pêche ait une efficacité médiocre sur les individus de grande taille avec un fort pouvoir d'échappement et d'évitement. Les résultats ne permettent pourtant pas de conclure sur ce point, car seuls des spécimens de grande taille de certaines espèces, notamment les machoirans (espèces du genre *Arius*) ont été pêchés. Le chalut, dans sa conception, est destiné à échantillonner les organismes de petite taille, situés à proximité du fond, dans une couche d'eau qui n'excède pas 50 cm. Il n'y a pas lieu de rechercher dans les résultats obtenus lors de cette première campagne littorale une évaluation exhaustive des ressources marines de ces fonds. Il n'en reste pas moins vrai que les captures de petits individus ont été significativement très élevées par rapport aux pêches expérimentales effectuées par le passé au-delà de l'isobathe des 20 m, mais cela ne peut pas être attribué au seul effet d'une différence de sélectivité sur la taille par le maillage ; il est indéniable que cette zone est un site privilégié pour le développement des stades jeunes des espèces marines exploitables.

les crevettes

1 - *Penaeus subtilis*

Les captures ont été occasionnelles ; sur l'ensemble de la campagne elles s'élèvent à 38 individus (tab.5.2.XI). Dans les échantillons, les tailles sont comprises entre 35 mm et 140 mm LT. Venaille (1979) indique que le développement des gonades chez cette espèce débute vers 115 mm LT et que la première ponte ne survient pas avant 140 mm. Rojas-Beltran (1975) a observé des femelles mûres chez *Penaeus duorarum* en Colombie à partir de 22 mm LC, soit environ 110 mm LT. D'après ces observations, on constate que 79 % des individus capturés sont des juvéniles (fig. 5.2.XV). L'espèce a été récoltée sur des fonds compris entre 3 et 10 m sur toutes les radiales à l'exception de la zone centrale, entre Sinnamary et Macouria (radiales 7 à 9) et de la radiale de l'Oyapock (13), mais elle est plus fréquente dans la partie ouest de la frange littorale, entre Iracoubo et le Maroni (Cf. fig. 5.2.X, plus haut). Rossignol (1972a) considère que cette zone joue un rôle important pour le stock exploité en Guyane. Les campagnes de chalutage de l'IFREMER en mai et octobre 1993 (Nérini, 1994) ont montré, à partir d'estimations basées sur les techniques géostatistiques, que les deux principales zones de concentration de recrues de *Penaeus subtilis* sont localisées au large du Maroni et de l'Oyapock (fig. 5.2.XVI). On peut avancer plusieurs explications aux faibles abondances en jeunes *Penaeus subtilis* qui ont été observées :

- les nourriceries ne se trouvent pas dans la zone qui a été prospectée. Les juvéniles se concentrent plus près de la côte ou dans des zones encore non explorées. Dans la première partie de la campagne (radiales 1 à 5), aucun prélèvement n'a été effectué en deçà de l'isobathe des 3 m, alors que la zone ouest apparaît indiscutablement comme une des zones les plus propices à abriter les juvéniles. Dans cette région, l'échantillonnage des estuaires n'a pas été mené de façon intensive, l'estuaire de l'Organabo faisant exception ; la superficie non prospectée est donc vaste.
- Les juvéniles de *Penaeus subtilis* ont une faible capturabilité liée soit à leur comportement, soit à l'efficacité de l'engin de pêche. Ils peuvent avoir une activité nocturne et être enfouis plus profondément dans la vase pendant la journée alors que tous les prélèvements ont été effectués de jour. Il est possible également que le chalut n'échantillonne qu'imparfaitement la première couche vaseuse où les crevettes seraient enfouies. Lors d'une grosse avarie où la poche du filet a été déchirée (station 33), on a trouvé 5 juvéniles à l'intérieur des mottes de vase accrochées au cadre du chalut, ce qui tend à montrer que les juvéniles peuvent se trouver plus profondément dans les vases.
- le calendrier de la campagnes de chalutage n'a pas coïncidé avec la présence du stock des stades jeunes des crevettes. Les opérations se sont déroulées deux mois après le dernier pic de prérecrutement ; or si on compare les courbes des variations d'abondance des postlarves et des juvéniles dans l'estuaire de la région ouest (fig. 5.2.XVII), on observe que le décalage entre un pic majeur d'abondance en postlarves et un pic majeur d'abondance en juvéniles, n'excède pas un mois et demi ; on peut tout à fait envisager que les juvéniles ont déjà entamé leur migration au moment de la campagne, d'autant qu'à cette saison les eaux côtières apparaissent beaucoup plus dessalées qu'aux autres périodes de l'année, et qu'ils se trouvent déjà au-delà de l'isobathe des 20 m, peut-être même sur les fonds des zones de pêche de 30 m, leur capture étant alors conditionnée par la sélectivité du chalut. Rappelons que pendant les campagnes japonaises des individus de petite taille ont été capturés, bien que ces captures aient été accidentelles compte tenu de la sélectivité du

chalut, de même conception que l'engin utilisé par les professionnels (Vendeville, 1984). La taille peut être inférieure à 100 mm LT, parfois proche de 50 mm LT dans des fonds situés entre 20 et 30 m de profondeur. Il faut signaler que des impératifs matériels n'ont pas permis de choisir une autre date pour réaliser cette campagne de chalutage.

2 - *Xiphopenaeus kroyeri*

C'est l'espèce qui a été le plus fréquemment capturée. On la trouve à toutes les profondeurs et sur toutes les radiales. La seabob, connue comme une crevette pénéidé estuarienne et très côtière, voit sa distribution s'étendre très au large sur le plateau continental des Guyanes par rapport à sa distribution habituelle. Les individus mesurent entre 20 et 135 mm LT. La distribution des fréquences par classes de taille et par strates de profondeur (tab. 5.2.XII) montre que quelle que soit la profondeur, la gamme des tailles est large. La proportion d'immatures est élevée ; selon Lins Oliveira (1991), la première ponte survient à la taille de 112 mm LT (50 % des individus ont leur première ponte), la femelle mature la plus petite mesure 70 mm ; d'après ces résultats, 96 % des individus capturés sont juvéniles (fig. 5.2.XVIII). On notera que les individus pêchés lors de la campagne "Epaulard" ont des tailles nettement inférieures à ceux de la campagne "Polca" qui s'est déroulée à une autre période de l'année et où un chalut à plus grandes mailles a été utilisé (fig. 5.2.XIX).

La taille moyenne augmente avec la profondeur, ce qui concorde avec ce que l'on observe chez la plupart des pénéidés mais qui n'a pas été constaté pendant les campagnes "Polca" et "Ifremer" (Lins Oliveira, 1991). On perçoit également une évolution dans la forme des distributions des tailles, des strates les moins profondes aux strates les plus profondes : la distribution, dont la tendance plurimodale ne peut pas s'expliquer uniquement par le dimorphisme sexuel, voit ses modes se déplacer progressivement vers des valeurs plus élevées (fig. 5.2.XX). Ce phénomène rend probablement compte d'un prérecrutement étalé dans le temps, constitué de vagues successives, les individus de chaque microcohorte sondant au fur et à mesure de leur croissance. La distribution spatiale des tailles moyennes des seabobs (fig. 5.2.XXI) montre une augmentation de la taille quand on va de l'ouest et de l'est vers la région centrale du littoral de Guyane. Tout se passe comme si les zones Maroni-Mana et Oyapock-Approuague sont des points de départ d'une migration centripète et constituent des nourriceries importantes pour l'espèce. La localisation des zones à juvéniles et à adultes de *Xiphopenaeus kroyeri* revêt une importance dans la recherche des nourriceries des grands pénéidés comme *Penaeus subtilis*, qui se trouveraient intercalées entre ces deux zones.

3 - *Nematopalaemon schmitti*

L'espèce est abondante dans les fonds inférieurs à 7 m. Les tailles des individus sont plus petites que celles des individus capturés dans les barrières chinoises dans l'estuaire de la rivière Cayenne et du même ordre de grandeur que celles observées dans les échantillons prélevés au filet à plancton dans ce même estuaire (fig. 5.2.XXII)

Les poissons

On ne passera pas en revue toutes les espèces dont des individus immatures ont été capturés ; des informations détaillées sur leur distribution spatiale et leur structure par classes de taille peuvent être trouvées dans le rapport sur la campagne "Epaulard" (Vendeville, 1995). La question des nourriceries de poissons peut sembler être en marge du sujet central de la présente étude sur le cycle vital de la crevette *Penaeus subtilis*, mais elle permet d'approfondir nos connaissances sur l'écosystème où se développe la crevette et ses capacités à fournir les conditions favorables à la présence de nourriceries ; en effet, les nourriceries de nombreuses espèces de poissons marins cotoient celles des crevettes Pénéidés. On a choisi de présenter succinctement les résultats obtenus pendant la campagne de chalutage sur 6 espèces parmi les plus abondantes et de comportements différents.

1 - *Arius* sp.

Sous ce vocable, le taxon regroupe plusieurs espèces du genre dont les adultes sont abondamment représentés dans les captures de la pêche artisanale très côtière de la région. Les individus mesurant moins de 15 cm représentent 98 % de la récolte totale de l'espèce (fig. 5.2.XXIII), ce qui, en l'absence d'informations supplémentaires, peut être une estimation par défaut de la taille de maturité. La présence de juvéniles en grand nombre démontre que la frange littorale est une nourricerie pour ces espèces.

2 - *Aspredo aspredo*

L'espèce est catadrome, les femelles descendent des eaux douces vers les eaux peu salées pour y pondre ; les alevins se développent dans ce milieu avant de remonter dans les eaux continentales. 74 % des individus mesurent moins de 15 cm (fig. 5.2.XXIV). La présence d'une large gamme de tailles montre que la frange littorale possède, comme les estuaires à morphologie classique, de larges zones à caractère dulçaquicole plus marqué.

3 - *Bagre bagre*

Les adultes se rencontrent au-delà de l'isobathe des 30 m et figurent fréquemment dans les captures accessoires des crevettiers. 95 % des individus mesurent moins de 15 cm (fig. 5.2.XXV). Les juvéniles se développent habituellement en estuaire.

4 - *Isopisthus parvipinnis*

Cette espèce fait partie également des captures accessoires des crevettiers. Selon Durand (1960), l'aire de distribution des adultes s'étend jusqu'à l'isobathe des 30 m. Lowe (1966), signale qu'au Guyana les individus de 15-23 cm ne sont pas matures. 98 % des individus mesurent moins de 15 cm (fig. 5.2.XXVI).

5 - *Macrodon ancylodon*

Les adultes se rencontrent très au large, jusqu'à l'isobathe de 40 m, selon Durand (1960) ; pendant les campagnes japonaises de 1980-1981, la zone de distribution s'étend jusqu'aux fonds de 40-50 m et en février 1981 des individus sont capturés à une profondeur de 70-80 m (Vendeville, 1984). En Guyane, la reproduction de ce Sciaenidae aurait lieu uniquement en estuaire entre mars et mai, à une époque où les crevettes sont abondantes, selon Puyo (1949). Au Guyana, les deux sexes atteignent la maturité à 20-23 cm, et en juillet tous les individus capturés par les barrières chinoises sont des juvéniles de 9 et 19 cm. 96 % des individus mesurent moins de 20 cm (fig. 5.2.XXVII). Les jeunes se nourrissent de juvéniles de pénéidés et de petits poissons (Lowe, 1966). On a déjà souligné l'intérêt que peut présenter cette espèce comme indicateur de la présence de crevettes pénéidés juvéniles.

6 - *Stellifer rastrifer*

98 % des individus mesurent moins de 15 cm (fig. 5.2.XXVIII). Selon Lowe (1966), cette espèce est un prédateur de crevettes et probablement de pénéidés.

Les résultats de cette première campagne de chalutage sur les fonds de la frange littorale montrent donc l'importance de ce milieu pour le développement des stades jeunes de nombreuses espèces marines.

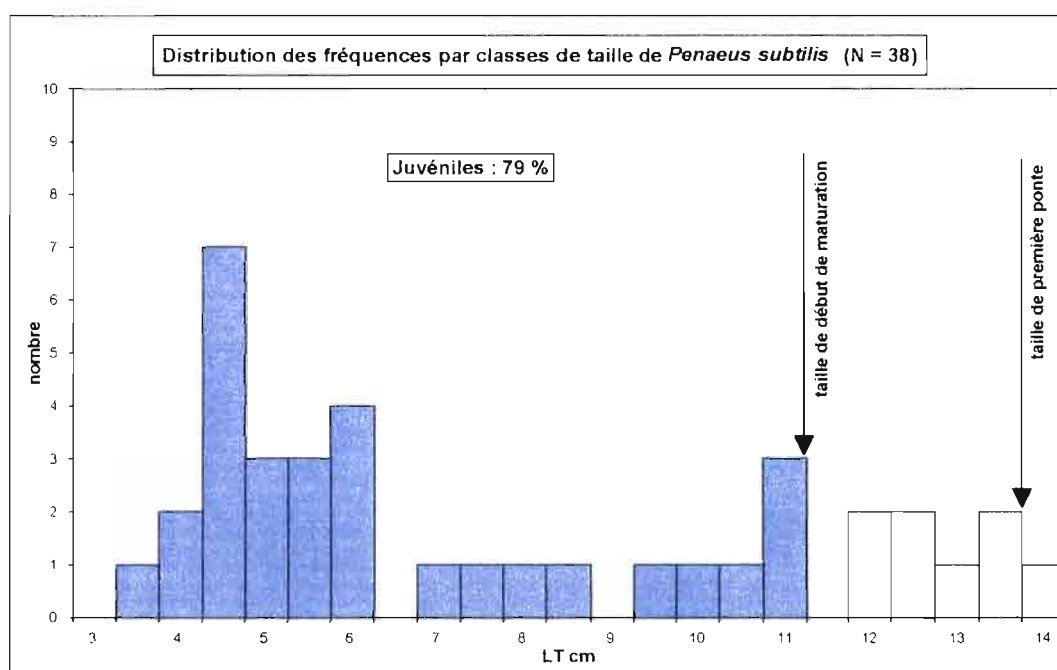


Figure 5.2.XV : Histogramme des fréquences de taille des crevettes *Penaeus subtilis* capturées pendant la campagne "Epaulard" de mai-juin 1994 (adapté de Vendeville, 1995).

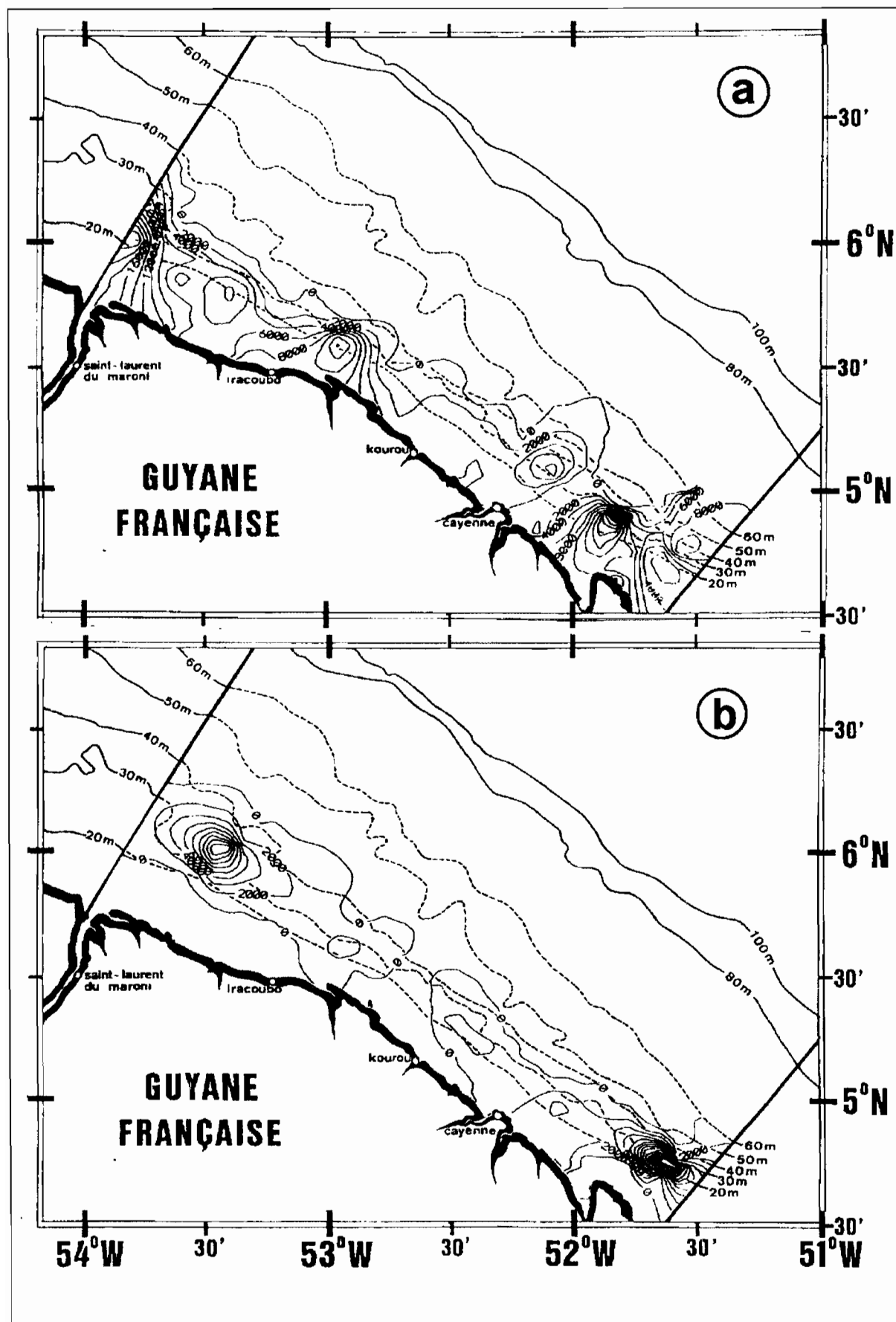


Figure 5.2.XVI : Cartographie des estimations de densité par krigeage des recrues de *Penaeus subtilis*, en mai (a) et octobre (b) 1993. (d'après Nérini, 1994).

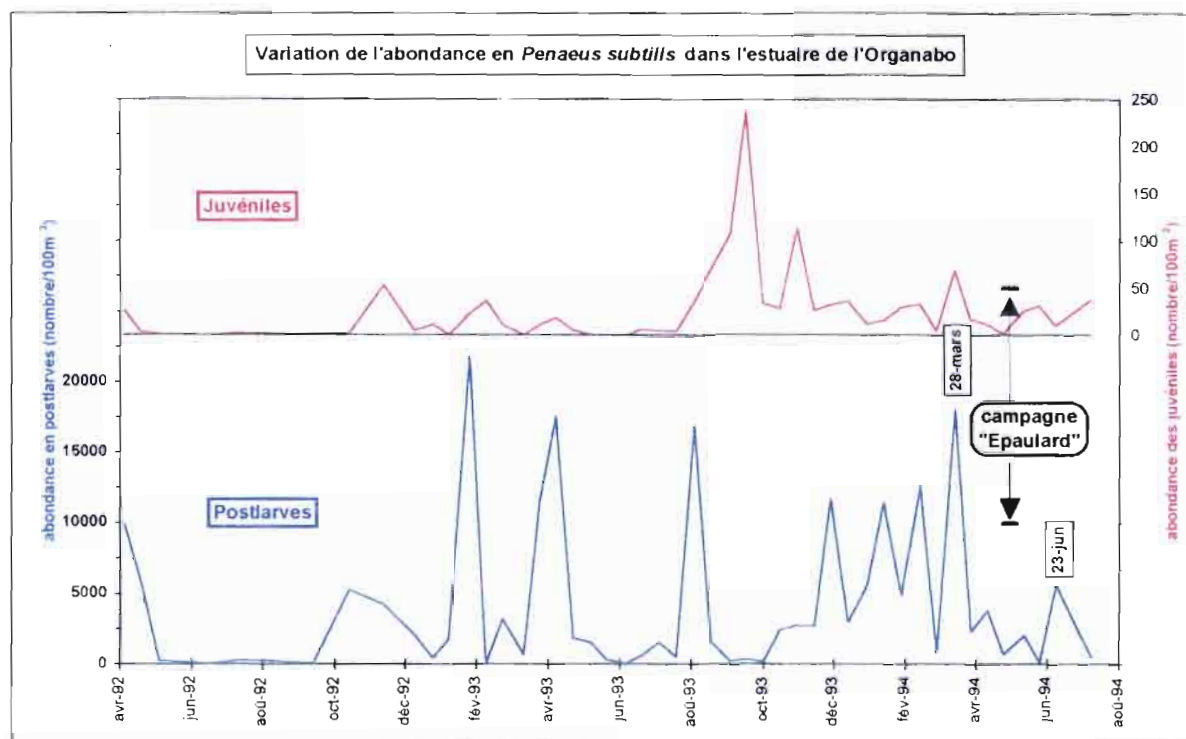


Figure 5.2.XVII : Variations des abondances en postlarves et en juvéniles de *Penaeus subtilis* observées sur l'estuaire du fleuve Organabo

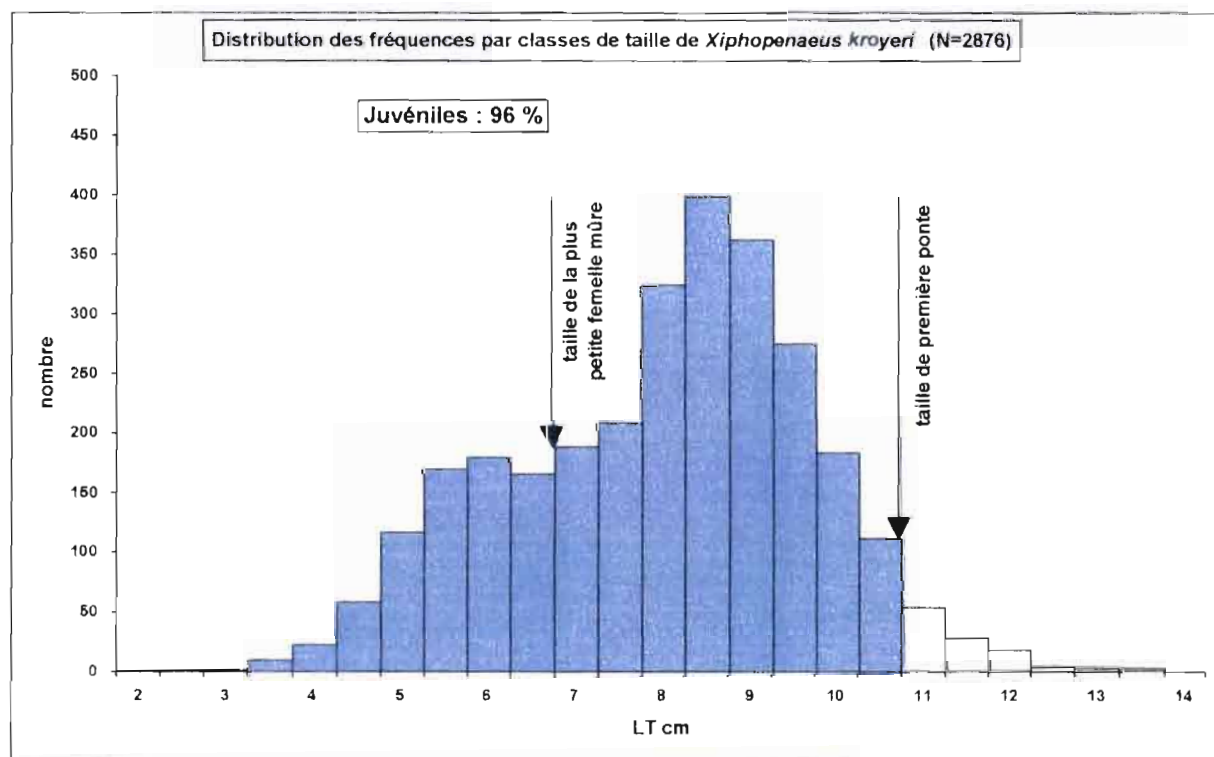


Figure 5.2.XVIII : Histogramme des fréquences de taille des crevettes *Xiphopenaeus kroyeri* capturées pendant la campagne "Epaulard" de mai-juin 1994 (adapté de Vendeville, 1995).

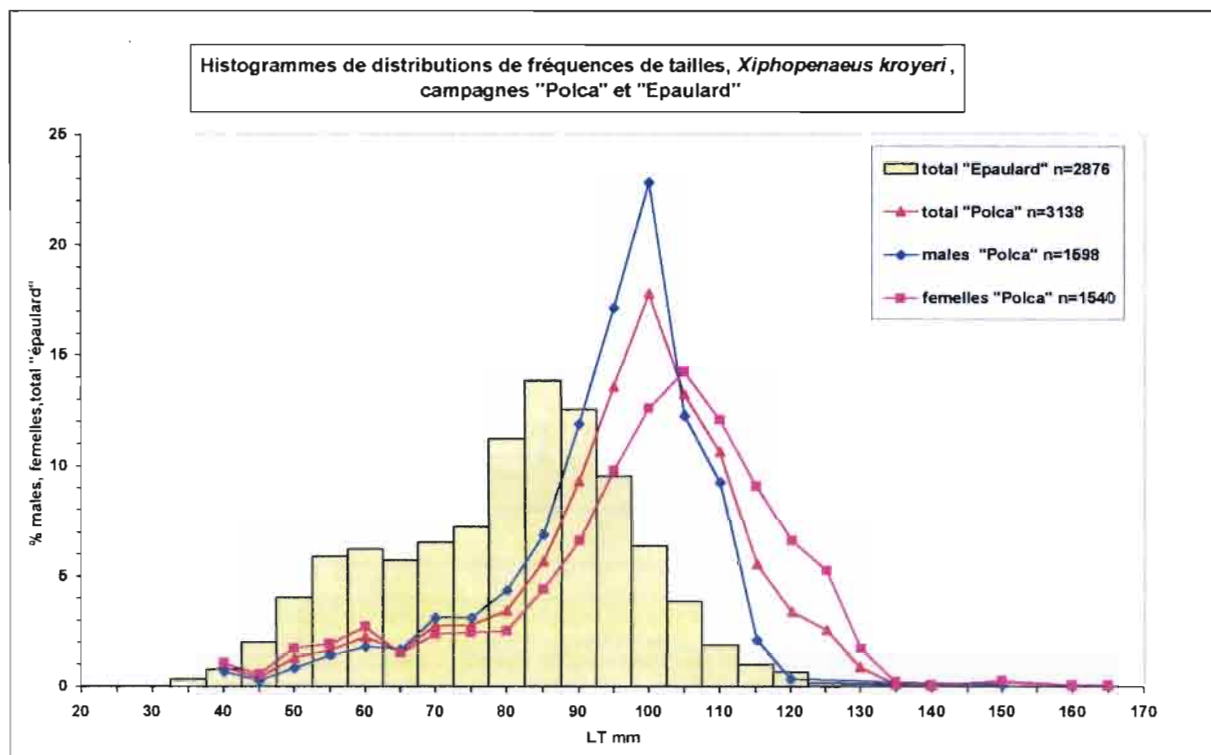


Figure 5.2.XIX : Comparaison des fréquences de taille des crevettes *Xiphopenaeus kroyeri* capturées pendant la campagne "Epaulard" et la campagne "Polca" (voir § 8).

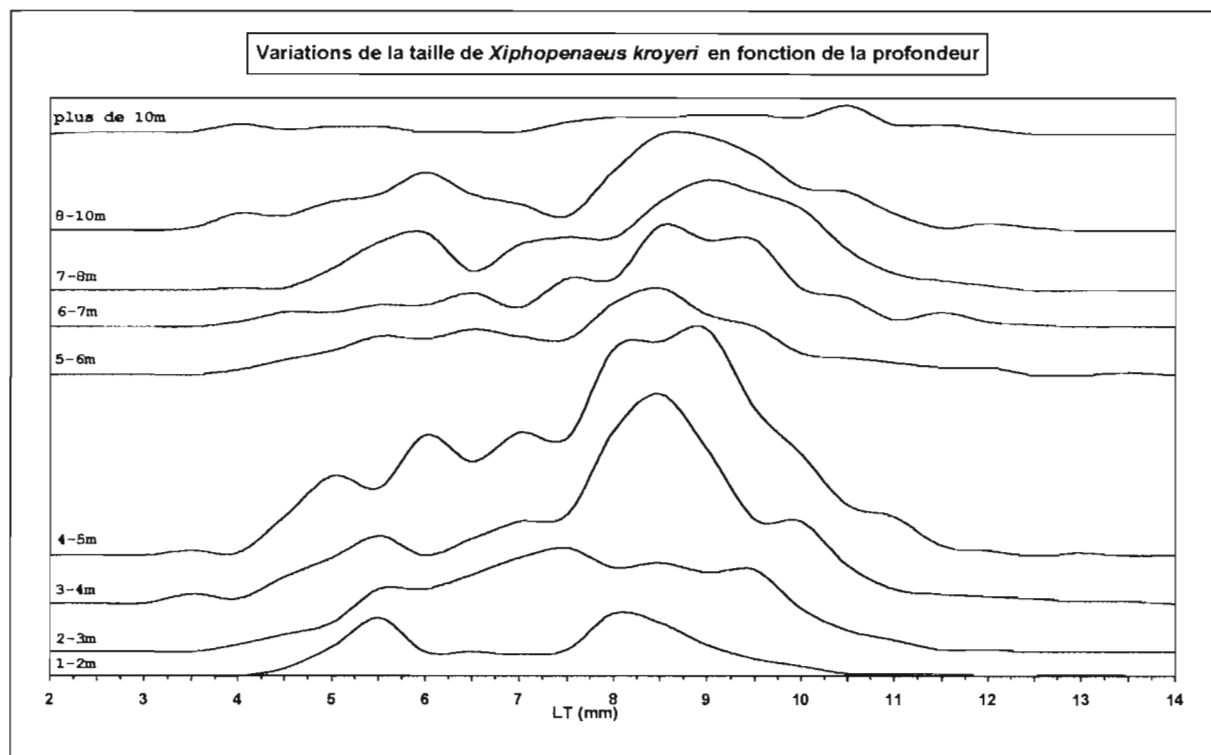


Figure 5.2.XX : Variations des distributions des tailles des crevettes *Xiphopenaeus kroyeri* capturées pendant la campagne "Epaulard" de mai-juin 1994, en fonction de la profondeur.

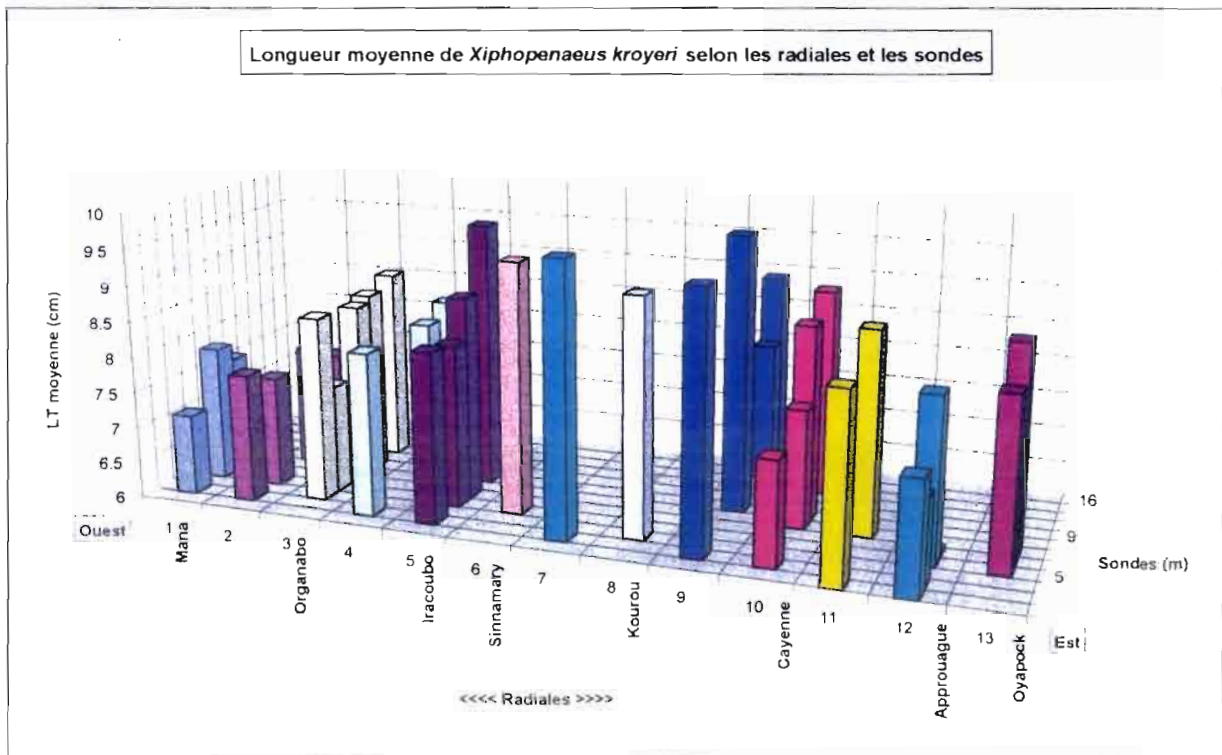


Figure 5.2.XXI : Variations de la taille moyenne des crevettes *Xiphopenaeus kroyeri* capturées pendant la campagne "Epaulard" de mai-juin 1994, en fonction des radiales et de la profondeur (d'après Vendeville, 1995).

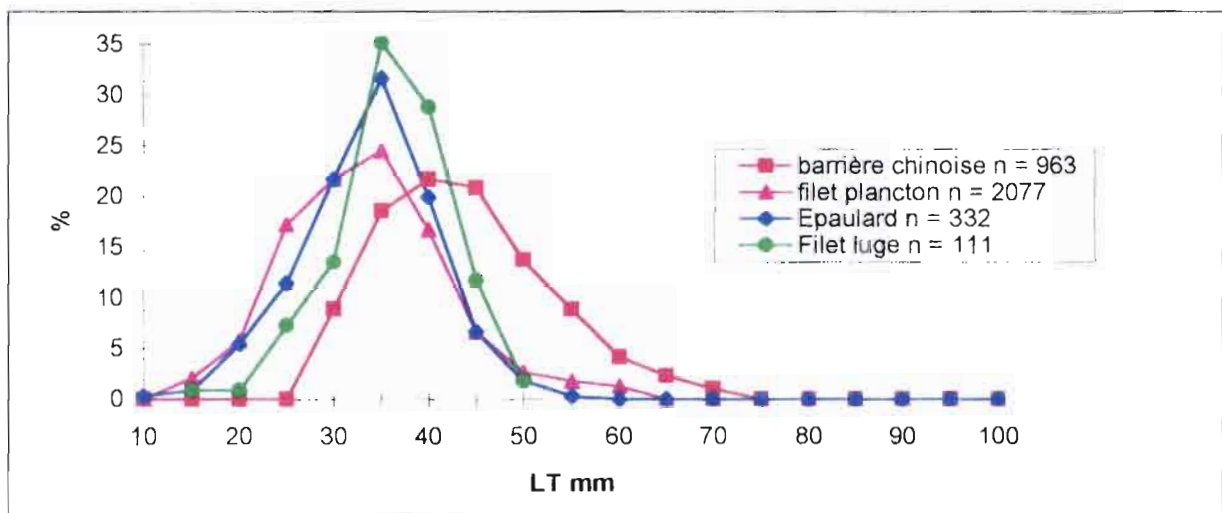


Figure 5.2.XXII : Comparaisons des distributions des fréquences de taille des crevettes *Nematopalaemon schmitti* capturées pendant la campagne "Epaulard" en mai-juin 1994, de celles capturées dans l'estuaire de la rivière Cayenne en 1989 par les barrières chinoises et le filet à plancton à la station "ligne-électrique" et de celles capturées au filet luge le 4 janvier 1994 sur le banc de vase de la Pointe Macouria (Cf. § 6.2.1. et fig. 6.2.II).

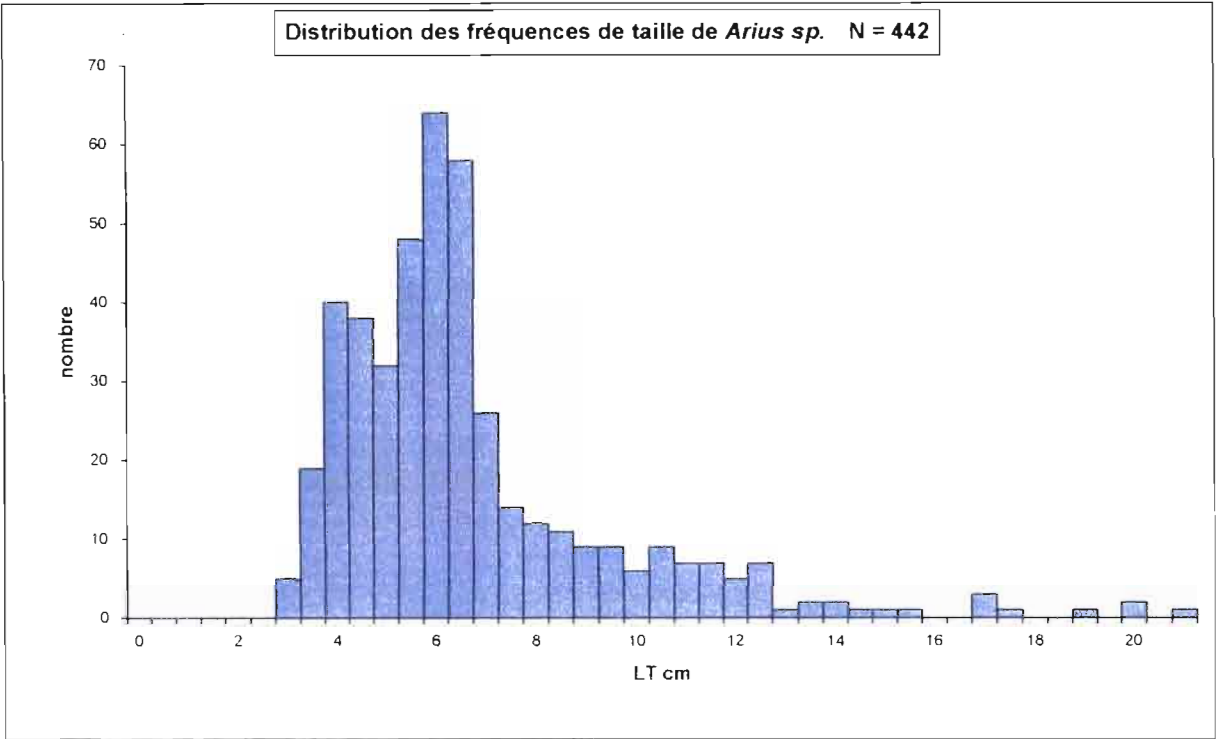


Figure 5.2.XXIII : Histogramme des fréquences de taille des captures de *Arius sp.* pendant la campagne "Epaulard" de mai-juin 1994 (d'après Vendeville, 1995).

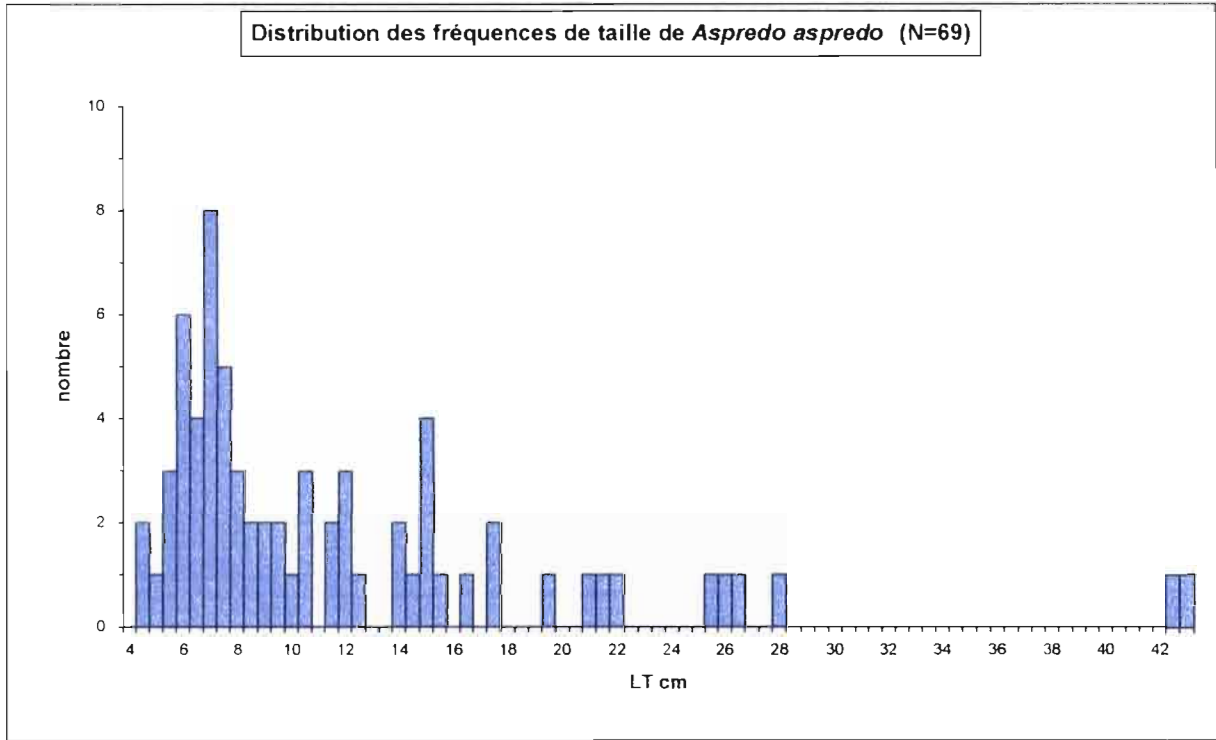


Figure 5.2.XXIV : Histogramme des fréquences de taille des captures de *Aspredo aspredo* pendant la campagne "Epaulard" de mai-juin 1994 (d'après Vendeville, 1995).

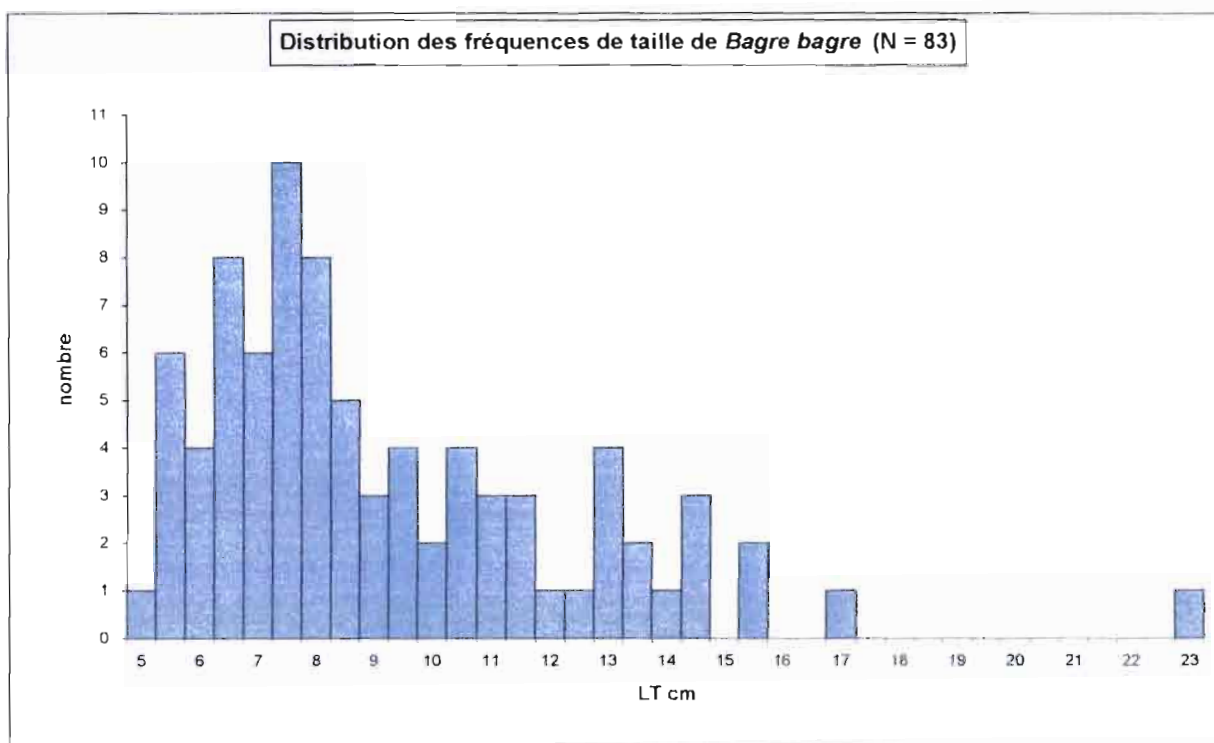


Figure 5.2.XXV : Histogramme des fréquences de taille des captures de *Bagre bagre* pendant la campagne "Epaulard" de mai-juin 1994 (d'après Vendeville, 1995).

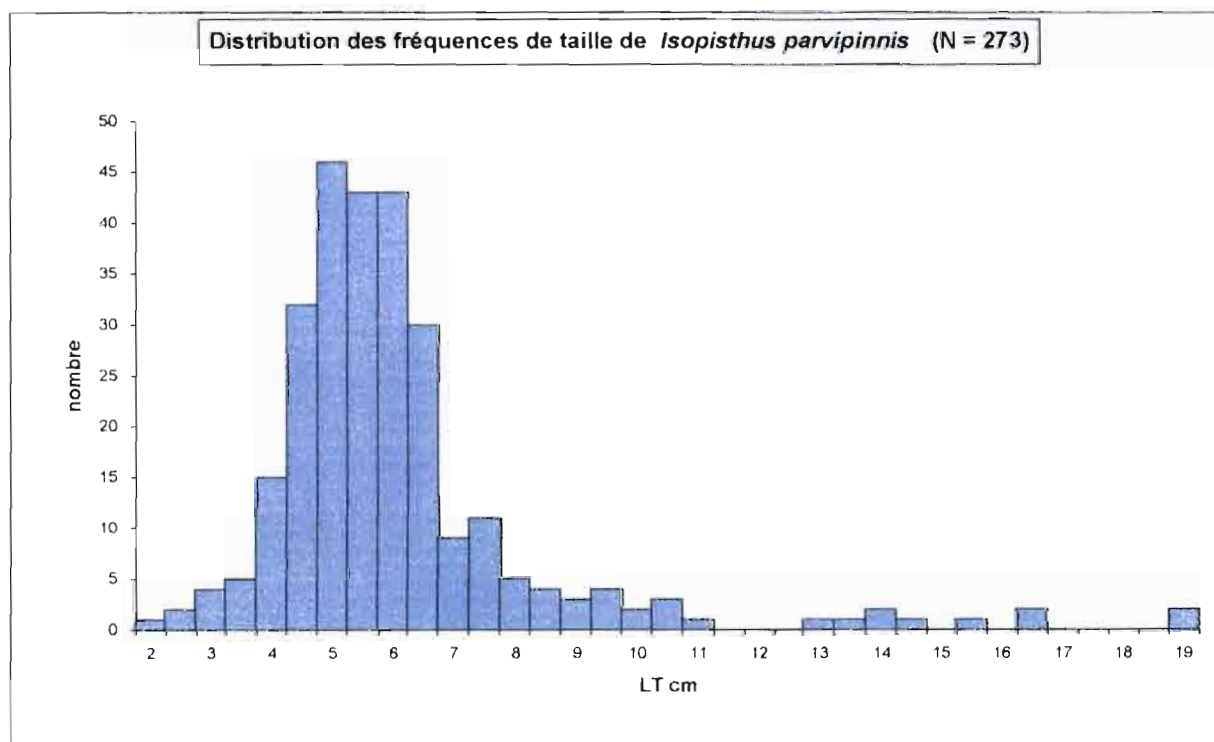


Figure 5.2.XXVI : Histogramme des fréquences de taille des captures de *Isopisthus parvipinnis* pendant la campagne "Epaulard" de mai-juin 1994 (d'après Vendeville, 1995).

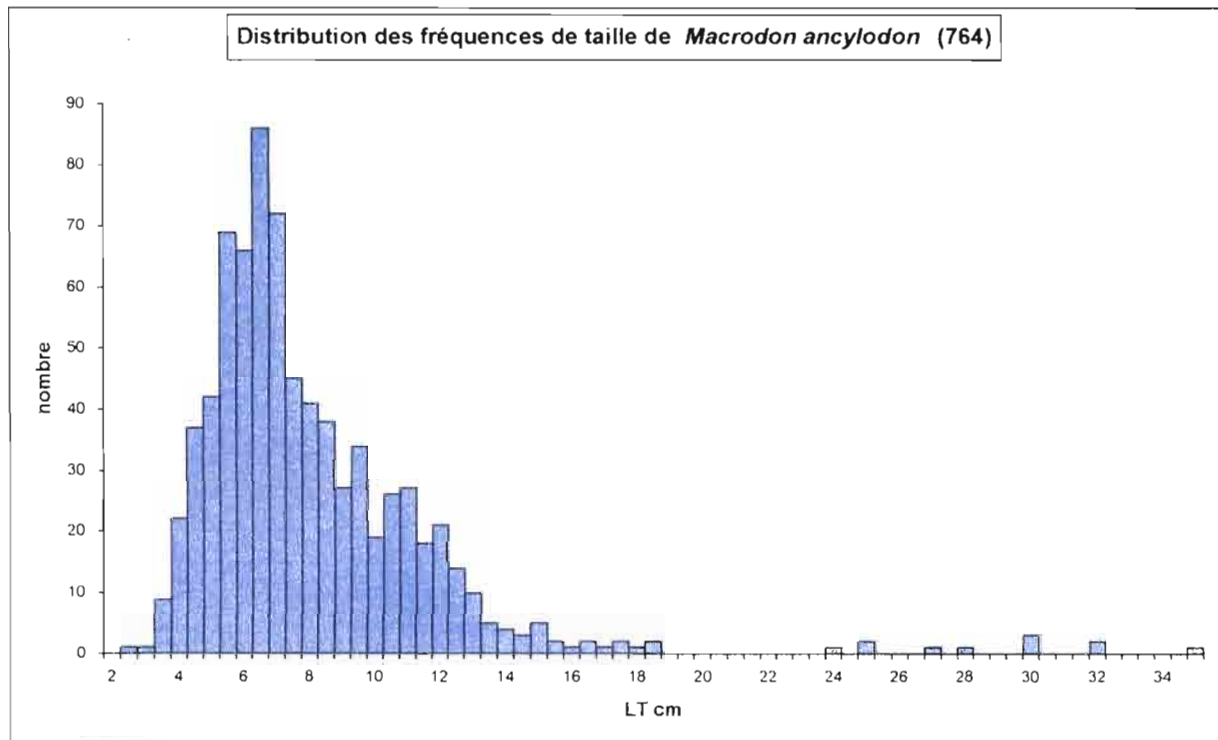


Figure 5.2.XXVII : Histogramme des fréquences de taille des captures de *Macrodon ancylodon* pendant la campagne "Epaulard" de mai-juin 1994 (d'après Vendeville, 1995).

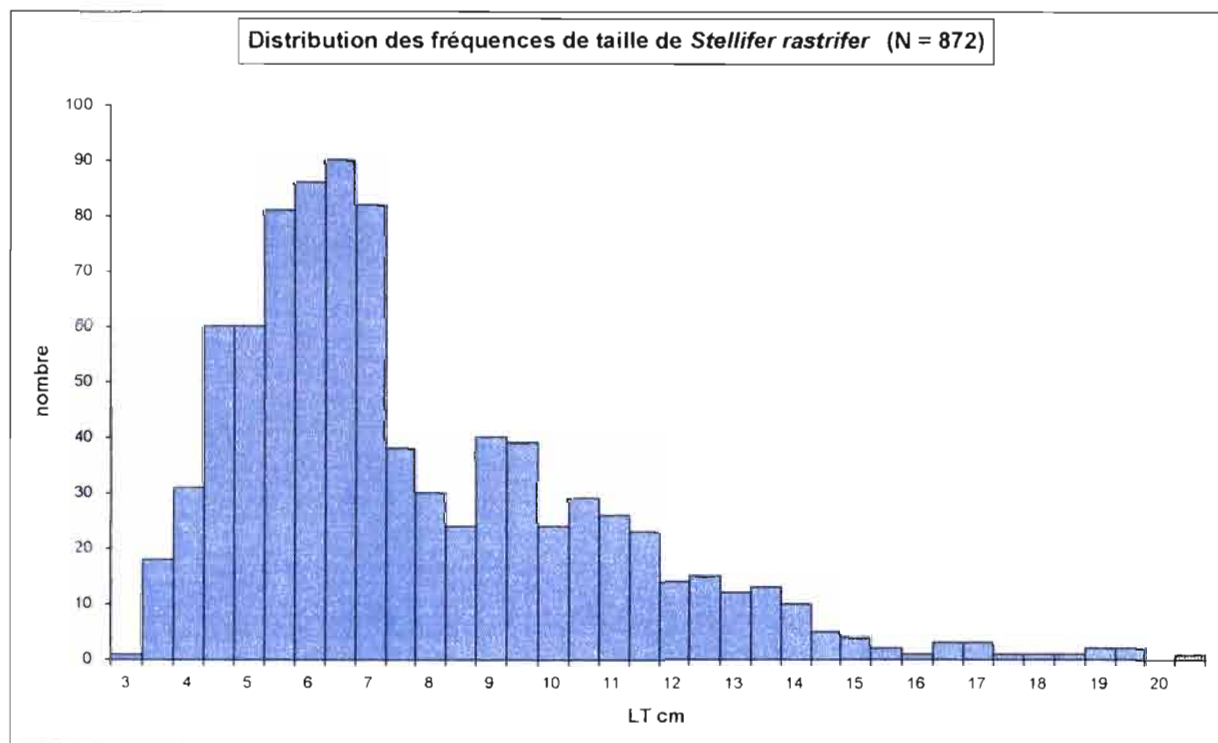


Figure 5.2.XXVIII : Histogramme des fréquences de taille des captures de *Stellifer rastrifer* pendant la campagne "Epaulard" de mai-juin 1994 (d'après Vendeville, 1995).

5.2.3.d. Caractéristiques générales du peuplement de la frange littorale

Etude de la diversité et de la régularité

La diversité est un paramètre qui permet dans certaines conditions de caractériser le peuplement. L'indice de Shannon-Weaver, utilisé dans les études précédentes (Bertrand, 1994 ; Vendeville, 1995) est repris. Une base de données complète et validée qui a en partie fait défaut dans la première étude a permis de disposer d'un nombre plus important de stations et d'espèces.

L'indice de diversité a été calculé selon l'expression :

$$H' = -f_i \sum_{i=1}^s \log_2 f_i$$

où s est le nombre d'espèces de l'échantillon et $f_i = N_i / N$ la fréquence de l'espèce i , N_i étant l'effectif de l'espèce i et N l'effectif total (Frontier et Pichod-Viale, 1991).

La régularité d'un échantillon est le rapport de sa diversité à la diversité maximale. Cet indice rend compte de la régularité de la répartition des individus entre les espèces.

$$R = \frac{H'}{H'_{MAX}} = \frac{H'}{\log_2 s}$$

L'indice de diversité moyen est de 1,85 sur l'ensemble de la campagne et la régularité moyenne de 0,64, ce qui sont des valeurs assez faibles ; ces résultats rendent compte d'un petit nombre d'espèces abondantes accompagnées de quelques espèces rares ; on ne peut pas exclure que la méthode d'échantillonnage en soit en partie responsable (courte durée des traits de chalut et faible ouverture verticale, donc mince épaisseur de la couche d'eau échantillonnée). On observe une variabilité spatiale de cet indice mais il semble que la profondeur et la salinité ne soient pas des facteurs déterminants (fig. 5.2.XXIX et 5.2.XXX). En revanche il apparaît que la longitude joue un plus grand rôle sur ce paramètre, si on considère la distribution des diversités selon la numérotation des radiales (fig. 5.2.XXXI). Une représentation en 3 dimensions le montre encore plus nettement (fig. 5.2.XXXII).

Diagramme rang-fréquence

Le diagramme "rang-fréquence" permet de préciser la typologie du peuplement, alliant la diversité et la régularité.

Les espèces sont rangées par ordre d'abondance décroissante. La somme des abondances de chaque espèce, exprimées ici en densités numériques, sur l'ensemble des stations prises en compte, est portée en ordonnée et le rang de l'espèce en abscisse, tous deux en échelle logarithmique (fig. 5.2.XXXIII).

La légère concavité observée au début de la courbe correspondant aux dix premières espèces, est caractéristique d'un peuplement pionnier, qui peut être lié au caractère saisonnier et transitoire de la faune de la zone prospectée constituée en majorité de juvéniles de différentes espèces. La seconde partie est plus rectiligne, mais elle présente des paliers qui sont significatifs de mélange de communautés (Frontier et Pichod-Viale, 1991). Ce résultat reflète le rôle d'interface de ce milieu qui abrite des adultes et des jeunes organismes benthiques plus ou moins euryhalins dont les comportements s'échelonnent par leur éthologie des catadromes aux anadromes.

5.2.3.e. Structure du peuplement, association spécifique et distribution spatiale

L'analyse des données recueillies pendant la campagne littorale "Epaulard" a montré que les paramètres environnementaux principaux (profondeur, salinité et position géographique), expliquent incomplètement la distribution des espèces benthiques ; le résultat le plus clair étant que le biotope littoral présente des caractéristiques différentes d'ouest en est, ces résultats étant à rapprocher de ceux obtenus par groupement de l'association moyenne sur le plateau continental guyanais (Vendeville, 1984). Afin de préciser la nature des facteurs principaux qui peuvent intervenir dans la structure du peuplement de la frange littorale, on a fait appel à des analyses multivariées.

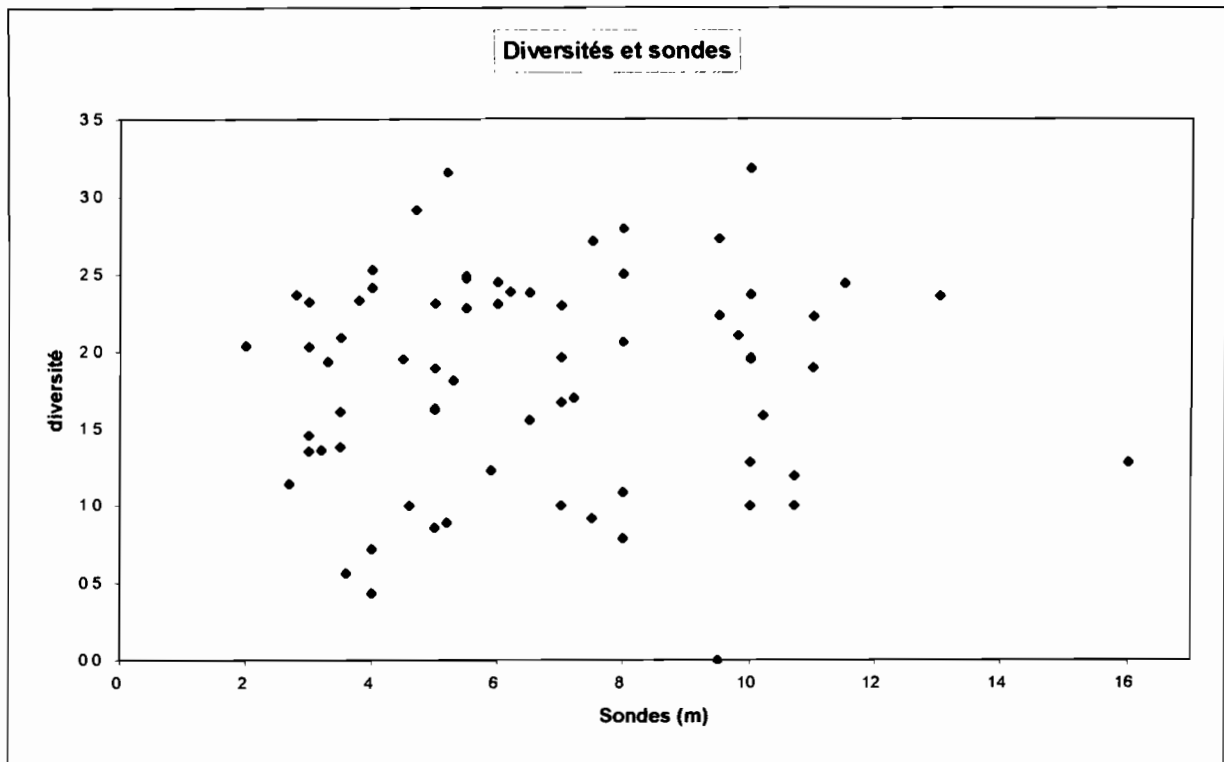


Figure 5.2.XXIX : Distribution des diversités selon les sondes pendant la campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994 (d'après Vendeville, 1995).

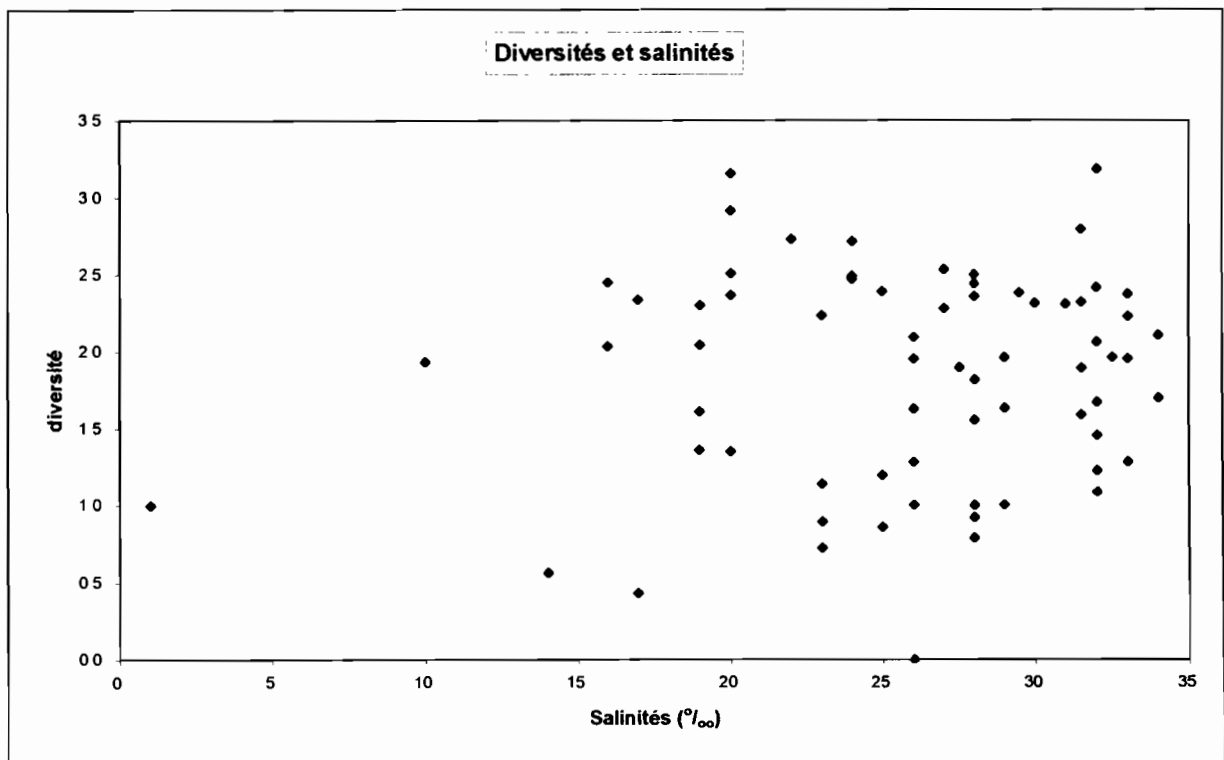


Figure 5.2.XXX : Distribution des diversités selon les salinités pendant la campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994.

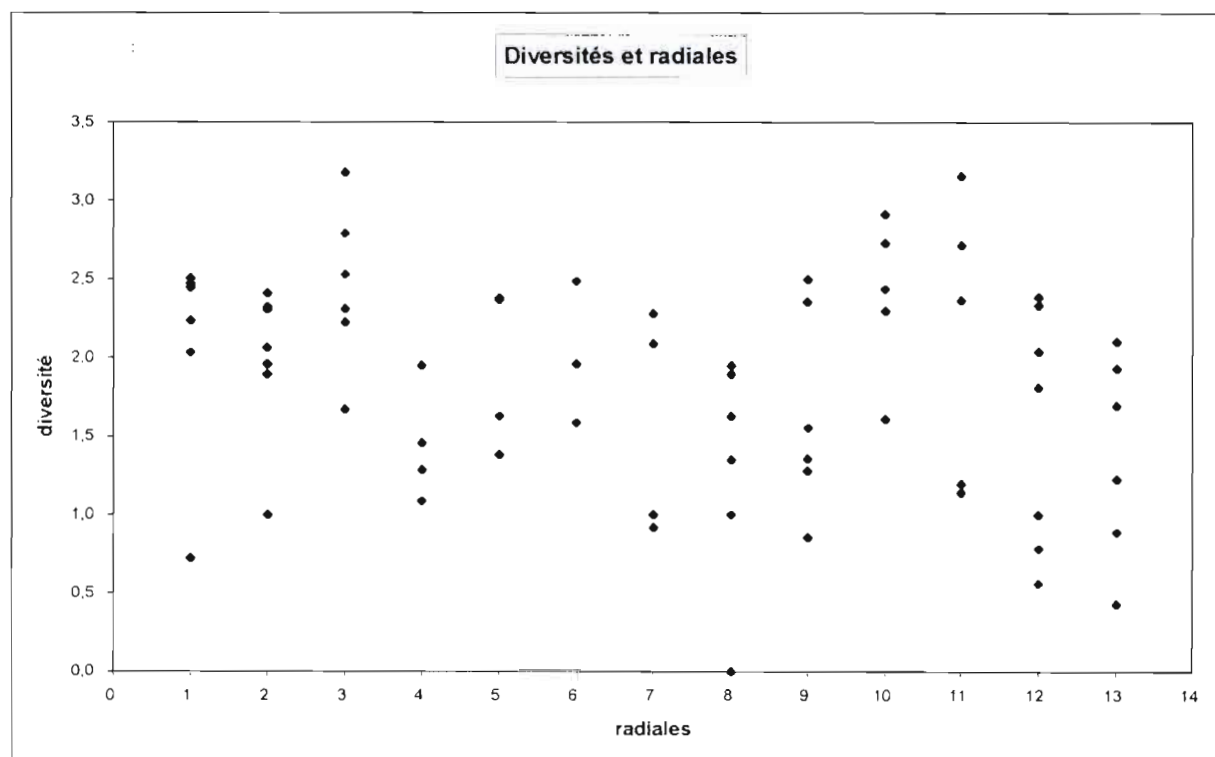


Figure 5.2.XXXI : Distribution des diversités selon les radiales pendant la campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994 (d'après Vendeville, 1995).

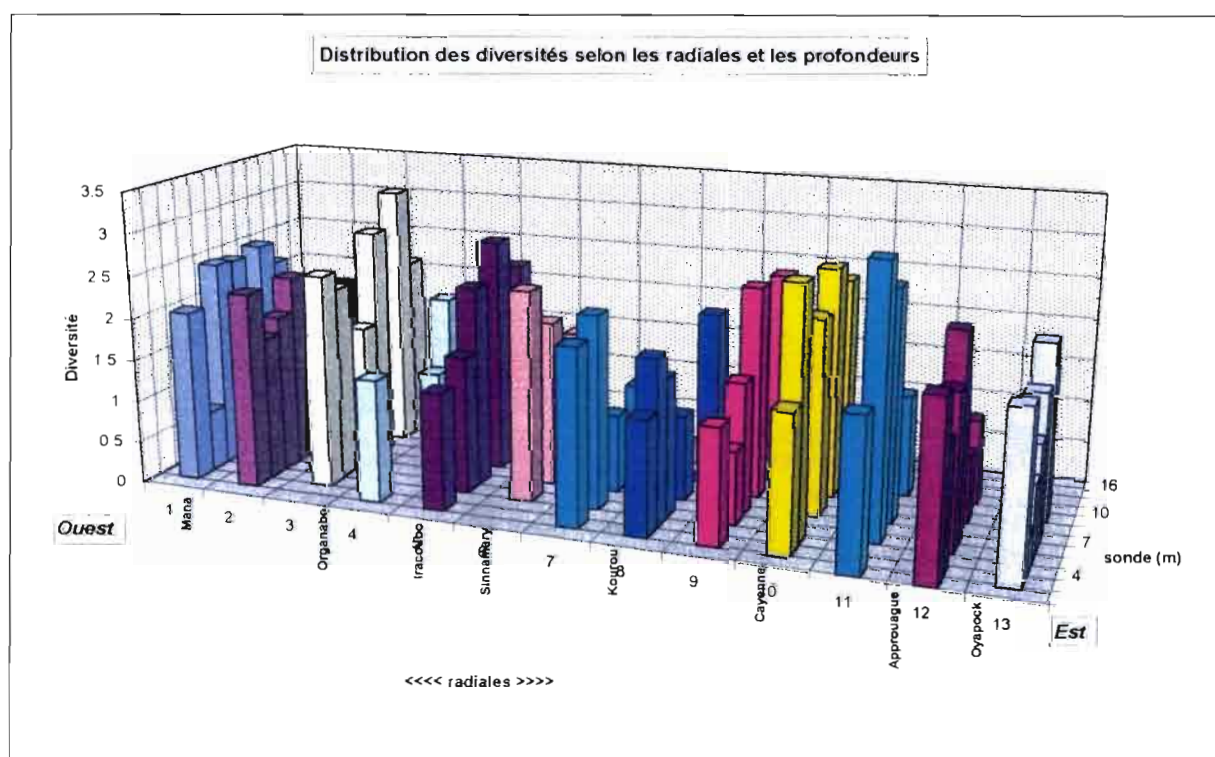


Figure 5.2.XXXII : Distribution des diversités selon les radiales et les sondes pendant la campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994 (d'après Vendeville, 1995).

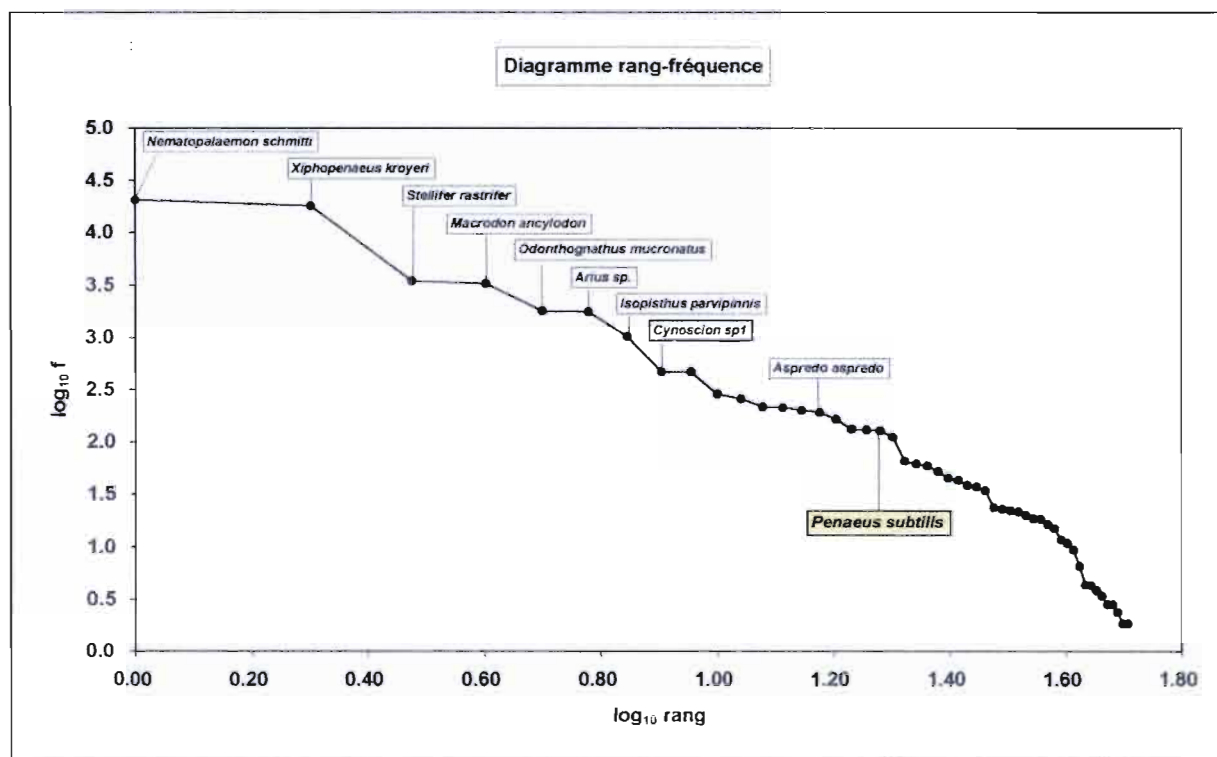


Figure 5.2.XXXIII : Diagramme rang-fréquence. Campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994.

Après validation des données, plusieurs analyses ont été entreprises utilisant des techniques statistiques diverses (analyses factorielles en composantes principales, des correspondances simples, groupement par association hiérarchique ascendante, typologie par la méthode des "k means").

Les différents traitements ont permis de préciser les facteurs environnementaux susceptibles d'agir sur la structure spatiale du peuplement, mais ces premiers résultats recueillis sur la frange littorale devront être affinés par des études ultérieures s'appuyant sur des campagnes couvrant d'autres périodes de l'année, car cette zone apparaît beaucoup plus affectée par les effets saisonniers locaux que celle de la pêcherie située plus au large (pluviométrie, débits des grands fleuves locaux).

Choix des variables

Divers essais de traitements ont montré que l'introduction de variables abiotiques dans les analyses ne facilite pas l'interprétation des résultats, à moins qu'elles ne figurent qu'en tant que variables passives. Leur distribution spatiale est en effet complexe. Seules les densités numériques sont prises en compte dans les analyses factorielles.

Le choix des taxons s'est révélé également important. Les premiers traitements, où toutes les espèces ont été prises en compte, montrent que les espèces rares sont privilégiées, rendant l'interprétation difficile. Les espèces dont la capture peut être considérée comme accidentelle, rencontrées moins de 3 fois, ont donc été écartées.

On s'est aperçu également que la présence des espèces pélagiques est un obstacle à la compréhension du peuplement benthique auquel appartient la crevette *Penaeus subtilis* qui est l'objet principal de cette étude. Les abondances en Engraulidae et Clupeidae sont parfois très importantes, alors que la majorité des individus sont probablement capturés au moment de la remontée du chalut à bord ; ces captures ne concernent donc pas directement l'écosystème benthique à proximité du fond. Les petits pélagiques n'ont donc pas été considérés dans les analyses qui vont servir à l'interprétation des données.

Enfin, les résultats ont montré que le choix de l'indice d'abondance joue beaucoup sur la représentation finale. Les densités privilégient les espèces rares ou très abondantes, alors que les densités normalisées par une transformation logarithmique ($\log(\text{densité}+1)$), permettent de prendre en compte toutes les espèces, y compris celles d'abondance moyenne.

Résultats

Toutes les analyses ont montré que la salinité, la profondeur et surtout la température n'interviennent pas nettement comme facteurs de distribution et d'association des espèces, alors qu'ils sont habituellement les premiers facteurs de répartition spatiale des espèces benthiques dans les écosystèmes côtiers marins ; dans le cas du peuplement de la frange littorale guyanaise, ils apparaissent secondaires par rapport à des facteurs environnementaux plus importants comme la situation par rapport aux embouchures des principaux bassins versants. D'autres facteurs interviennent probablement : la nature du substrat, la circulation des masses d'eau, la proximité de zones à mangroves et leur état (progression ou régression) ou enfin, la situation par rapport aux bancs de vase en migration. Il ressort des analyses que la position par rapport aux radiales joue un rôle déterminant. Ces différences soulignent l'originalité de ce biotope.

Les analyses conduisent à des images convergentes de l'écosystème ; elles privilégient la proximité des côtes et des embouchures des grands réseaux hydrographiques de la région. La plus pertinente d'entre elles sera exposée ici.

Analyse factorielle des correspondances simples sur 31 espèces

Les espèces rares, capturées moins de 4 fois, ainsi que les petits pélagiques n'ont pas été prises en compte. Les densités numériques ont été normalisées par une transformation logarithmique. L'analyse a été réalisée sur le tableau de contingence (31 espèces x 64 stations).

L'information est largement ventilée sur les premiers axes ; les 6 premiers représentent 48 % de la totalité de la variance (fig. 5.2.XXXIV). Les contributions sur les 4 premiers axes (tab.5.2.XIII) font ressortir les espèces estuariennes : *Aspredo aspredo* (ASAP), *Cathorops spixii* (CASP), *Symphurus plagusia* (SYPL), *Caranx crysos* (CACR) au stade juvénile et *Callinectes ornatus* (CAOR). S'y ajoutent deux éléments : les Synodontidae (exclusivement au stade de juvénile) et *Cynoscion virescens* (CYVI) ; cette dernière espèce côtière va contribuer énormément à l'analyse au niveau des stations. Les stations proches des estuaires des grands fleuves contribuent le plus au premier axe factoriel : la station 27, située au confluent de la Mana et du Maroni ; la station 73, dans l'embouchure de l'Approuague et la station 75, dans celle de l'Oyapock (tab. 5.2.XIV). Aux stations 6 et 50 sont rattachées les contributions les plus fortes du deuxième et du troisième axe ; elles correspondent aux deux échantillons les plus riches en *Cynoscion virescens* (CYVI). Il s'en suit deux images assez proches sur les plans factoriels 1-2 et 1-3, (fig.5.2.XXXV et 5.2.XXXVI), d'autant plus que les stations centrales participent peu aux trois premiers axes où deux espèces et deux stations contribuent à l'allongement des nuages de points dans deux directions perpendiculaires, alors que sur le plan 1-4 (fig; 5.2.XXXVII) le regroupement est plus marqué. La classification ascendante hiérarchique à lien simple sur les six premiers axes factoriels (fig.5.2.XXXVIII) met en évidence un groupe d'espèces estuariennes, avec notamment *Aspredo aspredo*, où la proximité de *Cynoscion virescens* et *Xiphopenaeus kroyeri* rend vraisemblablement compte d'une relation prédateur-proie (Lowe, 1962, 1966). Le second groupe réunit des espèces liées au fond, se nourrissant d'épifaune peu mobile et d'endofaune, avec les poissons plats et bathoïdes et trois Ariidae. Enfin le dernier groupe est composé essentiellement de Sciaenidae à large distribution ; s'y rattachent quelques espèces dont *Penaeus subtilis*. La classification ascendante hiérarchique sur les stations (fig. 5. 2.XXXIX) met en évidence trois groupes, dont deux peuvent être scindés en deux sous-groupes. Le premier groupe réunit les stations les plus proches des embouchures de l'Approuague et de l'Oyapock, avec également également les stations les plus côtières situées à l'ouest du confluent de l'Iracoubo et de la Counamama, ces deux ensembles constituant le noyau d'un des sous-groupes ; l'espèce *Cynoscion virescens* est responsable du rattachement des stations des radiales 8 et 9 ainsi que de quelques stations des radiales 2, 3 et 4 qui constituent le second sous-groupe. Le troisième groupe caractérise le peuplement du panache des fleuves Maroni et Mana. Le second groupe, réunit les peuplements d'eau plus salée, il est scindé en deux sous-groupes qui opposent les stations ouest à celles de l'est. La représentation sur la carte des stations par groupe (fig.5.2.XL) permet d'illustrer les actions conjointes de la salinité, la profondeur, la proximité des grands fleuves et la position des radiales dans le peuplement.

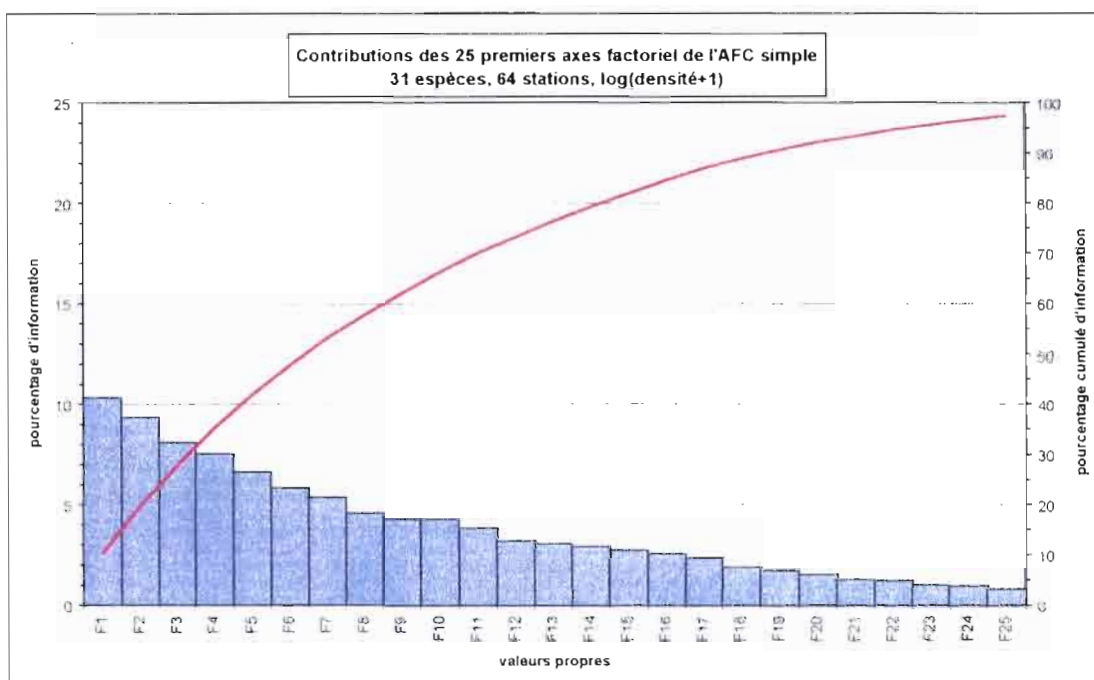


Figure 5.2.XXXIV : Contributions des axes factoriels de l'analyse factorielle des correspondances simples sur les densités normalisées des 31 espèces benthiques les plus fréquentes. Campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994

Tableau 5.2.XIII : Contributions absolues des espèces à chacun des 4 premiers axes résultant de dans l'analyse factorielle des correspondances simples effectuée sur les densités normalisées des 31 espèces benthiques les plus fréquentes. Campagne "Epaulard" de mai-juin 1994.

Contribution absolue des espèces				
ESPECES	F1	F2	F3	F4
<i>Aspredo aspredo</i>	24,700	2,197	9,697	0,027
<i>Synodontidae sp.</i>	22,645	0,196	0,055	0,477
<i>Symphurus plagusia</i>	8,481	3,377	0,374	3,527
<i>Cynoscion sp.1</i>	6,753	0,475	0,013	1,100
<i>Paralichthys elegans</i>	4,583	4,196	0,001	2,913
<i>Isopisthus parvipinnis</i>	4,566	0,008	0,002	0,045
<i>Gymnachirus nudus</i>	3,699	6,489	2,861	1,107
<i>Trichiurus lepturus</i>	3,679	0,846	0,406	4,511
<i>Peprilus paru</i>	3,555	1,258	2,328	0,753
<i>Nebris microps</i>	2,306	0,520	0,111	0,258
<i>Selene vomer</i>	2,256	1,068	0,466	1,223
<i>Dasyatis guttata</i>	1,639	3,175	3,443	3,058
<i>Oligoplites saliens</i>	1,379	4,987	1,788	1,306
<i>Penaeus subtilis</i>	1,364	1,547	1,215	1,432
<i>Bagre bagre</i>	1,304	1,357	1,531	0,636
<i>Exhyppolysmata olophoroides</i>	1,061	1,110	0,595	1,186
<i>Cynoscion sp.2</i>	0,997	2,013	0,423	0,044
<i>Colomesus psittacus</i>	0,911	0,271	0,946	1,119
<i>Nematopalaemon schmitti</i>	0,780	6,186	5,534	0,500
<i>Arius quadriscutis</i>	0,779	6,102	1,071	3,775
<i>Xiphopenaeus kroyeri</i>	0,539	2,018	2,425	0,271
<i>Achirus achirus</i>	0,535	2,275	0,012	0,945
<i>Arius sp.</i>	0,464	2,479	0,010	1,380
<i>Stellifer rastriifer</i>	0,320	5,515	0,835	0,105
<i>Cuthorops spixii</i>	0,312	2,316	5,277	25,520
<i>Macrodon ancylodon</i>	0,163	0,367	1,571	0,660
<i>Callinectes ornatus</i>	0,093	1,244	11,185	2,049
<i>Cynoscion virescens</i>	0,075	21,043	43,077	3,527
<i>Batrachoides surinamensis</i>	0,045	0,271	1,400	22,812
<i>Caranx crysos</i>	0,018	15,090	1,350	10,189
<i>Hepatus gronovii</i>	0,002	0,001	0,000	3,544

Tableau 5.2.XIV : Contributions absolues des 20 premières stations à chacun des 4 premiers axes résultant de l'analyse factorielle des correspondances simples effectuée sur les densités normalisées des 31 espèces benthiques les plus fréquentes Campagne "Epaulard" de mai-juin 1994.

Contribution absolue des stations							
F1	F1	F2	F2	F3	F3	F4	F4
s.27	27,242	s.50	14,449	s.50	33,971	s.57	18,618
s.73	15,151	s.6	13,595	s.6	13,091	s.21	15,327
s.75	9,145	s.31	12,111	s.73	7,071	s.22	11,369
s.2	4,897	s.32	9,073	s.31	4,989	s.28	10,092
s.20	3,650	s.30	7,330	s.71	3,253	s.31	8,602
s.17	3,350	s.29	3,762	s.72	2,995	s.30	5,770
s.74	3,280	s.3	3,397	s.28	2,942	s.4	2,721
s.23	2,811	s.74	3,222	s.13	2,833	s.50	2,666
s.65	2,717	s.78	2,827	s.21	2,246	s.6	2,457
s.19	2,561	s.27	2,765	s.19	2,012	s.17	2,302
s.55	2,213	s.24	2,670	s.75	1,885	s.16	1,781
s.1	1,927	s.71	2,559	s.39	1,802	s.62	1,699
s.16	1,721	s.21	2,298	s.14	1,762	s.55	1,697
s.13	1,446	s.73	1,707	s.3	1,696	s.24	1,445
s.60	1,441	s.77	1,699	s.74	1,498	s.65	1,370
s.31	1,274	s.63	1,239	s.27	1,475	s.10	1,350
s.22	1,206	s.14	1,083	s.17	1,385	s.32	0,946
s.11	1,109	s.36	1,042	s.1	1,357	s.77	0,939
s.77	1,065	s.13	1,003	s.32	1,015	s.56	0,858
s.10	0,893	s.80	0,987	s.57	0,888	s.23	0,834

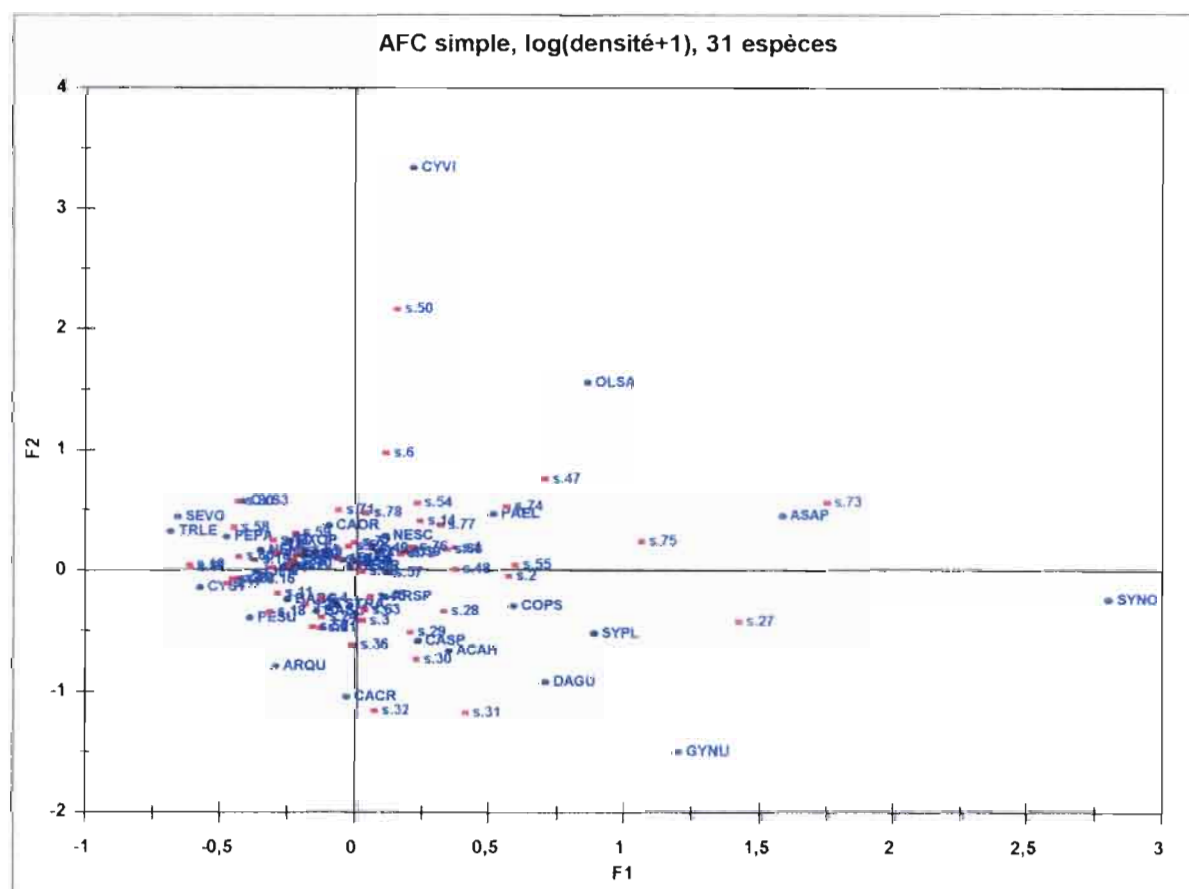


Figure 5.2.XXXV . Positions des stations et des espèces sur le premier plan factoriel (axes 1 et 2) de l'analyse factorielle des correspondances simples portant sur les densités normalisées des 31 espèces benthiques les plus fréquentes. Campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994.

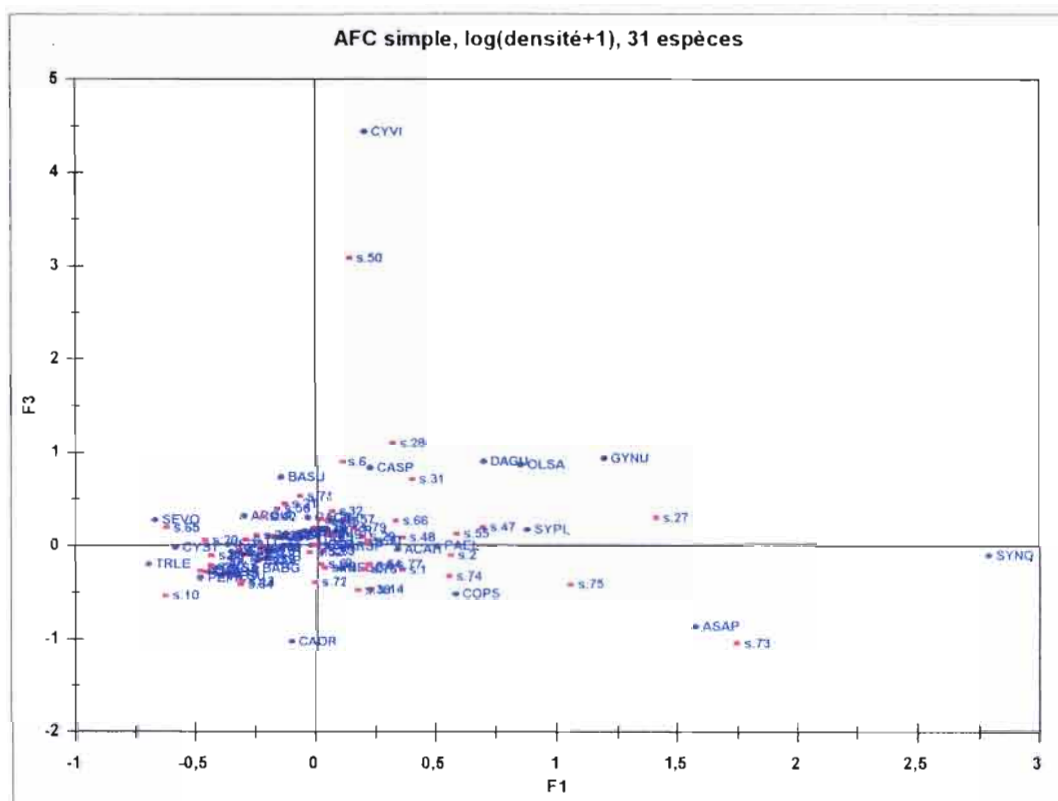


Figure 5.2.XXXVI : Positions des stations et des espèces sur le plan des premier et le troisième axes factoriels de l'analyse factorielle des correspondances simples portant sur les densités normalisées des 31 espèces benthiques les plus fréquentes. Campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994.

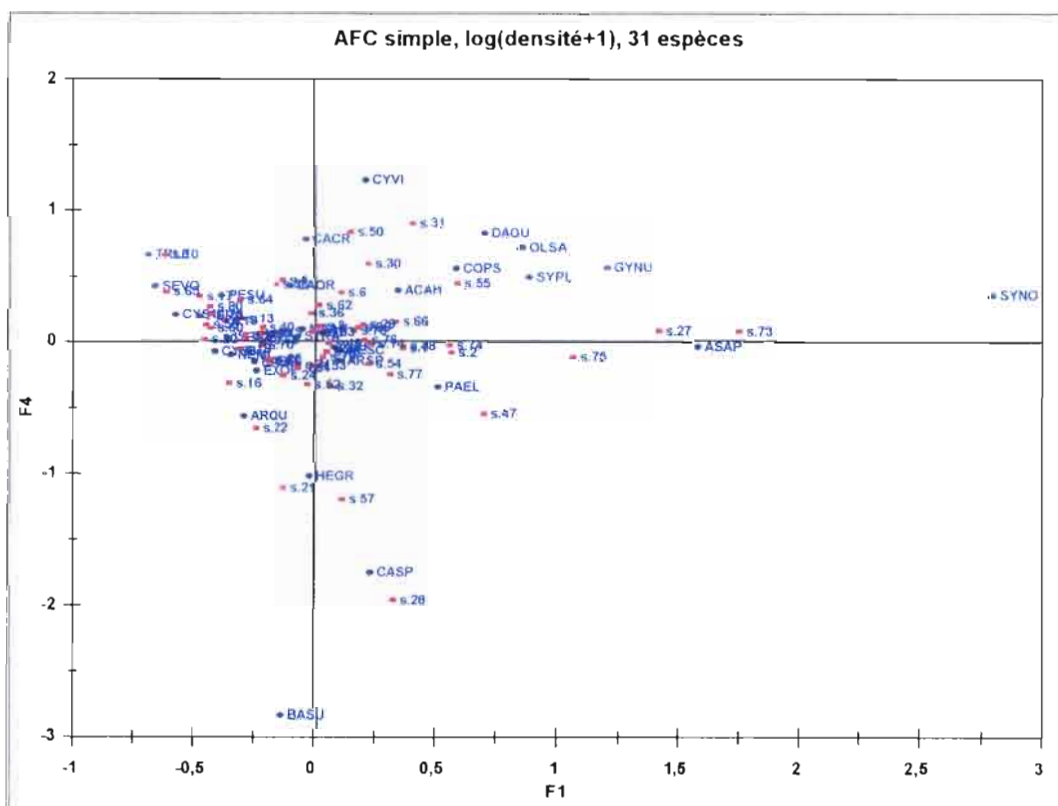


Figure 5.2.XXXII : Positions des stations et des espèces sur le plan des premier et quatrième axes factoriels de l'analyse factorielle des correspondances simples sur les densités normalisées des 31 espèces benthiques les plus fréquentes. Campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994.

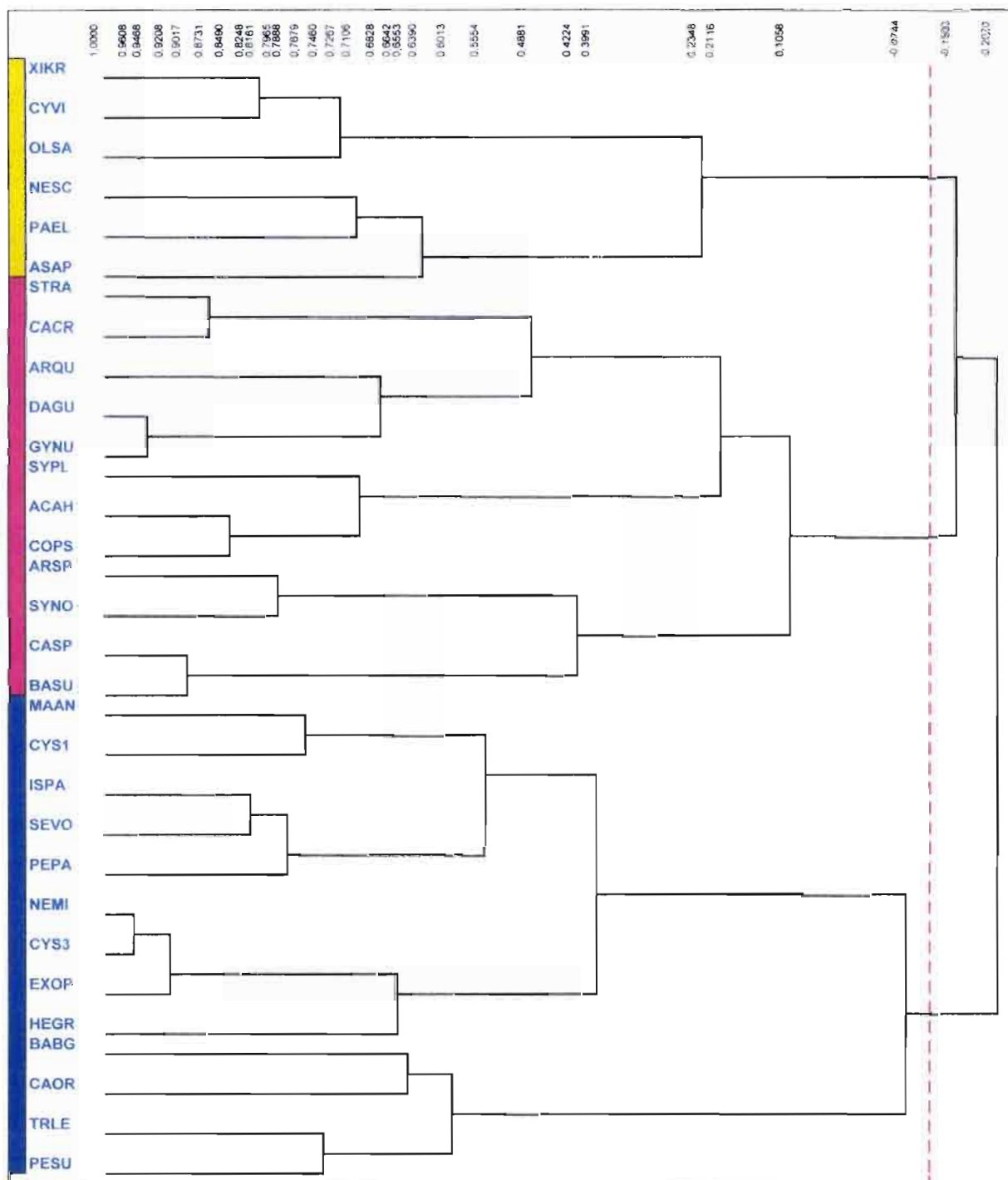


Figure 5.2.XXXVIII : Dendrogramme de la classification ascendante hiérarchique sur les coordonnées des espèces sur les 6 premiers axes factoriels de l'analyse factorielle des correspondances simples portant sur les densités normalisées des 31 espèces benthiques les plus fréquentes. Campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994

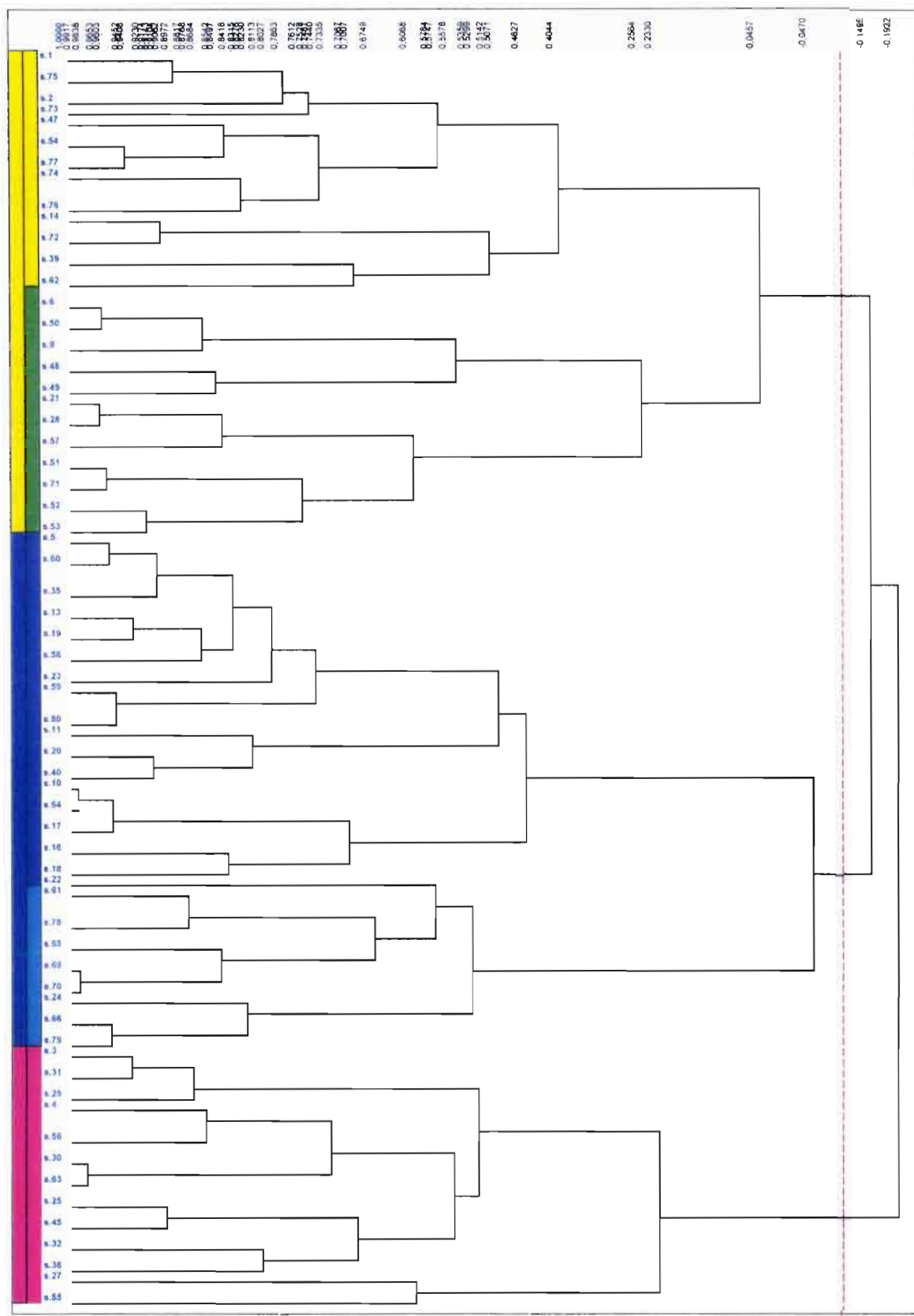


Figure 5.2.XXXIX : Dendrogramme de la classification ascendante hiérarchique sur les coordonnées des stations sur les 6 premiers axes factoriels de l'Analyse factorielle des correspondances simples portant sur les densités normalisées des 31 espèces benthiques les plus fréquentes. Campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994.

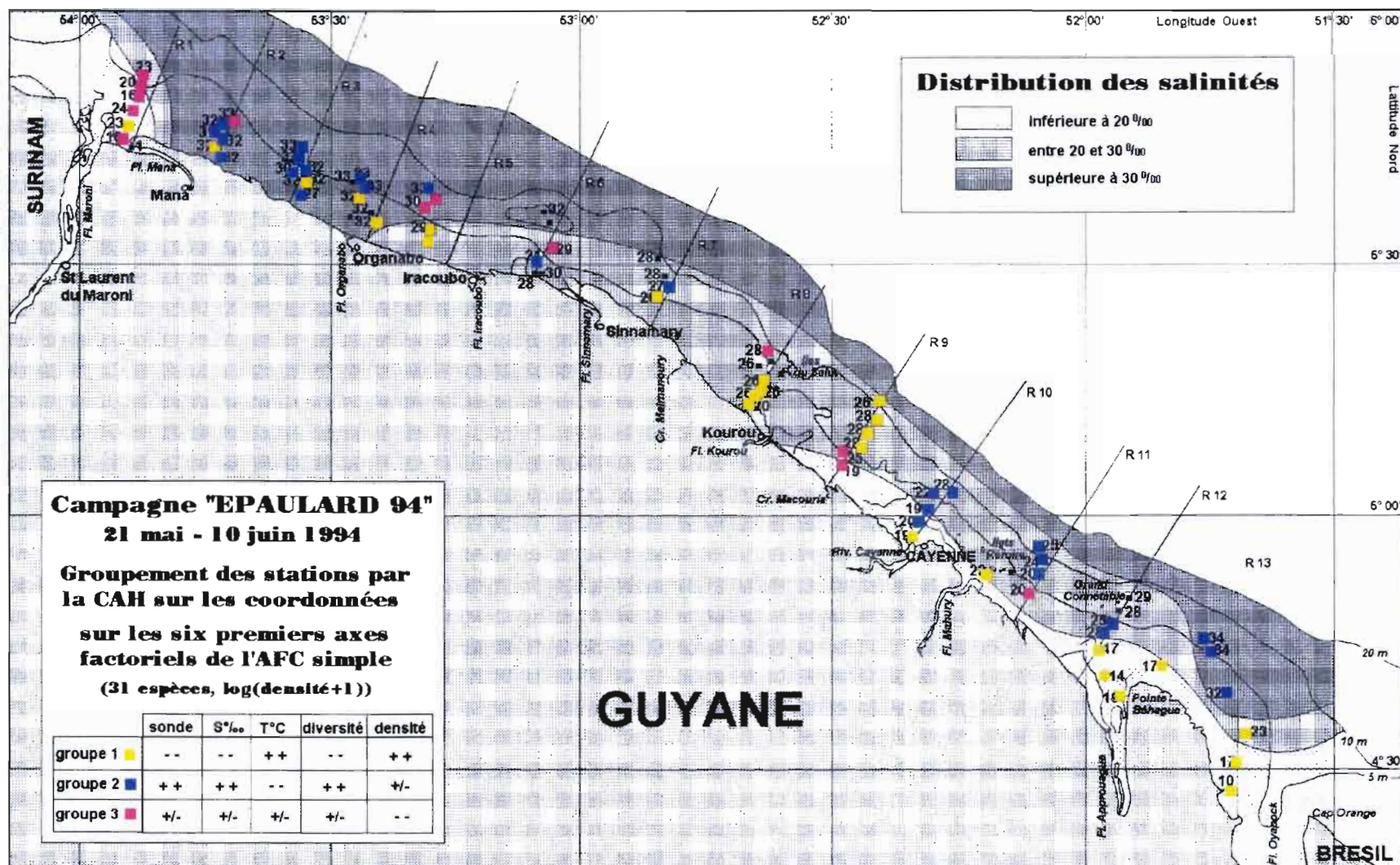


Figure 5.2.XL : Superposition de la distribution de la salinité et des résultats de la classification ascendante hiérarchique appliquée aux coordonnées des stations sur les 6 premiers axes factoriels de l'analyse factorielle des correspondances simples réalisée sur les densités normalisées des 31 espèces benthiques les plus fréquentes.

La même analyse réalisée sur les 22 espèces les plus fréquentes conduit à des résultats plus tranchés, l'espèce *Cynoscion virescens* (CYVI) n'intervenant plus dans les calculs. Les contributions au premier axe factoriel proviennent de deux espèces très estuariennes, *Aspredo aspredo* et *Paralichthys oblongus*, et des stations des embouchures de l'est, l'Oyapock et l'Approuague ; celles du second axe sont dues à *Caranx crysos*, dont les juvéniles pénètrent dans les estuaires, et *Symphurus plagusia*, espèce également inféodée à ce biotope et aux stations de la radiale ouest au large des embouchures de la Mana et Maroni. Sans entrer plus loin dans les détails, ce traitement conduit à une représentation voisine de celle obtenue par l'analyse précédente mais où l'opposition entre les zones est et ouest est plus marquée (fig. 5.2.XLI).

L'influence des différents facteurs environnementaux ainsi que la relation avec la densité totale et la diversité sur les résultats des analyses factorielles a été testée en mesurant la signification du coefficient de corrélation r entre chaque paramètre et les coordonnées sur chacun des six premiers axes factoriels des stations (tab.5. 2.XIV). D'une manière générale, les valeurs des coefficients de corrélation sont faibles ; ceci montre que les facteurs environnementaux pris en compte dans les analyses n'expliquent qu'en partie la structure du peuplement. La température n'apparaît pas jouer un rôle important, le coefficient de corrélation n'est jamais significatif ; ceci s'explique par le faible écart entre les valeurs extrêmes et par le phénomène d'inversion de gradient qui a pu être constaté sur certaines radiales. Les facteurs abiotiques qui apparaissent contribuer le plus sont la salinité et la profondeur. On constate également que la position des radiales intervient fortement au moins sur un des deux premiers axes factoriels. Enfin, on vérifie que l'utilisation des densités (cas de l'analyse en composantes principales) privilégie la corrélation avec la densité totale, alors que celle des valeurs normalisées par une transformation logarithmique, favorise la relation avec la diversité. Ces conclusions diffèrent sensiblement de celles des analyses précédentes où un effet de la température avait été noté ; l'explication peut provenir de la prise en compte des densités des petits pélagiques, parfois très abondants, qui sont des espèces plus sensibles aux structures thermiques des masses d'eau.

Tableau 5.2.XV : Test de signification des coefficients de corrélation entre les principaux paramètres environnementaux et les coordonnées des stations sur les six premiers axes factoriels des trois analyses factorielles présentées.

AFC, 31 espèces, 64 stations, log(densité+1)	F1	F2	F3	F4	F5	F6
salinité	-0,461 ++	-0,038	-0,054	-0,048	0,007	0,022
température	0,185	0,123	-0,028	-0,043	-0,053	-0,192
sonde	-0,377 ++	-0,212	-0,058	0,042	0,038	-0,027
radiale	0,132	0,475 ++	-0,194	0,073	0,166	-0,279 +
densité	0,086	-0,029	0,012	-0,371 ++	-0,016	0,062
diversité	-0,383 ++	-0,282 +	-0,163	0,219	0,131	0,187

AFC, 22 espèces, 64 stations, log(densité+1)	F1	F2	F3	F4	F5	F6
salinité	-0,333 ++	-0,254 +	-0,168	0,169	0,203	0,229
température	0,265 +	0,021	0,034	-0,188	-0,100	-0,179
sonde	-0,327 ++	-0,063	-0,083	0,095	0,321 ++	0,264 +
radiale	0,420 ++	-0,447 ++	0,101	-0,267	0,072	-0,089
densité totale	0,102	0,107	-0,310 +	0,129	-0,236	-0,134
diversité	-0,444 ++	-0,079	0,295 +	0,071	-0,202	-0,022

corrélation Sonde/salinité	
$r =$	0,458 ++
$n=64$	$ddl=62$

hautement significatif (++), significatif (+)

Conclusion

L'ensemble de ces résultats montre la complexité de l'écosystème littoral guyanais. En effet, la structure environnementale est dominée par des gradients mobiles de salinité et de température, qui reflètent l'influence des apports en eaux dessalées du bassin amazonien et des grands fleuves locaux. On constate que le peuplement est indéniablement de type margino-littoral et que les structures bathymétriques, halines et thermiques du milieu ne participent que partiellement à la distribution spatiale des communautés benthiques.

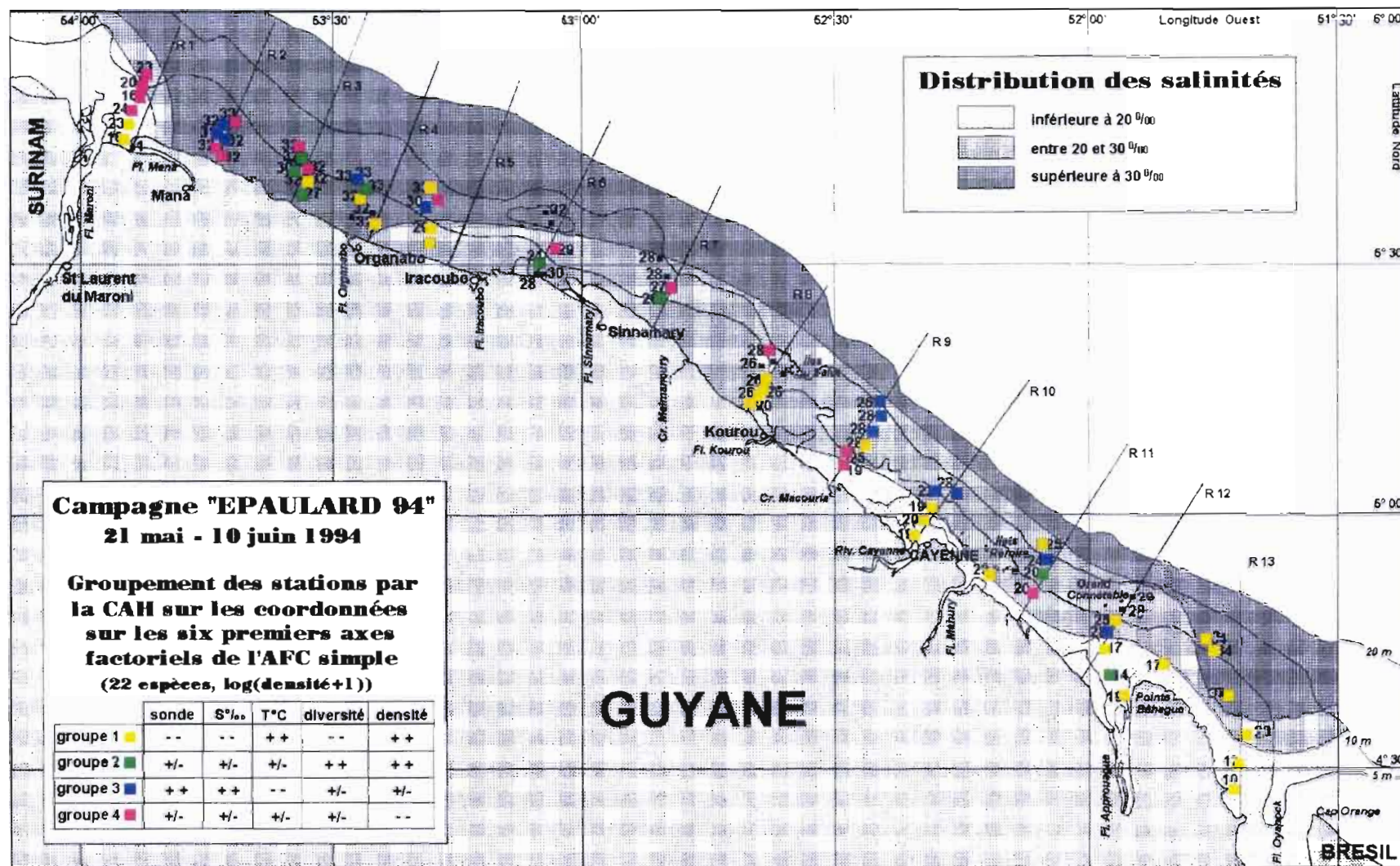


Figure 5.2.XLI : Superposition de la distribution de la salinité et des résultats de la classification ascendante hiérarchique appliquée aux coordonnées des stations appliquée aux 6 premiers axes factoriels de l'analyse factorielle des correspondances simples réalisée sur les densités normalisées des 22 espèces benthiques les plus fréquentes.

5.3 Conclusions

La campagne exploratoire "Epaulard" de chalutage des fonds de la frange littorale a apporté de nombreuses informations nouvelles sur l'écosystème benthique du plateau continental guyanais. Il faut souligner que, à notre connaissance, cette expérimentation est la première de ce type réalisée dans toute la zone des Guyanes. Les connaissances acquises sur le milieu restent insuffisantes, et il serait bon que d'autres investigations du même type soient entreprises, réparties sur l'année à des saisons différentes pour mieux en comprendre le fonctionnement.

Ces résultats montrent que l'écosystème littoral guyanais est assimilable à un milieu margino-littoral et qu'il abrite des nourriceries de nombreuses espèces benthiques habituellement situées dans le même milieu que celles de la crevette *Penaeus subtilis*. L'apport de l'Amazonie est incontestablement le facteur qui détermine ce type de milieu côtier marin, encore trop mal connu ; les grands fleuves locaux participent également à la structure du peuplement, et sans exagération, on peut assimiler ce milieu à celui d'un complexe deltaïque amazonien ouvert sur le large. Les nourriceries de *Penaeus subtilis* n'y ont pas encore été mises nettement en évidence. Leur existence sur la marge du plateau ne constituerait pourtant pas un cas exceptionnel car de tels cas ont été rapportés dans diverses régions du monde. On peut citer les nourriceries de pénéidés des herbiers de phanérogames littoraux du Mexique et du golfe Persique (Garcia et Le Reste, 1981) ou, mis en évidence plus récemment, celles de *Penaeus esculentus* et de *Metapenaeus endavouri* du nord-est de l'Australie (Watson et Turnbull, 1993). Plus près de la Guyane, Stonner (1988) localise des nourriceries côtières de *Penaeus subtilis*, *P. notialis*, *P. brasiliensis* et *P. schmitti* à l'ouest de l'île de Puerto-Rico, où les estuaires et les lagunes sont rares, mais où des captures de juvéniles ont lieu dans les eaux de salinité élevée de larges baies. La localisation de la nourricerie de *Xiphopenaeus kroyeri* dans la frange littorale permet d'envisager que celle de *Penaeus subtilis* se situe sur les mêmes fonds, les juvéniles de cette dernière espèce se rencontrant entre les adultes et les juvéniles de la première.

La frange littorale guyanaise apparaît comme un milieu primordial pour le peuplement benthique de cette région, déterminant pour l'état de la ressource en crevettes et poissons de la Guyane. L'intérêt d'un développement de l'action de recherche dans cet écosystème est donc essentiel.

6. Les travaux sur les juvéniles

Un bon nombre de travaux réalisés en Guyane se rattachent à l'étude des juvéniles de *Penaeus subtilis*. On distinguera ceux qui concernent la phase de croissance dans les nourriceries et ceux portant sur la phase de migration vers le stock adulte exploité en mer à l'issue de laquelle il y a recrutement dans la pêcherie. Le terme de juvénile sera réservé à la première phase et celui de subadulte à la seconde phase ; ce dernier correspond au stade où les jeunes crevettes ont acquis tous les caractères morphologiques des adultes mais où les organes de la reproduction ne sont pas encore fonctionnels. Le terme de recrue désignera les subadultes qui ont atteint une taille où, soumis au chalut de la pêche professionnelle, leur chance d'être capturé est d'au moins 50 % ; ceci se réfère à la notion de taille à la première capture, notée L_c ou L_{c50} .

6.1. Etudes sur les juvéniles du marais Sarcelle

Les premiers travaux dans ce domaine sont dus à Rossignol (1972a) et les principaux résultats ont été présentés plus haut (Cf. § 4.2).

En 1985, des études sont menées conjointement par l'IFREMER dans le domaine de la biologie et par l'ORSTOM dans le domaine de l'hydrologie-sédimentologie. Les résultats obtenus en hydrologie et sédimentologie (Lointier et Prost, 1986) ont déjà été présentés (Cf. § 4.1). L'analyse des données biologiques n'a pas été faite, mais les résultats des échantillonnages sont disponibles et il est possible d'en tirer des informations.

Les prélèvements, réalisés entre les mois de mai et octobre 1985 à l'entrée du Goulet du marais Sarcelle (Cf. fig. 4.1.I), utilisent une technique similaire à celle employée par Rossignol en 1971. Au total, 97802 postlarves de *Penaeus subtilis* sont capturées dans 49 échantillons répartis sur 8 sorties. Les prélèvements sont pratiqués à l'aide d'un filet rectangulaire (dimension 100 x 50 cm, maillage de 1 ou 2 mm de côté) travaillant avec le courant de marée ; la durée de chaque coup de filet varie entre 3 et 10 mn ; les évaluations des volumes d'eau filtrés ne sont pas disponibles. La technique diffère de celle adoptée dans les prélèvements en estuaires, où un filet conique est tiré à contre-courant à la vitesse de 2 noeuds ; les résultats ne sont donc pas rigoureusement comparables.

La variabilité de la durée des prélèvements conduit à adopter un indice d'abondance exprimé en nombre d'individus par minute. Comme dans l'étude en estuaire, l'abondance en postlarves d'une série de prélèvements est la valeur maximale d'abondance observée dans les échantillons.

La comparaison des abondances en périodes de flot et de jusant montre que la majorité des postlarves de *Penaeus subtilis* sont capturées dans le Goulet à leur entrée dans le marais pendant le flot, tandis que les juvéniles, ceux de *Penaeus subtilis* comme ceux de *Xiphopenaeus kroyeri*, sont récoltés lors de leur sortie au jusant (tab. 6.1.I et fig. 6.1.I). Ce résultat est conforme à la dynamique rencontrée dans les nourriceries de pénéidés, contrairement à ce qui a pu être observé en estuaire (Cf. § 3.4.3) : le marais Sarcelle est donc une véritable nourricerie de pénéidés.

Tableau 6.1.I : Effectifs et pourcentages des postlarves et juvéniles de *Penaeus subtilis* et *Xiphopenaeus kroyeri* capturés dans le Goulet du marais Sarcelle au filet fixe en 1985 (source IFREMER).

		total	flot		jusant	
		effectif	effectif	%	effectif	%
Postlarves	<i>Penaeus subtilis</i>	99.186	92.873	94	4.929	6
Juvéniles	<i>Penaeus subtilis</i>	1.384	330	24	1.054	76
	<i>Xiphopenaeus kroyeri</i>	1.230	309	25	921	75

Les variations d'abondance en postlarves de *Penaeus subtilis* (fig. 6.1.II) montrent que les valeurs les plus fortes se rencontrent au flot, ce qui correspond bien à un véritable recrutement dans le marais Sarcelle.

Pendant la période d'observation, les variations d'abondance de postlarves entrant au flot présentent deux pics (fig. 6.1.II) : l'un très marqué en début juin, l'autre, moins élevé, en début août. Le pic d'août concorde avec les résultats de Rossignol, celui de début juin, qui n'avait pas pu être mis en évidence dans le marais Sarcelle en 1971-1972, les échantillonnages n'ayant pas couvert les mois de mai et juin, correspond au pic d'avril-mai observé sur les estuaires, notamment sur celui du fleuve Organabo, le plus proche géographiquement du marais Sarcelle.

La période couverte par l'échantillonnage est courte, mais les variations des abondances en juvéniles de *Penaeus subtilis* (fig. 6.1.III) apportent cependant des informations importantes sur le cycle vital de l'espèce et sur le fonctionnement du marais Sarcelle comme nourricerie si on considère séparément celles observées pendant le flot et le jusant :

- l'abondance est plus élevée pendant le jusant que pendant le flot, alors que chez les postlarves le phénomène inverse est observé ; la sortie des juvéniles est assimilable à un début de migration en mer. On note que chez *Xiphopenaeus kroyeri*, la différence entre les abondances de flot et de jusant est beaucoup plus sensible (fig. 6.1.IV).

- le pic d'abondance au jusant des juvéniles de *Penaeus subtilis* survient en début août, soit 2 mois après celui d'entrée des postlarves. Cette durée est une première évaluation de la durée du séjour des jeunes crevettes *Penaeus subtilis* dans la nourricerie du marais Sarcelle ; elle est comparable aux estimations qu'avance Rossignol (1972a) pour d'autres périodes de l'année, en se basant sur la croissance qu'il a observé et la taille à la migration fréquemment rencontrée chez d'autres espèces du genre *Penaeus*. On note également que la sortie des juvéniles commence dès juin, ce qui indique que l'entrée des postlarves a débuté probablement avant juin.

- le pic d'abondance au jusant des juvéniles sortant par le Goulet est très faible en comparaison du nombre de postlarves rentrées 2 mois auparavant. Il est probable, comme le proposent Rossignol (1972a) et Lecour Grandmaison (1995) que les juvéniles, dans leur majorité, empruntent pour sortir de la nourricerie la crique Condillac qui relie le marais Sarcelle au fleuve de La Mana (Cf. fig. 4.1 I), plutôt que les 2 exutoires du front de mer.

- on constate, en mi-août, la présence d'un pic de montée de juvéniles pendant le flot, d'importance sensiblement égale au pic de descente au jusant de début août. Ce pic rend probablement compte de passage de juvéniles présents dans une nourricerie située sur les petits fonds de la frange littorale entre la Pointe Isère et l'embouchure de l'Organabo.

- enfin, on n'observe pas en 1985 d'importantes sorties de juvéniles par Le Goulet comparables à celles de début avril 1971 et de juin 1970 (« des dizaines et sans doute des centaines de tonnes de crevettes abandonnant le marais en 2 à 3 jours ») rapportées à Rossignol par un témoin oculaire, bien que le recrutement dans le marais ait été très important en début juin.

Il serait intéressant de pouvoir disposer de davantage de données détaillées de l'échantillonnage de 1985, si elles existent, afin d'affiner l'analyse des processus de recrutement dans le marais, de migration et de croissance dans la nourricerie.

En juillet 1994, l'ORSTOM a organisé une courte mission, dans le but de faire un rapide état des lieux du marais Sarcelle et de vérifier si sa fonction de nourricerie est préservée (Cf. § 4.3).

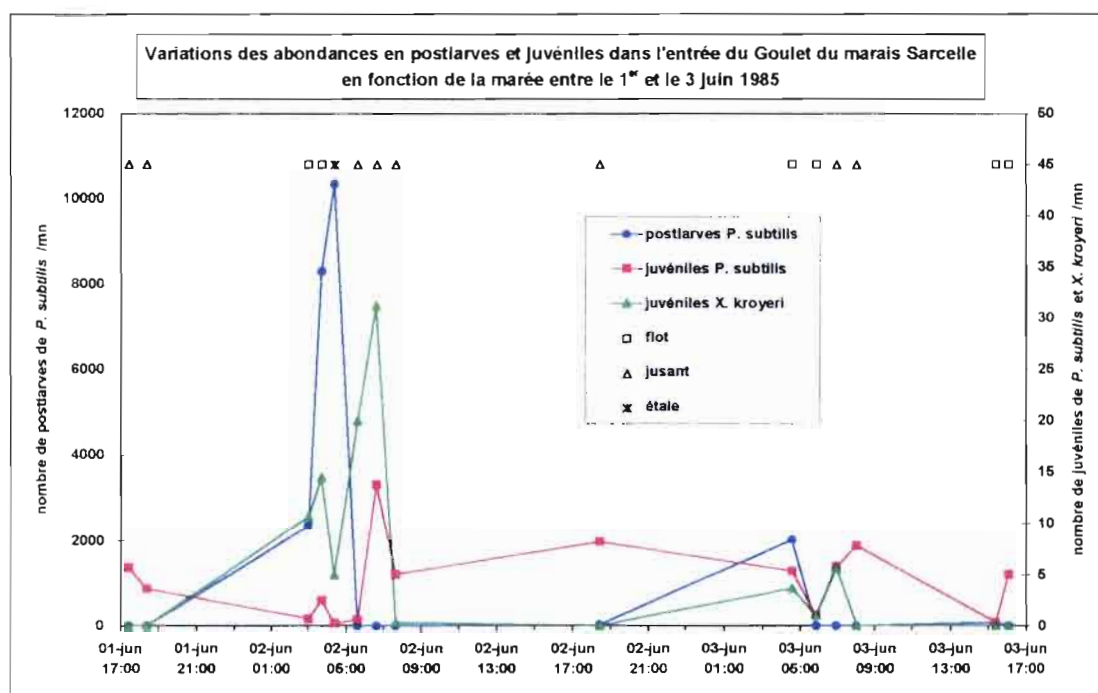


Figure 6.1.I : Variations des abondances en postlarves et juvéniles de *Penaeus subtilis* et en juvéniles de *Xiphopenaeus kroyeri* à l'entrée du Goulet du marais Sarcelle entre le 1^{er} et le 3 juin 1985 (source IFREMER).

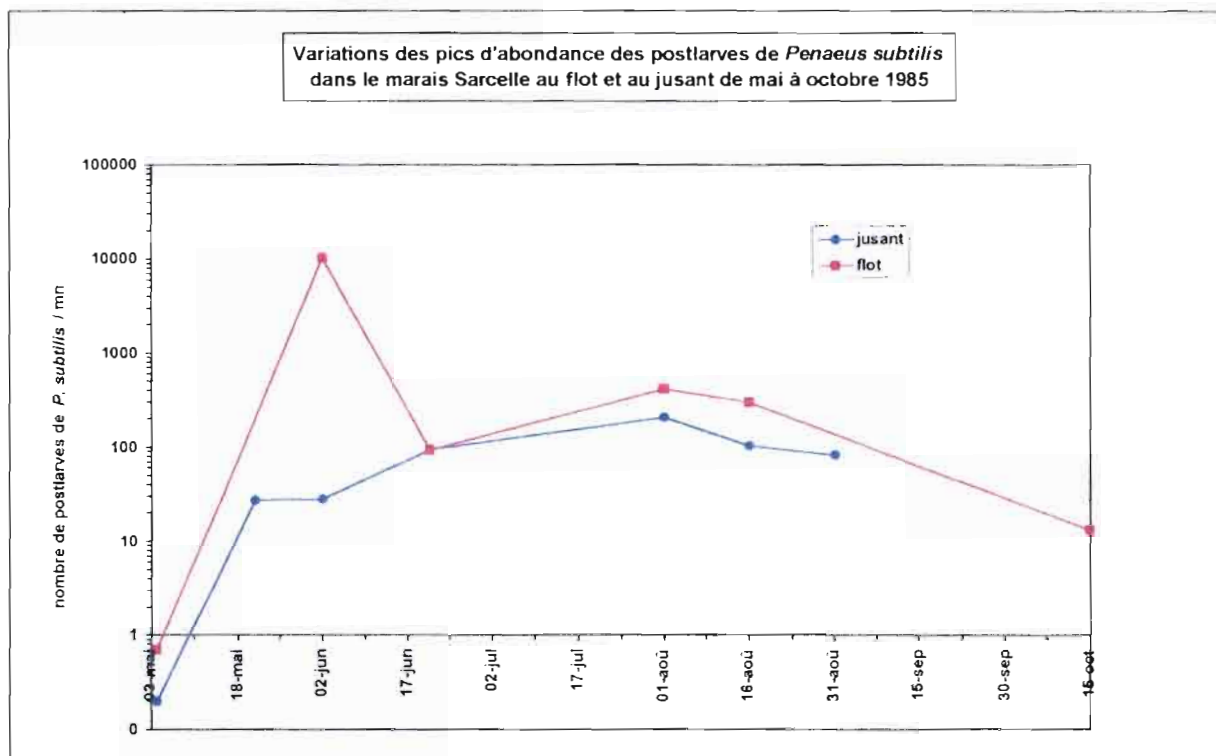


Figure 6.1.II : Variations de l'abondance en postlarves de *Penaeus subtilis* à l'entrée du Goulet du marais Sarcelle, pendant les flots et les jusants entre les mois de mai et octobre 1985 (source IFREMER). L'abondance est représentée sur une échelle logarithmique.

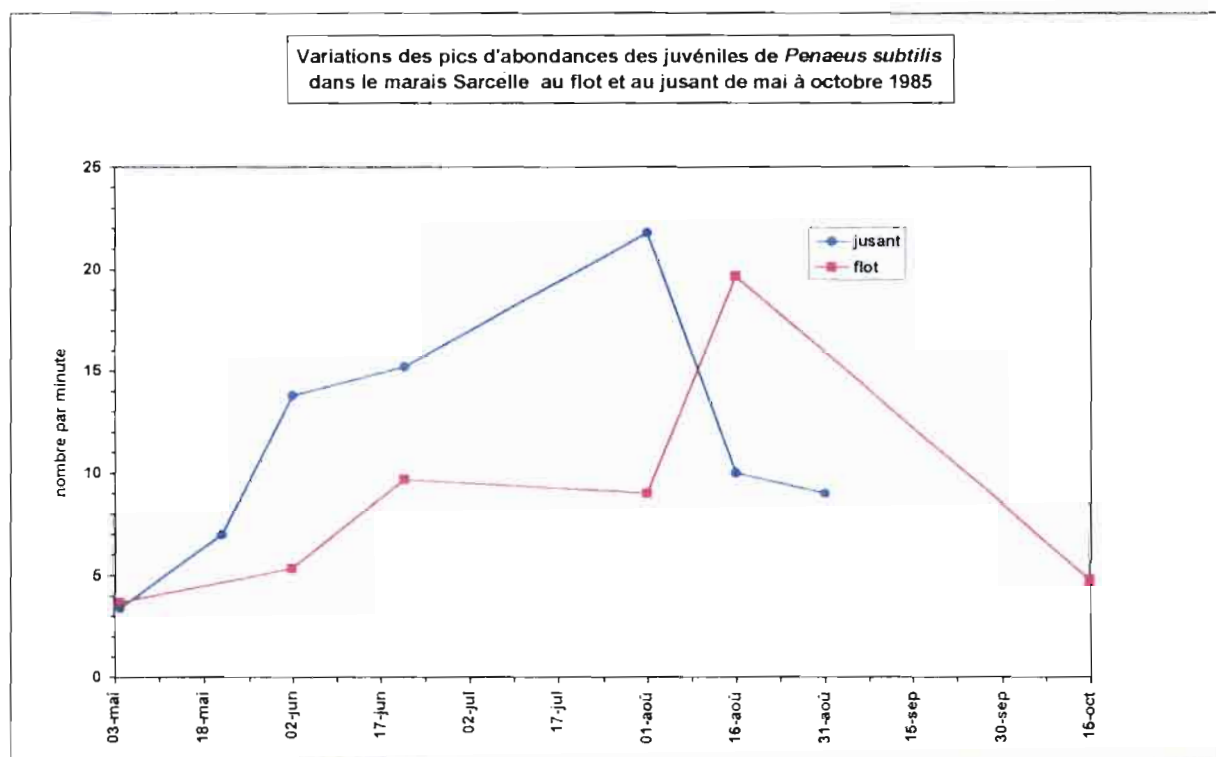


Figure 6.1.III : Variations de l'abondance en juvéniles de *Penaeus subtilis*, en flot et en jasant, à l'entrée du Goulet du marais Sarcelle entre les mois de mai et octobre 1985 (source IFREMER).

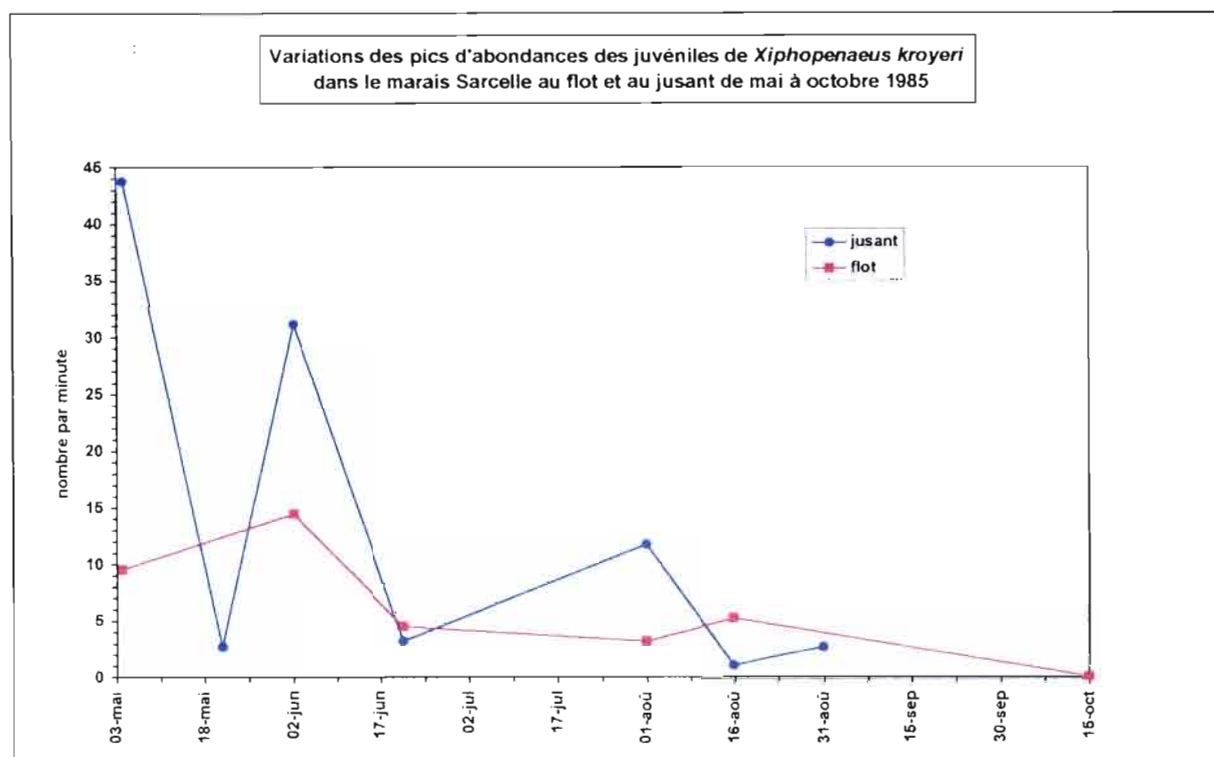


Figure 6.1.IV : Variations de l'abondance en juvéniles de *Xiphopenaeus kroyeri*, en flot et en jusant, à l'entrée du Goulet du marais Sarcelle entre les mois de mai et octobre 1985 (source IFREMER).

6.2. Etudes des juvéniles capturés en estuaires

6.2.1. Moyens d'échantillonnage

Des échantillons de juvéniles de *Penaeus subtilis* ont été récoltés dans les estuaires par diverses techniques :

6.2.1.a. le filet à plancton

Les juvéniles sont capturés en même temps que les postlarves (Cf. § 3.4.1.b) par le filet conique de 1 mm de côté de maille. Lorsque l'abondance en juvéniles est plus élevée, on peut utiliser un filet de 2 mm de côté de maille, plus efficace pour la capture des juvéniles que le précédent.

Une opération de mensuration des postlarves et des juvéniles au micromètre optique est lancée en juillet 1993. Elle porte sur les échantillons des 3 estuaires prospectés régulièrement pendant le programme conservés dans une solution de formol. Plus de 5000 individus ont été mesurés. L'analyse de ces données n'est pas encore achevée mais des résultats importants sont dorés et déjà obtenus sur les relations biométriques et sur la croissance en milieu naturel.

6.2.1.b. le filet-traîneau

Ce type de filet (photo 6.2.I et fig. 6.2.I) a été conçu selon le modèle décrit par Pullen *et al.* (1968). Un filet à plancton d'ouverture rectangulaire (section de 20 x 55 cm, longueur de 60 cm, mailles de 1 ou 2 mm de côté), muni d'un collecteur en PVC est adapté sur un cadre muni de 2 patins. L'ensemble est tiré à la main sur les petits fonds (entre 0.4 et 1.5 m) par une ou deux personnes. Les échantillonnages utilisant cette technique sont effectués pendant le premier semestre 1989 sur la rivière Cayenne, sur le banc de sable de la Pointe Macouria. L'engin de pêche a été perdu dans l'estuaire du Sinnamary en 1989 lors d'un essai en chalutage à partir d'une embarcation.

6.2.1.c. le haveneau

Ce filet est utilisé à la pêche à pied des crevettes sur les plages de Normandie et de Bretagne. Il est constitué d'une poche de petit maillage, tendue sur une barre de bois fixée transversalement à l'extrémité d'un manche. Le haveneau (synonymes régionaux : "Pousseux", "Embrasseau") qui a servi sur la Pointe Macouria et dans le marais Sarcelle en Guyane a une largeur de 1,20 m et une poche de 4mm de côté de maille.

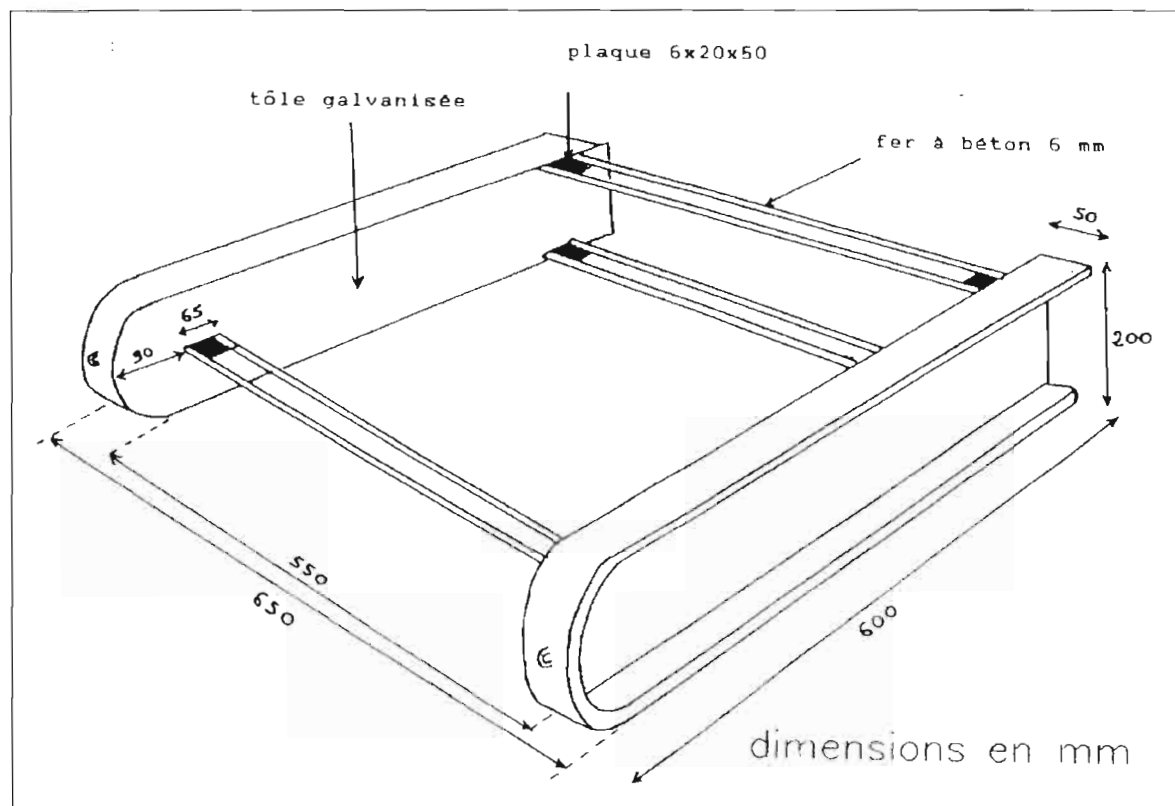


Figure 6.2.I : Plan du cadre du filet traîneau utilisé sur la rivière Cayenne en 1989 (d'après Lhomme, 1989).



Photo 6.2.I : Vue du chalut traîneau utilisé en 1989 dans l'estuaire de la Rivière Cayenne (d'après Lhomme, 1989 ; cliché Lhomme).

6.2.1.d. le chalut-luge

Cet engin de pêche est inspiré des chaluts à perche des pêcheries artisanales d'Europe. Le modèle destiné à être manoeuvré par une petite embarcation motorisée, sur les fonds des estuaires, est la réplique, à petite échelle, de celui qui a été utilisé plus tard, pendant la campagne "Epaulard" sur la frange littorale (fig. 6.2.II). La poche de filet a un maillage de 16 mm. Une chaîne est fixée en pendentif devant l'ouverture du chalut afin de gratter le fond et faire sortir les organismes enfouis dans les premiers centimètres du substrat.

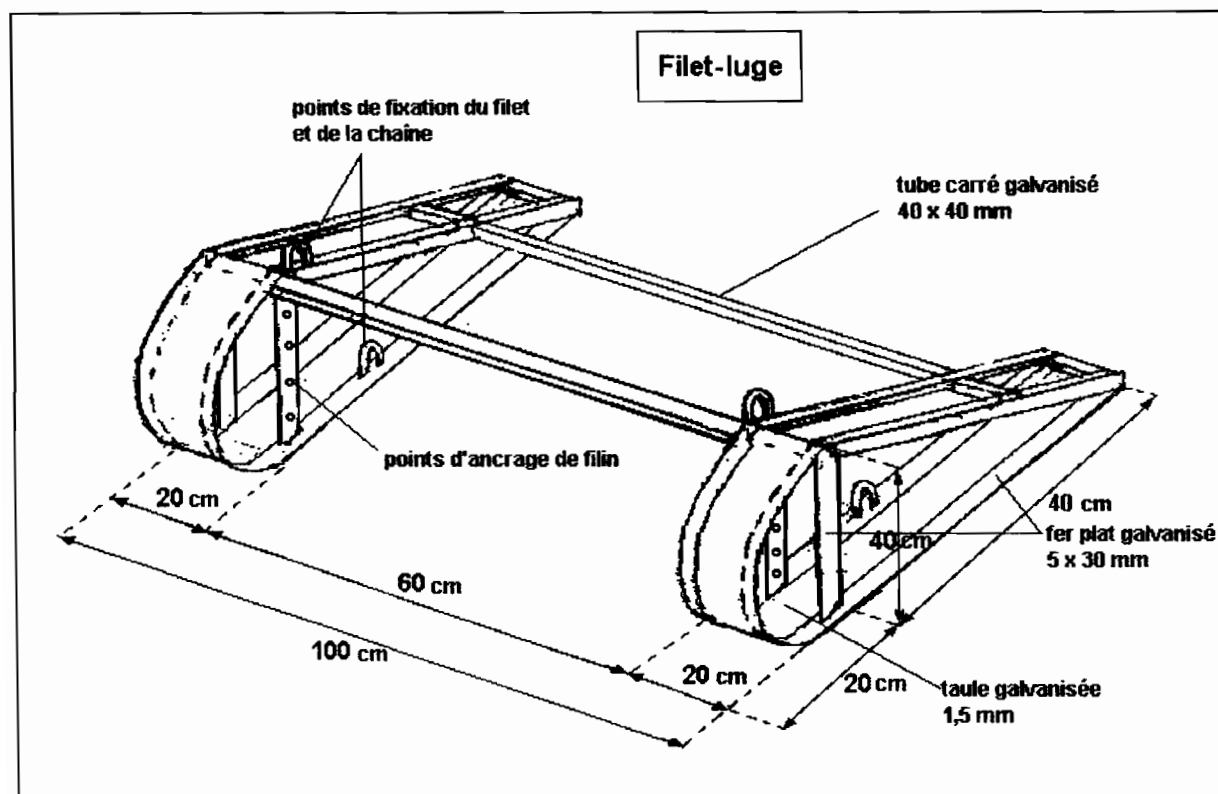


Figure 6.2.II : Plan du cadre du chalut-luge utilisé en 1994 sur les estuaires de la rivière Cayenne et du fleuve Organabo.

6.2.2. Résultats

6.2.2.a. Estuaire de la rivière Cayenne

Une série d'échantillonnages au filet-traîneau a été réalisée au premier trimestre 1989 dans la rivière de Cayenne, sur la rive gauche, sur les fonds sableux de la Pointe Macouria (Cf. fig.3.3.II). Il s'agit de prélèvements pendant le flot, en vives et mortes-eaux. Les juvéniles de *Penaeus subtilis* ont été mesurés au pied à coulisse. On dispose des résultats de 6 séries d'échantillonnages entre le 4 janvier et le 7 avril (fig. 6.2.III).

La distribution des fréquences de taille du total des échantillons est unimodale, 46 % des juvéniles capturés ayant une taille comprise entre 25 et 35 mm LT. S'agissant d'une espèce à croissance rapide, l'histogramme total d'échantillons prélevés sur une durée de 3 mois apporte essentiellement des indications sur la taille de capture liée à l'engin de pêche utilisé. La juxtaposition des courbes de fréquences de taille des échantillons ne fournit pas les informations que l'on aurait pu attendre sur la croissance des cohortes. De plus, à cette période, on ne dispose pas d'indice de recrutement postlarvaire fiable ; en effet, les échantillonnages de postlarves à la station aval de la rivière Cayenne (station "Cayenne-plage") n'ont débuté qu'en juin de la même année. Il n'est donc pas possible de relier avec précision la cohorte de juvéniles de mode 25-30 mm, observée sur les données du 4 janvier (fig. 6.2.III) à un pic de recrutement en postlarves. La progression des modes est toutefois perceptible sur les deux premières courbes. La comparaison des longueurs moyennes des échantillons du 4 et du 14 janvier conduit à une croissance de 2 mm en 10 jours, soit de 6 mm par mois. Cette évaluation est très inférieure aux estimations avancées chez des espèces similaires dans d'autres régions.

Par la suite, des échantillonnages sur le banc de sable de la Pointe Macouria, au filet à plancton de 2 mm de côté de maille et au haveneau, ont permis de capturer des juvéniles destinés à des expérimentations en aquarium. Ce dernier engin de pêche apparaît comme le plus pratique sur les plages de sable et son efficacité sur les pénéidés juvéniles est excellente (fig. 6.2.IV).

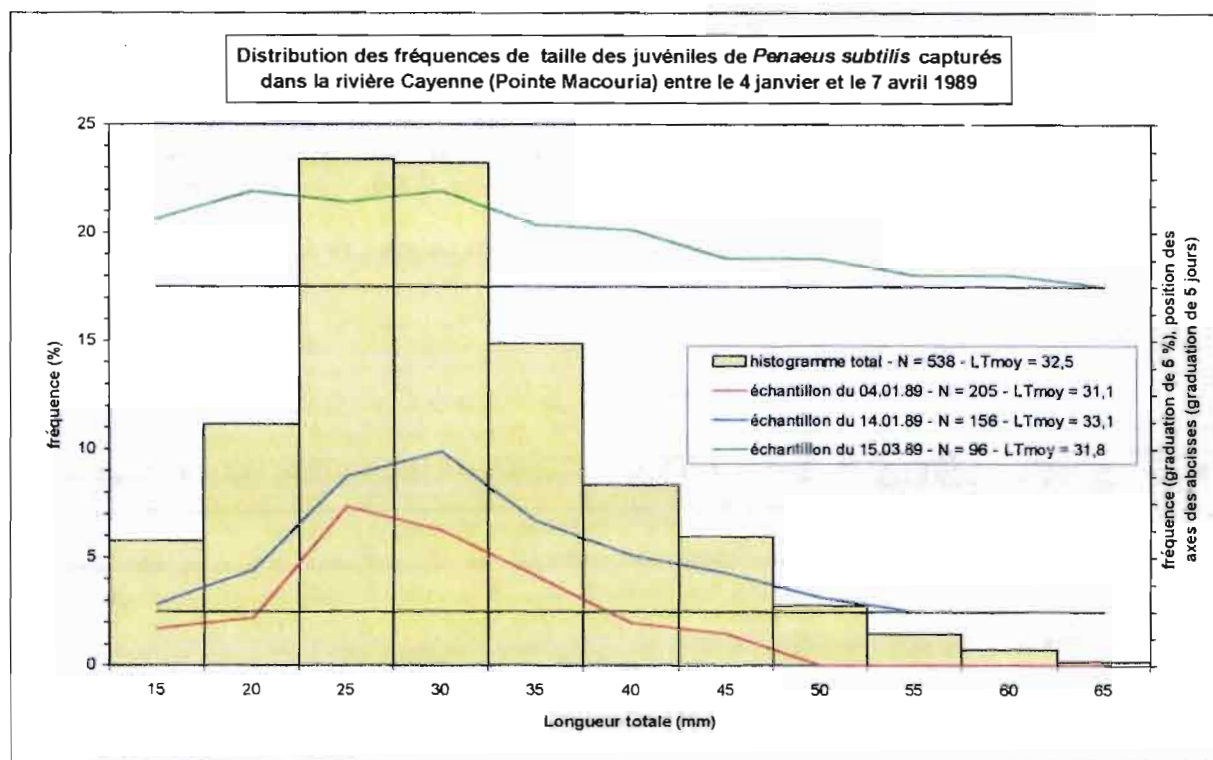


Figure 6.2.III : Distribution des fréquences de taille des juvéniles de *Penaeus subtilis* capturés dans la rivière Cayenne, sur le banc de la Pointe Macouria, entre le 4 janvier et le 7 avril 1989. Les courbes des fréquences de taille des échantillons d'effectif supérieur à 50, sont représentées en fonction du temps.

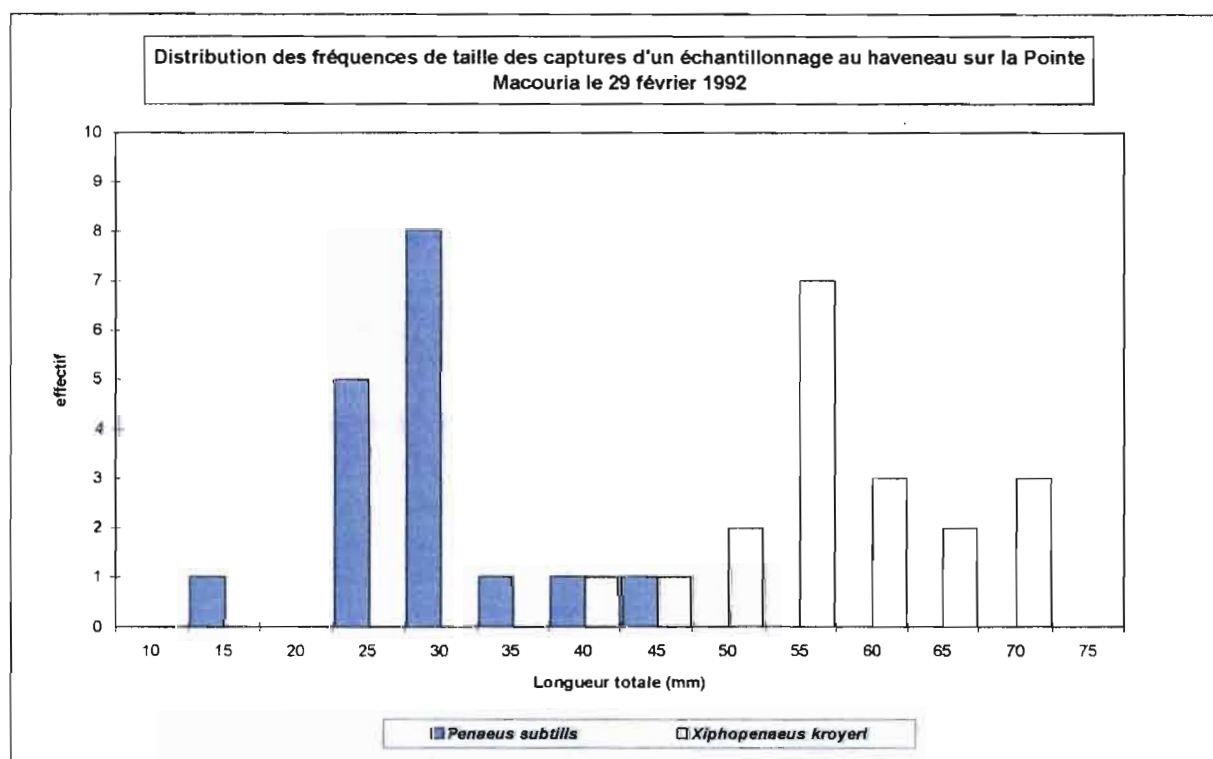


Figure 6.2.IV : Exemple de distribution des fréquences de taille de juvéniles de *Penaeus subtilis* et *Xiphopenaeus kroyeri* capturés au haveneau dans la rivière Cayenne, sur le banc de la Pointe Macouria, le 29 février 1992.

La zone située immédiatement en amont de la Pointe Macouria a été considérée comme une nurserie de *Penaeus subtilis* (Lhomme, 1989). En fait, des échantillonnages pendant le jusant montrent que les juvéniles ne stationnent pas dans la rivière de Cayenne ; des observations quotidiennes en 1994, avec des prélèvements au haveneau indiquent que les juvéniles de *Penaeus subtilis* arrivent dans cette zone au flot, lorsque le niveau de la mer franchit le banc de sable et de vase qui s'étend de la Pointe Macouria à la roche Paule (Cf. fig. 3.3.II). La nurserie de *Penaeus subtilis* se situe essentiellement dans l'anse de Macouria côté mer ; les juvéniles qui s'y développent profitent du flot pour effectuer une intrusion en estuaire pour se nourrir ; la zone des bancs de vase joue un rôle de nurserie, tandis que les estuaires contribuent à l'apport alimentaire de façon analogue à ce qui a été observé en Malaisie (Chong *et al.*, 1990).

6.2.2.b. Relation biométrique en estuaire

Des échantillons ont donné lieu à des mesures de longueur totale (LT) et céphalothoraciques (LC). La longueur totale est mesurée entre l'extrémité du rostre et l'extrémité du telson. La longueur céphalothoracique est mesurée de la base du pédoncule oculaire à l'extrémité de la carapace. Toutes les mesures en LC ont été réalisées au micromètre optique ainsi que les mesures en LT des postlarves. Les mesures en LT des juvéniles ont été effectuées au pied à coulisse.

Une relation entre la longueur céphalothoracique et la longueur totale a été établie (fig. 6.2.V). Cette relation est utile ; on préfère mesurer LC, ce qui est réalisable dans la plupart des cas, et obtenir la longueur LT par la relation, plus parlantes, mais qui ne peut être obtenue que sur des échantillons en bon état ; or fréquemment, le rostre des crevettes est sectionné ou l'abdomen endommagé.

Les résultats de ces mesures conduisent à la relation :

$$LT \text{ (mm)} = 3,7725 LC \text{ (mm)} + 0,7903$$

Un travail analogue a concerné *Xiphopenaeus kroyeri* et *Nematopaemon schmitti*.

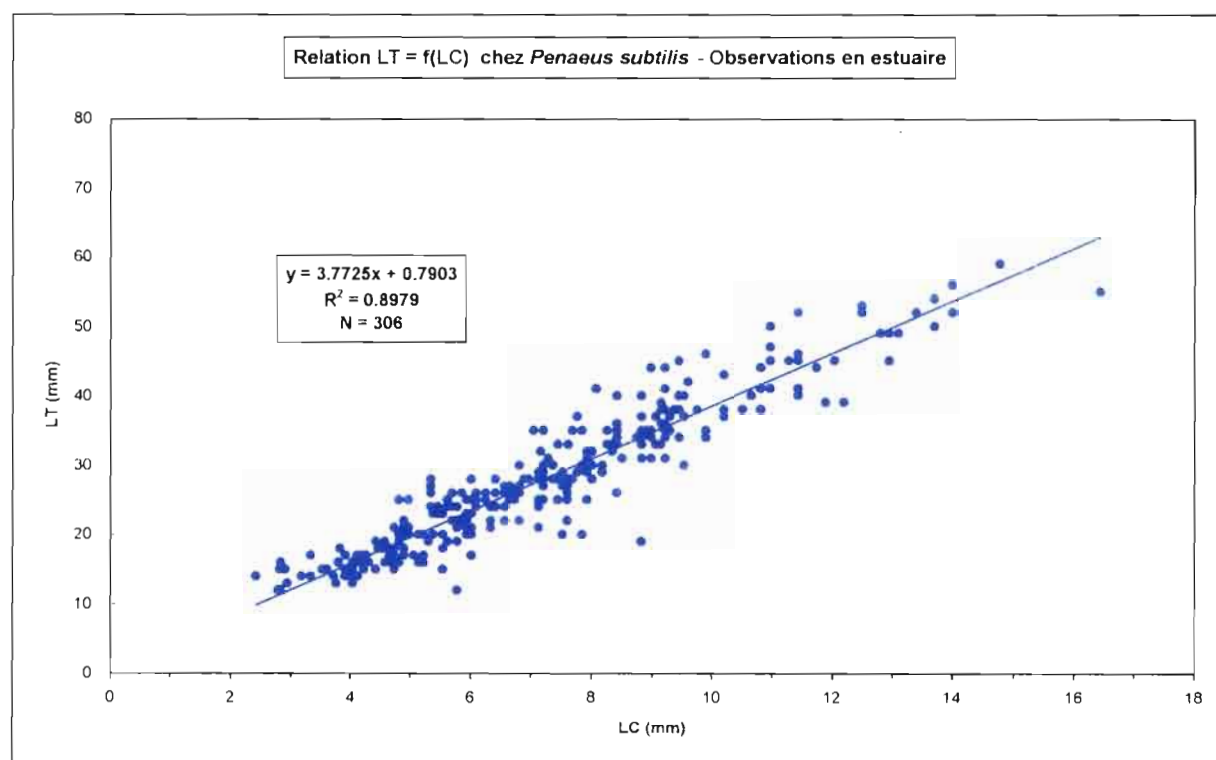


Figure 6.2.V : Relation entre la longueur céphalothoracique et la longueur totale observée chez *Penaeus subtilis* à partir de mesures sur des individus capturés dans les estuaires de Guyane au filet à plancton.

6.2.2.c. Evaluation de la croissance en milieu naturel

Les variations des tailles moyennes des juvéniles sur une longue période présentent des amplitudes élevées, et on note une coïncidence avec les variations des abondances en juvéniles, moyennant un décalage sur l'axe des temps des maxima de taille moyenne par rapport aux pics d'abondance (fig. 6.2.VI). On a vu également que les pics d'abondance des juvéniles apparaissent entre 1 et 2 mois après celui des abondances des postlarves.

Pour évaluer la croissance en milieu naturel, on a calculé la longueur moyenne sur chaque série d'échantillons récoltés en vives-eaux et on lui a attribué une cohorte de recrutement en postlarves sur la base des abondances observées sur le même estuaire en vives eaux.

Les mensurations de postlarves ont montré qu'en moyenne, leur taille est de 2,2 mm LC (soit 9 mm LT) lorsqu'elles apparaissent dans les estuaires. La différence entre les tailles moyennes observées chez les juvéniles et cette valeur permet d'évaluer une croissance journalière moyenne.

L'analyse porte sur 25 séries d'échantillons de juvéniles totalisant 626 individus récoltés sur l'estuaire de l'Organabo. Les juvéniles mesurent entre 4 mm LC (16 mm LT) et 18 mm LC (69 mm LT).

La croissance moyenne est évaluée à **0,23 mm LC/24 h** soit **0,88 mm LT/24 h**, l'écart-type est de 0,08 mm LC/24 h. Cette estimation conduit à une croissance de **26 mm LT/mois**, valeur comparable à celles avancées chez des espèces très voisines (Cf. § 6.5, tab. 6.5.II) et du même ordre que celles indiquées par Rossignol (1972a) dans le marais Sarcelle.

D'après cette estimation de la croissance, la migration des juvéniles en mer qui a lieu lorsque leur taille atteint 70 à 85 mm LT ; se situerait entre 2,3 et 2,9 mois après l'arrivée des postlarves dans les nourriceries. En considérant que la taille de première capture dans la pêcherie est de 115 mm, le recrutement dans le stock exploité surviendrait 4 mois après le prérecrutement postlarvaire. Cette dernière évaluation rejoint celle qui découle d'une autre approche présentée plus loin (Cf. § 9).

Ces premiers résultats sur la croissance des jeunes crevettes *Penaeus subtilis* dans les nourriceries du milieu margino-littoral de la Guyane sont positifs mais ils doivent néanmoins être confirmés par l'analyse de mensurations sur les échantillons récoltés dans les estuaires de la rivière Cayenne et du fleuve Sinnamary, dont les données n'ont pas encore été dépouillées en totalité.

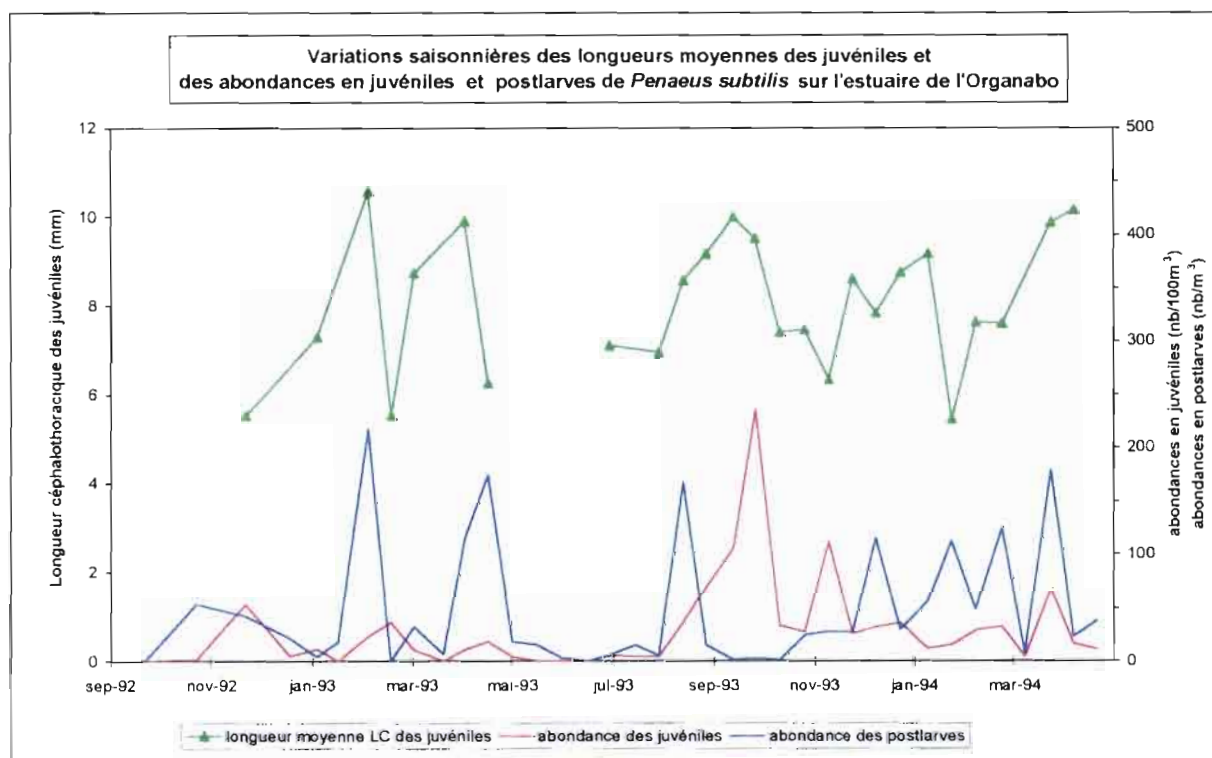


Figure 6.2.VI : Variations saisonnières des longueurs moyennes des juvéniles, des abondances de juvéniles et de postlarves de *Penaeus subtilis* sur l'estuaire de l'Organabo.

6.3. Expérimentations sur des juvéniles en captivité

Ce paragraphe reprend les résultats du rapport de stage de Ledouble (1992) sur le thème : "maintien en captivité et suivi de la croissance de juvéniles de *Penaeus subtilis*". Les analyses sont cependant réactualisées, car l'expérimentation s'est poursuivie après le départ de l'étudiant.

6.3.1. Présentation

Le but de cette étude est d'observer le comportement en aquariums de juvéniles de *Penaeus subtilis* vis à vis de variations des paramètres physico-chimiques et d'évaluer leur croissance. Trois expériences ont été réalisées.

Durant le premier essai, on a comptabilisé à la fois la mortalité et le nombre de mues.

Au cours du second, ces observations se sont poursuivies et, de plus, certains facteurs physico-chimiques susceptibles d'influencer à la fois la mortalité et la croissance des animaux sont mesurés régulièrement : l'oxygène dissous, la salinité, la quantité de nitrite et de gaz carbonique ainsi que le pH. La croissance a été étudiée, en mesurant de façon hebdomadaire ou bimensuelle la longueur totale LT de chaque animal, puis en essayant de la corrélérer avec les paramètres physico-chimiques.

Le dernier essai a consisté à suivre la mortalité et la croissance sur une courte période.

6.3.2. Matériels et techniques

L'expérimentation a eu lieu dans 4 aquariums, numérotés 1, 2, 3, et 4, de volumes respectifs 100 l, 70 l, 40 l, et 65 l.

- Filtration biologique et mécanique

Les systèmes de filtration adoptés pour chaque aquarium sont similaires : un filtre externe, composé successivement d'une maille en fibre synthétique (Perlon) retenant les matières en suspension, d'une mousse à cellule ouverte assurant une filtration biologique, et d'un sachet contenant une substance commercialisée par la firme Nitrex, permettant une colonisation bactérienne du filtre plus rapide et plus efficace ; le débit du filtre extérieur est d'environ 250 l/h. Dans les aquariums 3 et 4, une filtration sous sable est ajoutée.

- Stérilisation U.V.

En vue d'éviter l'apparition de bactéries pathogènes, un système de stérilisation par rayons ultra-violet est monté sur chaque aquarium. La puissance du tube est de 7 W, et le débit dans le système U.V. d'environ 100 l/h.

- L'eau utilisée

L'eau est directement prélevée dans les estuaires où les juvéniles sont capturés, et est utilisée après décantation des matières en suspension. Sa salinité est en général comprise entre 12 et 18 ‰.

- Renouvellement de l'eau

Afin d'éviter une trop forte accumulation de nitrates, résultat de la filtration biologique, et de permettre l'évacuation d'une partie de l'ammoniaque et des nitrites, l'eau est renouvelée périodiquement au moyen d'un système de goutte-à-goutte et de trop-plein, à raison de 1 l d'eau par aquarium.

- Régulation de la température

Dans chaque aquarium, la température est régulée à l'aide d'une résistance électrique. Elle est maintenue autour de la valeur de 30°C, température correspondant à celle du milieu naturel. Ce mode de régulation est possible en raison de la climatisation de la pièce maintenant une température ambiante inférieure à 30°C.

- Oxygénation

L'oxygénation est assurée par une "pompe à air", et par l'utilisation de 2 diffuseurs d'air par aquarium. Dans les aquariums 3 et 4, la présence d'un "air lift", nécessaire au fonctionnement du filtre sous sable, permet une oxygénation supplémentaire. De même, le retour des filtres sous forme de petits jets agite la surface et contribue à augmenter les échanges gazeux.

6.3.3. Matériel biologique

Les juvéniles de *Penaeus subtilis*, sont prélevés dans le milieu naturel, au niveau d'estuaires, à l'aide d'un filet à plancton. Ils sont nourris à partir d'aliments composés de la marque Tétrra, utilisés en aquariophilie. Au cours du second essai, à partir du 50^{ème} jour, du poisson cru est ajouté à la ration alimentaire afin de limiter les carences pouvant provenir d'une nourriture à base d'un aliment unique. La nourriture est distribuée deux fois par jour : matin et soir. La quantité n'est pas mesurée de façon précise mais donnée sous la forme d'une pincée par aquarium ; elle peut être considérée comme équivalente à long terme pour l'ensemble des aquariums.

6.3.4. Suivi des animaux en captivité

6.3.4.a. Premier essai

La mortalité est évaluée en relevant régulièrement le nombre de crevettes présentes, et la croissance, par comptage du nombre de mues.

6.3.4.b. Deuxième essai

La mortalité est évaluée de façon analogue au premier essai. La croissance des juvéniles est suivie, par le comptage du nombre de mues et par une mesure au temps t_0 (départ de l'expérience) puis de façon hebdomadaire ou bimensuelle de la longueur totale LT de chaque individu. Pour ce faire, les individus sont prélevés à l'aide d'une épuisette et mesurés sur une réglette graduée en mm ; en raison de la difficulté de mesurer sur des animaux vivants, la précision peut être estimée à 1 mm.

Certains paramètres physico-chimiques font l'objet d'un suivi et sont mesurés le plus fréquemment possible :

- les nitrites

Connaissant l'importance de ce paramètre dans tous les milieux aquatiques fermés, il est apparu nécessaire d'en suivre l'évolution. La teneur en nitrite de chaque aquarium est mesurée par un test colorimétrique utilisé en aquariophilie amateur. Les valeurs sont approximatives.

- le dioxyde de carbone

Sa teneur est suivie de façon irrégulière, également grâce à un test colorimétrique utilisé en aquariophilie amateur. Comme dans le cas des nitrites, les valeurs sont approximatives.

- l'oxygène dissous

Le suivi de la teneur en oxygène dissous permet d'une part d'évaluer la quantité d'oxygène disponible pour le métabolisme de chaque crevette, et d'autre part de s'assurer que les bactéries "dénitrifiantes", disposent d'une quantité suffisante d'oxygène pour réaliser les transformations successives d'ammoniaque en nitrites, et de nitrites en nitrates. La concentration en oxygène dissous de chaque aquarium est mesurée grâce à un oxymètre portatif ; les mesures sont données en mg/l (ou ppm) avec une précision de 5 %.

- le pH

Le pH est mesuré par un pH-mètre électronique portatif.

- la salinité

Elle est mesurée, le plus fréquemment possible, afin de contrôler les variations dues à l'évaporation, par un salinomètre portatif avec une précision de 0,5 ‰.

6.3.4.c. Troisième essai

L'expérimentation porte sur la croissance. Deux lots de crevettes hétérogènes par la taille sont mesurées en début et fin d'expérience.

6.3.5. Résultats

6.3.5.a. Premier essai

L'expérience a duré 17 jours. Dans le premier aquarium, 3 mues sont comptabilisées et le même nombre dans le second sur des effectifs initiaux de 13 et 9 crevettes.

La mortalité en fin d'expérience est importante: 6 crevettes ont survécu sur un total initial de 24 individus, soit une mortalité de 75 %.

Le 14^{ème} jour des teneurs en nitrite supérieures à 10 mg/l sont détectées, ainsi qu'une forte quantité de nourriture restant sur le fond ; l'eau dégage une odeur d'hydrogène sulfuré ; cette dégradation de la qualité de l'eau peut être imputée à :

- une distribution de nourriture trop importante, dont l'excédent est dégradé en matière azotée et sulfurée ;
- une mise en route tardive des filtres ; en effet, il semble préférable de faire fonctionner les aquariums deux à trois semaines à vide, avec introduction de matière organique au cours des premiers jours. Cette manipulation permet d'assurer le développement des bactéries dénitrifiantes avant l'introduction des animaux que l'on souhaite maintenir en captivité. Les filtres ainsi installés sont aptes à dégrader les déchets provenant à la fois des individus et de l'alimentation non consommée dès le début de l'expérience.
- enfin, elle fait suite à une série de plusieurs jours de tempête qui débuté le 7^{ème} jour. Des changements rapides de la pression atmosphérique peuvent engendrer de telles modifications d'autant plus facilement que l'aquarium est de petite taille.

6.3.5.b. Deuxième essai

Les variations des valeurs des principaux paramètres physico-chimiques, de la mortalité et de la croissance au cours du temps sont analysées dans chaque aquarium et comparées.

Evolution des paramètres physico-chimiques

** les nitrites*

L'évolution de la teneur en nitrites est représentée sur la figure 6.3.I. D'après la courbe obtenue, on constate que, dans les aquariums 1 et 2, les concentrations ont toujours été proches de zéro. Ce phénomène peut s'expliquer par le fait que ces aquariums ont servi lors du premier essai ; les colonies bactériennes du filtre sont donc déjà installées au début du second essai. A l'inverse, les aquariums 3 et 4 montrent des pics de nitrites, allant jusqu'à des valeurs de 10 mg/l pendant plusieurs jours, pour ensuite revenir à des valeurs voisines de zéro.

** le pH*

Sur l'ensemble des aquariums, ce paramètre est relativement constant, de l'ordre de 7,5 avec des valeurs comprises le plus souvent entre 7 et 8, mais toujours supérieures à 6 (fig.6.3.II).

** l'oxygène*

De manière identique au pH, les mesures sont relativement homogènes d'un aquarium à l'autre et varient peu ; toutes les valeurs observées sont comprises entre 4,9 et 6,6 mg.l⁻¹ (fig.6.3.III). On observe que, en raison du dispositif d'aération, la teneur en oxygène est toujours relativement proche de la saturation (7,56 mg.l⁻¹ à 30°C).

** le gaz carbonique*

Après une longue utilisation, le test colorimétrique est apparu peu précis ; les résultats obtenus n'ont pas été pris en compte.

** la salinité*

Elle a tendance à diminuer, du fait de l'addition quotidienne d'eau dessalée pour compenser l'évaporation qui s'accompagne de la formation d'un dépôt de sel cristallisé sur les parois de l'aquarium non remis en solution (fig.6.3.IV). Dans certains aquariums, la salinité a dû être augmentée de façon artificielle à partir du 50^{ème} jour pour la rééquilibrer, et également aux 65^{ème} et 85^{ème} jours, où elle atteint une valeur plus élevée qu'en début d'expérience, mieux tolérée par les crevettes de plus grande taille.

L'aquarium 3 est celui qui enregistre la plus forte baisse de la salinité ; les valeurs passant de 20 ‰ à 10 ‰ en 40 jours.

La mortalité

Les effectifs initiaux par aquariums sont donnés ci-dessous :

Tableau 6.3.I : effectifs initiaux de chaque aquarium.

Aquarium	1	2	3	4	1* lots 1 et 4	total
Effectif initial	6	9	7	9	15	31

* Une fuite d'eau importante est survenue sur l'aquarium 4, au 30^{ème} jour de l'expérience ; le lot de crevettes survivantes a été transféré dans l'aquarium 1. Il en sera tenu compte dans la présentation des résultats.

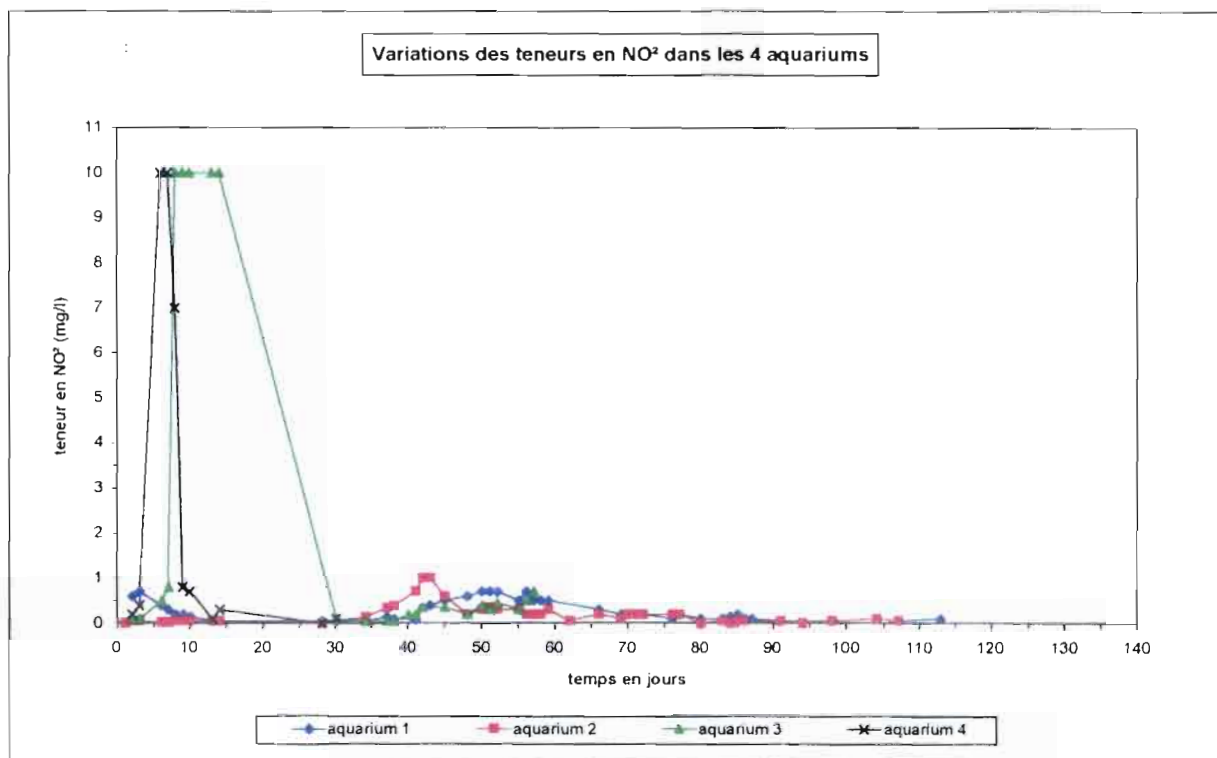


Figure 6.3.I : Variations des teneurs en nitrites au cours du temps dans les 4 aquariums.

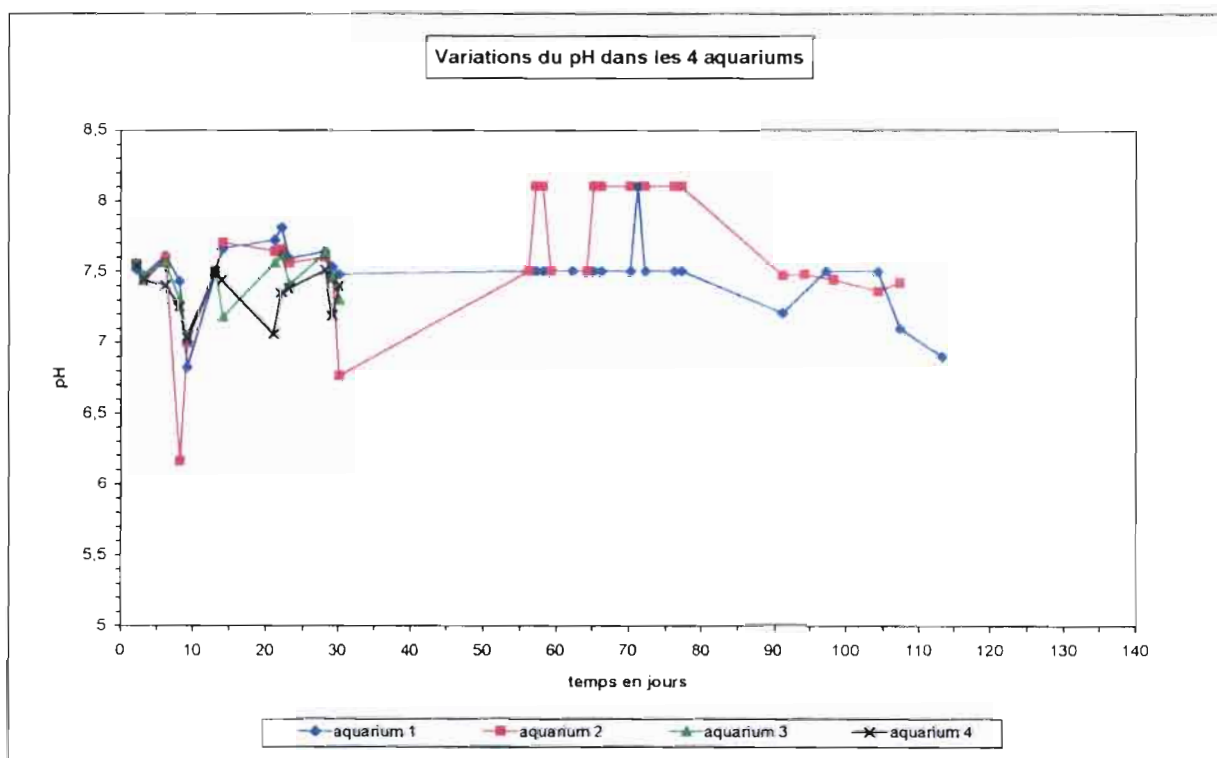


Figure 6.3.II : Variations du pH au cours du temps dans les 4 aquariums.

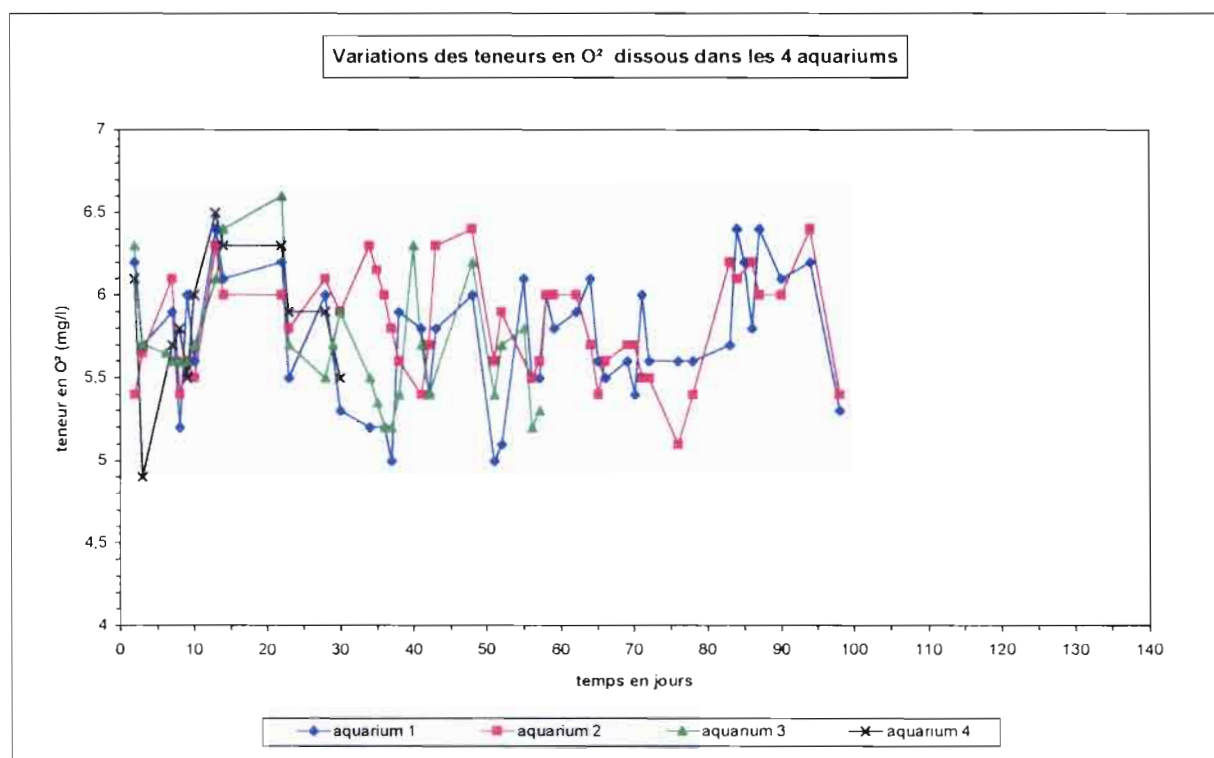


Figure 6.3.III : Variations des teneurs en oxygène au cours du temps dans les 4 aquariums.

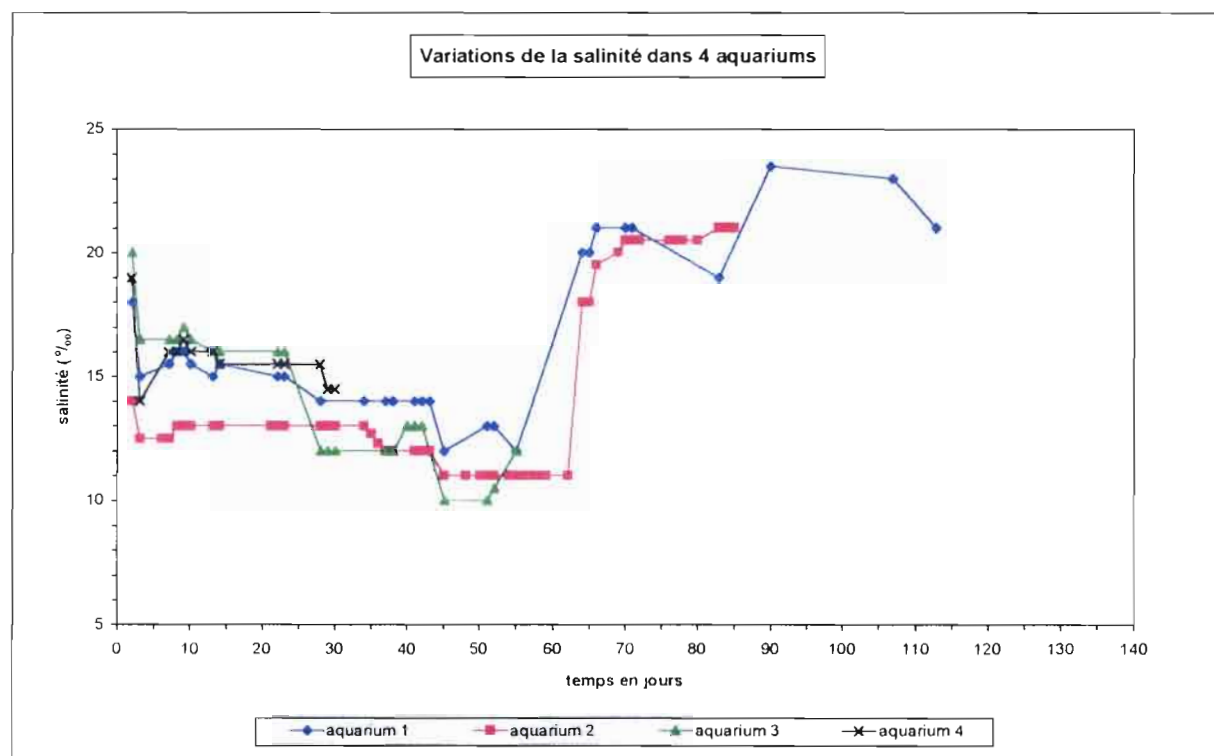


Figure 6.3.IV : Variations de la salinité au cours du temps dans les 4 aquariums.

La mortalité est définie comme le nombre de décès constatés depuis le début de l'expérience rapporté à l'effectif initial. Les variations de la mortalité observée dans chaque aquarium et sur l'ensemble de l'expérience, en fonction du temps, du début de l'expérimentation au décès de la dernière crevette, sont représentées sur un même graphique, (fig.6.3.V).

*** mortalité par aquarium**

Dans tous les aquariums, à l'exception du premier, on observe une forte mortalité dans les 3 jours qui suivent la mise en captivité ; ce phénomène peut être imputé au changement brutal de biotope (salinité, propriétés de l'eau, nourriture, etc...) ainsi qu'au stress lié à la capture et aux diverses manipulations.

les décès suivants surviennent respectivement au 38^{ème} jour dans l'aquarium 2 et au 50^{ème} jour dans l'aquarium 1 contenant les lots initiaux des aquariums 1 et 4. Ceci indique une bonne acclimatation des crevettes à la captivité et à la nourriture distribuée. A l'inverse, dans le troisième aquarium, deux décès supplémentaires sont constatés le 21^{ème} jour, soit le tiers de l'effectif initial. En se référant aux variations de la concentration en nitrites, la teneur augmente d'un facteur 10 entre le 7^{ème} et le 8^{ème} jour, puis se maintient à des valeurs supérieures à 10 mg.l⁻¹ pendant une semaine. La teneur en nitrite paraît donc avoir une influence létale sur les juvéniles de *Penaeus subtilis* au-dessus d'un certain seuil ; cette observation confirme celles du premier essai.

Une seconde hausse importante de la mortalité survient à partir du 50^{ème} jour dans l'ensemble des 3 aquariums. Dans l'aquarium 3, à partir du 52^{ème} jour, la totalité des individus disparaissent en 5 jours. De même, dans l'aquarium 2, le nombre de décès augmente rapidement entre le 57^{ème} et le 72^{ème} jour (3 décès en une semaine). En revanche, dans l'aquarium 1, la mortalité ne présente pas d'augmentation aussi élevée ; seulement 2 décès sont observés, l'un le 50^{ème} jour et l'autre 12 jours après. Dans ces trois aquariums, les paramètres physico-chimiques de l'eau ne présentent pas de fortes variations, comme dans l'aquarium 3 lors de la précédente augmentation de la mortalité. Les teneurs en nitrite sont néanmoins légèrement plus élevées en comparaison des valeurs observées après le 60^{ème} jour, tout en restant inférieures à 1 mg/l ; la teneur en oxygène connaît une diminution sensible ; enfin la salinité atteint ses valeurs les plus basses dans les aquariums 2 et 3 où elle est respectivement de 11 et 10 ‰.

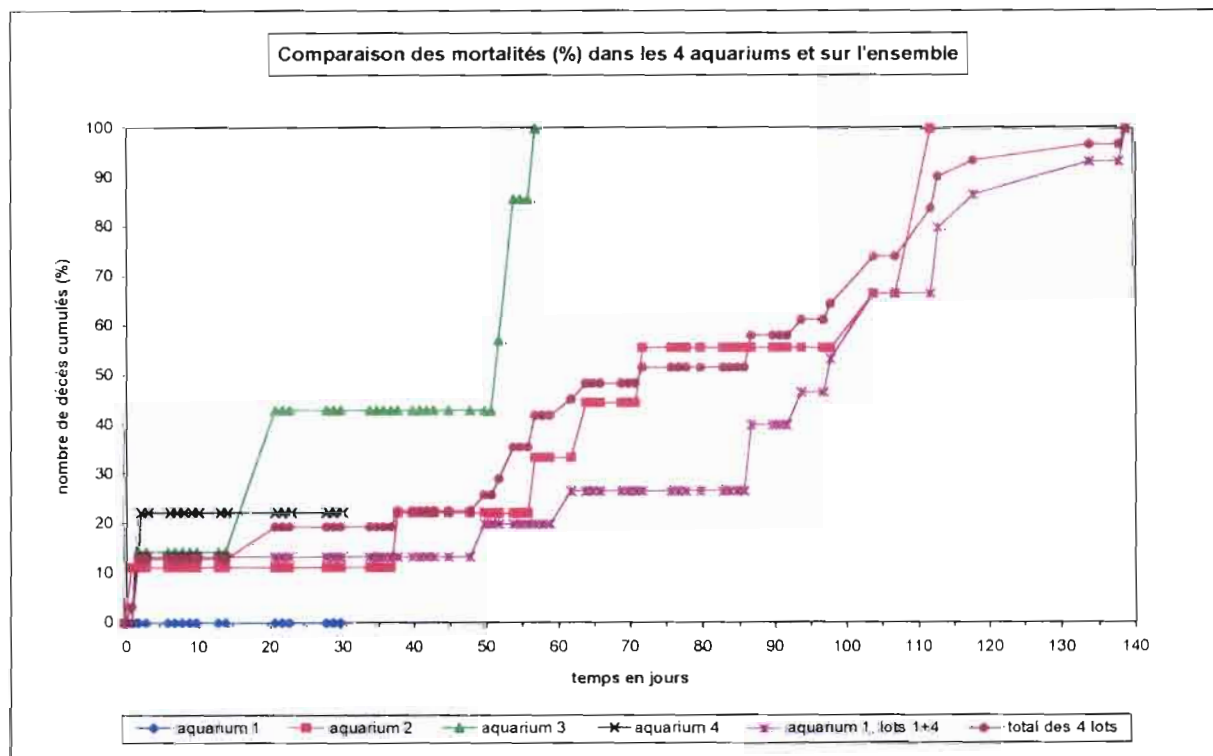


Figure 6.3.V : Comparaison des mortalités cumulées dans les 4 aquariums.

Selon Rossignol (1972a), les jeunes *Penaeus subtilis*, arrivés à une taille de 70-85 mm, migrent vers des eaux plus marines. Or les tailles moyenne, de chaque groupe sont au 48^{ème} jour, peu avant l'apparition de cette forte mortalité, de 66, 67 et 68 mm LT. En supposant que la croissance en aquarium est inférieure à celle en milieu naturel, ces crevettes peuvent être proches d'avoir atteint le stade sub-adulte, marqué par le départ en migration vers des eaux plus salées. Or les salinités sont relativement faibles par rapport aux valeurs rencontrées dans les eaux que fréquentent des animaux de cette taille. On peut donc supposer que cette importante hausse des mortalités est due à une salinité trop faible, ne correspondant plus à la physiologie des individus de cet âge et liée à des problèmes d'osmorégulation.

A partir de 65^{ème} jour, la salinité est augmentée artificiellement, jusqu'à des valeurs approchant 18 ‰ ; une légère diminution de la mortalité est alors constatée. Aucun décès n'est enregistré dans l'aquarium 2 jusqu'au 104^{ème} jour ; puis les dernières crevettes décèdent en 8 jours ; les dernières mensurations effectuées le 83^{ème} jour sur ce lot conduisent à une taille moyenne de 77,3 mm LT et une taille maximale de 82 mm LT. Dans l'aquarium 1, le nombre de crevettes survivantes au 86^{ème} jour est de 11 sur un effectif initial de 15 et leur taille moyenne est de 71 mm LT au 83^{ème} jour. La mortalité augmente ensuite, en dépit d'une élévation de la salinité à 23,5 ‰. La dernière crevette meurt le 138^{ème} jour, après 4,5 mois de captivité et elle mesure 83 mm LT.

La taille de l'aquarium et la densité en crevettes semblent jouer un rôle important sur la mortalité. On constate en effet que les survies les plus importantes sont enregistrées dans les aquariums les plus volumineux (tab. 6.3.II). Le phénomène est bien connu des aquariophiles : généralement plus le volume d'eau est important, plus le milieu artificiel sera stable. On sait, par exemple, que des variations de pression atmosphérique survenant peu après la mise en eau peuvent être à l'origine d'une forte montée en nitrite. De fortes densités de peuplement de l'aquarium peuvent également jouer un rôle néfaste sur la stabilité du milieu ; mais dans le cas de cette expérience, elles sont faibles.

Tableau 6.3.II : Densités maximales dans chaque aquarium et survies maximales.

Aquarium	1	2	3	4	1 lots 1 et 4
Volume (l)	100	70	40	65	100
Effectif maximal	6	9	7	9	13
Densité maximale (nombre/hl)	6,0	12,9	17,5	13,9	13
survie maximale (jours)	-	111	56	-	138

*** mortalité sur l'ensemble des lots**

L'ensemble des 4 lots de juvéniles de *Penaeus subtilis* réunit un effectif initial de 31 individus. Les variations de la mortalité en fonction du temps confirment la présence de 3 périodes de mortalité importante :

- la première a lieu pendant les tout premiers jours ; la mortalité atteint 13 % des animaux en 2 jours ; elle est provoquée par les stress consécutifs à la capture, les manipulations diverses et le changement et l'instabilité du milieu d'accueil.
- la seconde apparaît entre le 50^{ème} et le 65^{ème} jour ; la mortalité passe de 22 % à 48 % en 15 jours ; elle survient lorsque les salinités sont les plus faibles dans tous les aquariums et lorsque la taille des animaux approche celle des juvéniles partant en migration dans la nature ce qui correspond à un changement physiologique.
- la troisième survient après le 97^{ème} jour ; la mortalité passe de 61 % à 84 % en 15 jours ; les crevettes ont alors entre 75 et 82 mm LT et ont dépassé la taille à la migration.

Il faut remarquer que tous les cadavres de juvéniles n'ont pas été retrouvés, seule l'absence des crevettes a été notée. Dans la littérature, notamment à propos des essais d'élevage, le cannibalisme des crevettes a souvent été mentionné ; les individus venant de muer y sont particulièrement exposés ; ce comportement a pu être observé à plusieurs reprises lors de ces expériences.

En conclusion, il apparaît en fin d'expérience que les décès, dans leur majeure partie sont survenus immédiatement après la mise en aquarium (13 % du total de décès sont observés durant les deux premiers jours), les suivants, en l'absence de variation brutale du milieu, sont probablement dus au cannibalisme ou à une modification physiologique des animaux arrivant au stade sub-adulte, la salinité existante ne correspondant plus à leurs exigences.

Il faut souligner la forte diminution de la mortalité entre les deux essais : 75 % de la population a disparu en 17 jours au cours du premier essai, contre 74 % en 107 jours au cours du second ; ces résultats sont probablement dus à une meilleure efficacité de la filtration biologique.

La croissance

Le jour de leur capture, au temps initial j_0 , les crevettes sont mesurées et réparties dans les différents aquariums selon leur taille pour former des lots homogènes. Par la suite, tous les individus survivants de chaque aquarium sont mesurés après 8, 23, 34, 41, 48, 54, 64, 76 et 83 jours de captivité. Afin d'essayer de caractériser au mieux l'évolution des tailles observées, la longueur totale moyenne de chacun des lots est calculée ainsi que son écart-type (tab. 6.3.II). L'accroissement moyen est estimé pour chaque série de mensuration sur chaque lot par la différence entre la longueur moyenne à la date de mesure et celle au premier jour de l'expérimentation. L'accroissement journalier est estimé par la différence des longueurs moyennes observées lors de deux mensurations consécutives sur un même lot, rapportées au nombre de jours séparant les deux séries de mesure.

L'analyse des variations des tailles moyennes au cours du temps montre que les croissances sont relativement similaires dans les différents lots (fig.6.3.VI).

L'étude de l'accroissement moyen (tab. 6.3.IV et fig. 6.3.VII) calculé par rapport à la taille moyenne du lot ou de leur ensemble apporte peu d'informations complémentaires, puisque la transformation effectuée consiste en un changement d'axe ; ce procédé permet de ramener par une translation les courbes de croissance à une même origine. Cette expression de la croissance est parfois préférée à la première ; elle permet de mieux visualiser la similitude observée entre les différents lots.

D'après les études sur d'autres pénéidés en milieu naturel, les courbes de croissance présentent deux phases distinctes :

- la première, où la croissance est linéaire et rapide, correspond aux stades juvéniles.
- la seconde, où la courbe s'infléchit ; la croissance des crevettes, arrivées au stade subadulte, se ralentit ; au cours de cette phase apparaît un dimorphisme sexuel par la taille qui est général chez les crevettes pénéidés, et les mâles ont alors une croissance plus faible et moins rapide que les femelles.

Tableau 6.3.III : Evolution dans le temps de la moyenne (m) et de l'écart-type (s) des longueurs totales (exprimées en mm LT) de chaque lot de crevettes et de l'ensemble ; (n) désigne l'effectif mesuré.

Les valeurs mises entre parenthèses correspondent à la période où les lots 1 et 4 étaient dans deux aquariums différents.

Jours		Aquarium 1	Aquarium 1 lots 1 & 4	Aquarium 2	Aquarium 3	Aquarium 4	Total
j 0	m, n s	61,8 6 2,23	(52,1) (15) (8,90)	55,6 9 2,30	51,6 7 2,82	45,7 9 4,24	53,0 31 6,54
j 8	m, n s	64,3 6 2,07	(56,9) (13) (8,19)	59,5 8 3,38	55,0 6 2,19	50,6 7 5,35	57,3 27 6,14
j 23	m, n s	67,0 6 2,53	(60,3) (13) (7,75)	62,0 8 2,73	61,3 4 0,96	54,6 7 5,62	61,0 25 5,74
j 34	m, n s		60,0 13 7,31	62,8 8 1,98	64,0 4 1,41		61,5 25 5,56
j 41	m, n s		62,4 13 6,31	65,3 7 2,98	65,8 4 2,99		63,8 24 5,17
j 48	m, n s		65,7 13 5,42	68,4 7 2,23	67,5 4 1,73		66,8 24 4,31
j 54	m, n s		67,8 12 4,37	68,7 7 2,69	70,0 1 -		68,2 20 3,71
j 64	m, n s		70,6 11 4,08	72,0 5 2,65			71,1 16 3,66
j 76	m, n s		70,8 10 4,10	76,3 4 5,19			72,4 14 4,94
j 83	m, n s		70,9 10 4,15	77,3 4 5,85			72,7 14 5,36
j 138	m, n s		83,0 1 -				83,0 1 -

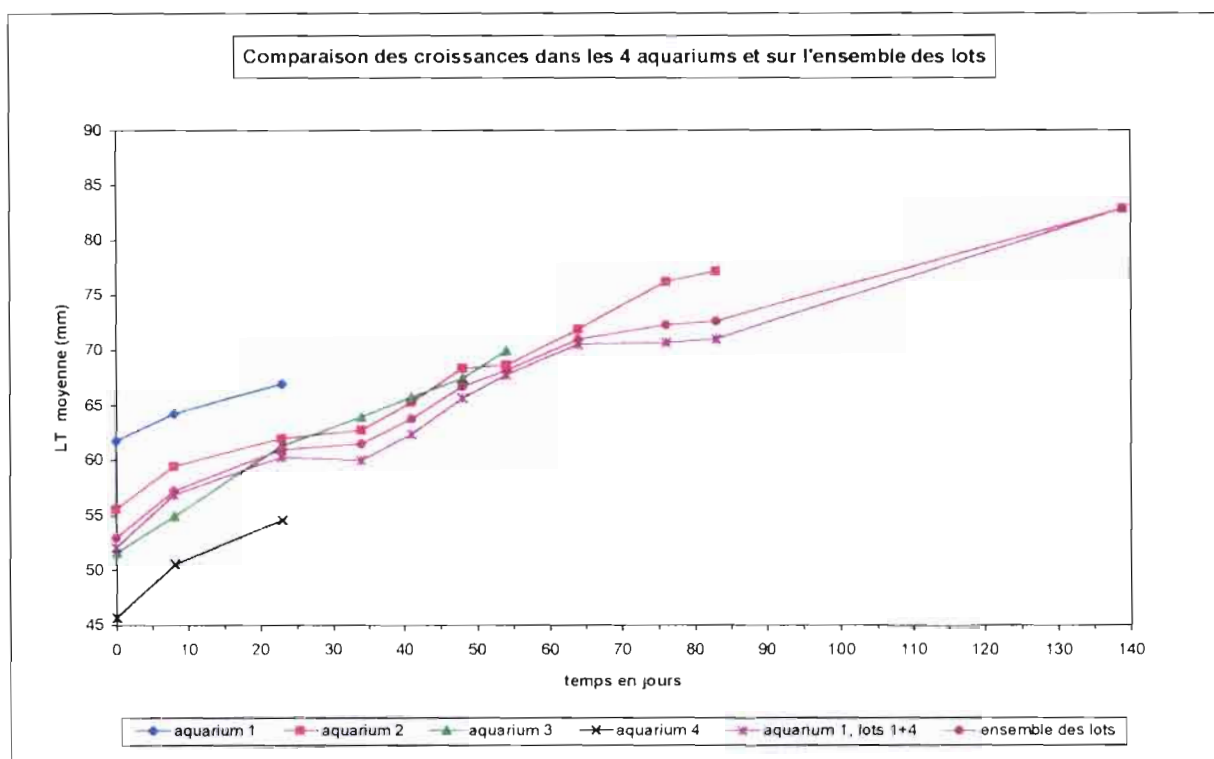


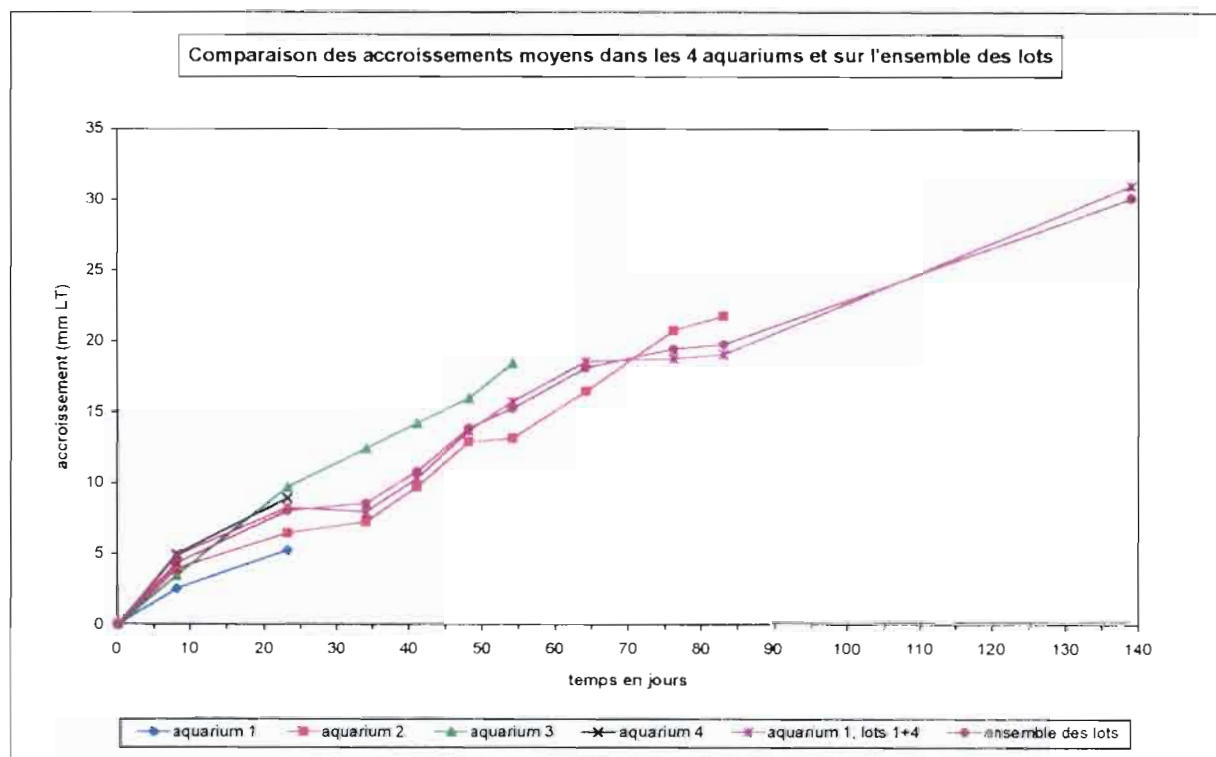
Figure 6.3.VI : Comparaison des croissances observées dans les 4 aquariums et sur l'ensemble des lots.

Tableau 6.3.IV : Evolution dans le temps de l'accroissement moyen de chaque lot de crevettes et de l'ensemble, exprimé en mm LT.

jours	Aquarium 1	Aquarium 1 lots 1 & 4	Aquarium 2	Aquarium 3	Aquarium 4	Total
j 8	2,50	4,80	3,90	3,40	4,90	4,26
j 23	5,20	8,20	6,40	9,70	8,90	8,00
j 34		7,90	7,20	12,40		8,52
j 41		10,30	9,70	14,20		10,79
j 48		13,60	12,80	15,90		13,79
j 54		15,70	13,10	18,40		15,20
j 64		18,50	16,40			18,06
j 76		18,70	20,70			19,36
j 83		19,00	21,70			19,71
j 138		30,90				30,00

Dans le cas de cette expérimentation la plupart des courbes de croissance obtenues sont de forme linéaire. Le lot de l'aquarium 1 présente une rupture de pente peu marquée à partir du 65^{ème} jour. La courbe de croissance du lot de crevettes de l'aquarium 2 présente l'amorce d'un fléchissement de la pente entre le 77^{ème} et le 84^{ème} jour. L'absence de mesure sur le lot de l'aquarium 1 entre le 84^{ème} et le 138^{ème} jour et sur celui de l'aquarium 2 entre le 84^{ème} et le 112^{ème} jour, amène à considérer ce résultat avec prudence.

L'étude de l'accroissement journalier moyen entre deux séries de mensurations consécutives permet de préciser l'effet de changements de conditions opératoires sur la croissance des animaux en captivité (tab. 6.3.V et fig.6.6.VIII).



Figures 6.3.VII : Comparaison des accroissements moyens observés dans les 4 aquariums et sur l'ensemble des lots.

Tableau 6.3.V : Evolution dans le temps de l'accroissement journalier de chaque lot de crevettes et de l'ensemble, exprimé en $10^{-1} \times \text{mm LT} / 24 \text{ h}$. L'équivalent exprimé en mm LT par mois, est également indiqué dans le cas du total.

jours	Accroissement moyen $10^{-1} \times \text{mm}/24 \text{ h}$						mm/mois
	Aquarium 1	Aquarium 1 lots 1 & 4	Aquarium 2	Aquarium 3	Aquarium 4	Total	Total
j 0 - j 8	3,13	6,00	4,88	4,25	6,13	5,33	16,0
j 8 - j 23	1,80	2,27	1,67	4,20	2,67	2,49	7,5
j 23 - j 34		-0,27	0,73	2,45		0,47	1,4
j 34 - j 41		3,43	3,57	2,57		3,24	9,7
j 41 - j 48		4,71	4,43	2,13		4,29	12,9
j 48 - j 54		3,50	0,50	4,17		2,35	7,1
j 54 - j 64		2,80	3,30			2,86	8,6
j 64 - j 76		0,17	3,58			1,08	3,2
j 76 - j 83		0,43	1,43			0,50	1,5
j 83 - j 138		2,13				1,84	5,5
moyenne	2,47	2,52	2,68	3,30	4,40	2,45	7,4
écart-type	0,94	2,02	1,62	1,01	2,45	1,58	4,7

La croissance présente une forte variabilité au cours du temps. Paradoxalement les variations les plus faibles sont observées dans l'aquarium 3, où les plus fortes variations du milieu sont enregistrées. On observe deux périodes de diminution de la croissance journalière ; l'une entre le 23^{ème} et le 34^{ème} jour, l'autre à partir du 54^{ème} jour. Pendant la première, la salinité accuse une diminution régulière, sans doute a-t-elle atteint un seuil critique pour les juvéniles de *Penaus subtilis* ; la croissance est presque nulle dans l'aquarium 1 où la différence calculée entre les longueurs moyennes est négative du fait de la précision des mesures sur des animaux vivants. La seconde correspond à une augmentation rapide de la salinité mais fait suite également à des augmentations sensibles des teneurs en nitrites, dont les valeurs dépassent le seuil légal des eaux douces en France, 0,1 mg/l, qui est également recommandé dans la pisciculture (Terver, 1989). Les nitrites qui s'accumulent dans le sang portent atteinte à son pouvoir de dissolution de l'oxygène. Il est probable que, sans atteindre un seuil létal, des concentrations de 0,7 à 1,0 mg/l, comme celles qui sont

enregistrées dans les aquariums 1 et 2 entre le 40^{ème} et le 50^{ème} jour, suffisent à réduire le métabolisme d'oxygénation et à diminuer la croissance des juvéniles.

Il est intéressant de comparer ces résultats avec ceux d'une expérimentation réalisée sur des juvéniles de *Penaeus japonicus* au Centre Océanologique de Bretagne avec une technique d'élevage élaborée où l'accroissement journalier ne connaît pas de forte diminution (Cahu, 1979). On constate dans ce cas :

- Aucune influence des paramètres du milieu sur la croissance n'a pu être mise en évidence de façon certaine. Néanmoins des hypothèses peuvent être avancées sur le rôle des nitrites et plus globalement sur les composés azotés. En effet, alors que seuls les nitrites sont mesurés lors de l'expérience menée en Guyane, il apparaît que les composés ammoniacaux sont particulièrement toxiques notamment l'ammoniac gazeux dissous, NH_4^+ , pour lequel il est recommandé de ne pas dépasser le taux de 0,005 mg/l ; la toxicité de ces composés augmente avec le pH et ils sont particulièrement dangereux pour des valeurs du pH supérieures à 7,5 (Terver, 1989), valeurs qui sont enregistrées dans l'aquarium 2 à partir du 56^{ème} jour. Il apparaît également qu'il puisse exister un seuil de salinité en-deçà duquel la croissance journalière diminue et la mortalité augmente. Dans le cas de *Penaeus subtilis*, il pourrait se situer aux alentours de 10 ‰.

- En négligeant l'action des facteurs du milieu, d'un aquarium à l'autre, la croissance moyenne de la population constituée par l'ensemble des lots est de **7,4 mm/ par mois** en moyenne, le maximum étant observé pendant la première semaine avec une valeur moyenne de **16 mm par mois**. Ces valeurs sont faibles en comparaison de celles qui sont avancées chez des espèces voisines en milieu naturel (Cf.6.5.) ; elles sont très inférieures à celle estimée chez *Penaeus japonicus* en captivité, évaluée à 28,6 mm/mois (Cahu, 1979).

Les valeurs observées pourront être néanmoins considérées comme celles correspondant à un maintien en captivité, dans les conditions expérimentales suivantes:

- teneur en oxygène proche de 6 et toujours comprise entre 4,9 et 6,6 mg/l.
- teneur en CO_2 oscillant entre 4 et 10 mg/l.
- pH compris entre 6,2 et 8,1.
- alimentation à partir d'un aliment composé et poisson cru à partir du 50^{ème} jour.
- température de 30 °C
- salinité comprise entre 10 ‰ et 20 ‰ jusqu'au 65^{ème} jour puis entre 18 ‰ et 23,5 ‰

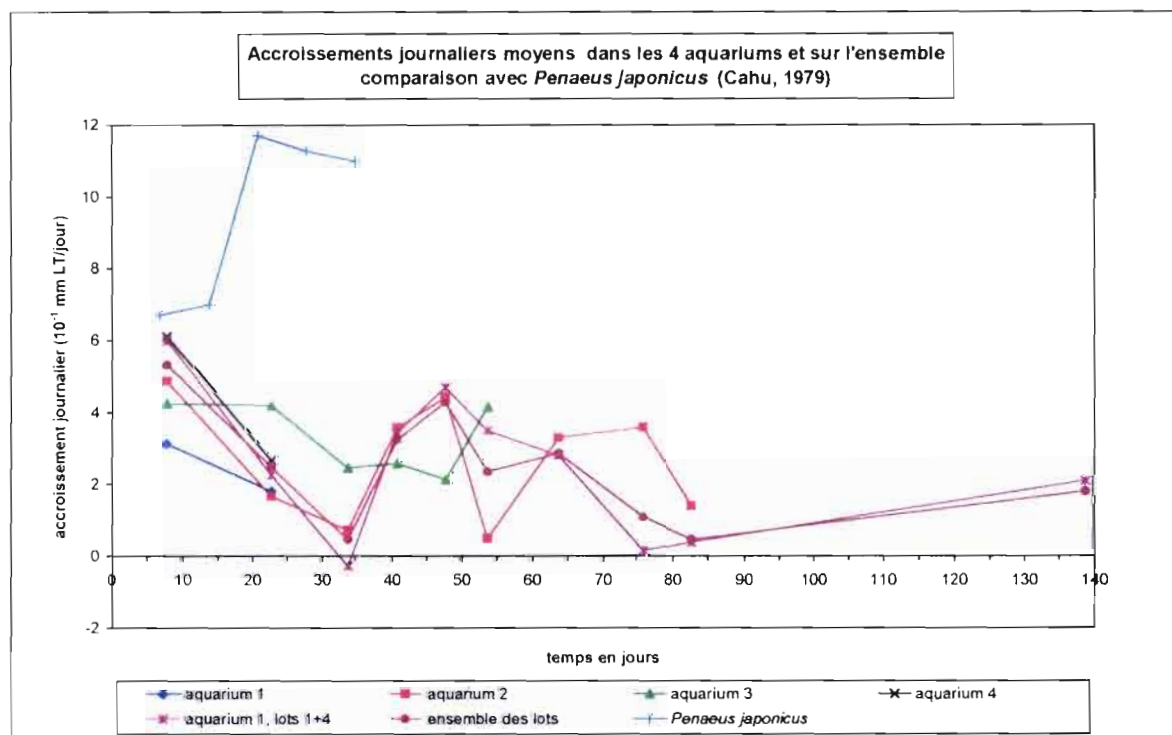


Figure 6.3.VIII : Comparaison des accroissements journaliers moyens des juvéniles de *Penaeus subtilis* dans les 4 aquariums et sur l'ensemble des lots. Comparaison avec les résultats obtenus à 26°C sur des juvéniles de *Penaeus japonicus* dont la longueur totale était comprise entre 11 et 30 mm LT et entre 35 et 74 mm en début et fin d'expérience (Cahu, 1979).

6.3.5.c Troisième essai

L'expérience a porté sur 27 juvéniles de *Penaeus subtilis* capturés au haveneau à la Pointe Macouria, sur l'estuaire de la rivière Cayenne en novembre 1993.

Deux aquariums de 40 l ont été remplis d'eau prélevée dans l'estuaire au moment du flot ; la salinité est de 21 ‰. Les aquariums ont déjà été utilisés dans les semaines qui précédaient leur mise en eau. L'ancien substrat de sable est conservé, afin d'utiliser la colonie de bactéries dénitrifiantes déjà installée. Pour la même raison, la moitié de la mousse de "Perlon" usagée qui équipait les filtres lors des essais antérieurs, est réutilisée. Les aquariums sont installés dans une pièce climatisée et sont équipés d'une résistance et d'un thermostat maintenant une température de 28-29 °C ; ils ne sont pas repeuplés avant 3 semaines pour permettre une première stabilisation du milieu.

Le lendemain de la capture, les juvéniles sont répartis entre les deux aquariums de manière que chaque lot soit le plus hétérogène possible par la taille ; les populations de chaque aquarium ainsi constituées permettent de distinguer chaque individu par sa taille et d'en suivre la croissance. Les lots sont mesurés 17 jours après leur introduction.

Les crevettes sont nourries au poisson cru.

La mortalité

Dans le premier aquarium, aucune des 15 crevettes n'est décédée. Dans le second, bien que moins peuplé, deux décès sont observés sur un effectif initial de 12. La mortalité de l'ensemble des 2 lots s'élève à 7,5 % en 17 jours soit deux fois moins que dans l'essai précédent où elle était de 12,9 au 14^{ème} jour et de 19,4 au 21^{ème} jour. Ce résultat montre l'importance qu'il y a de conserver les colonies bactériennes déjà installées et de laisser se stabiliser le milieu avant d'introduire les juvéniles ; ceci est d'autant plus probant dans ce cas où des aquariums de faible contenance sont utilisés.

La croissance

L'hétérogénéité des tailles des individus permet d'attribuer sans ambiguïté, à chaque taille mesurée le 2 décembre, une valeur lui correspondant dans la série de mesure du 15 novembre (fig. 6.3.IX et 6.3.X).

Dans le premier aquarium, lors de la seconde série de mensurations une crevette n'a pas été mesurée, enfouie dans le sable trop profondément pour être repérée ; elle était présente dans le lot quelques minutes après avoir replacé les individus mesurés dans leur aquarium. Dans la seconde série de mesures sur le lot du premier aquarium, la valeur de 39 mm LT semble élevée pour un individu qui mesurait 27 mm LT 17 jours auparavant ; il est probable qu'une erreur de lecture au moment de la saisie informatique ait été commise en attribuant cette valeur à la place de 35 ou 33 mm. La permutation des valeurs ne modifie pas les résultats de l'analyse de l'expérience ; la croissance des juvéniles de *Penaeus japonicus* en bassin montre une forte variabilité (Cahu, 1979), ce qui ne permet pas de rejeter cette valeur.

Les principaux résultats résumés dans le tableau 6.3.VI.

Tableau 6.3.VI : Principaux résultats du troisième essai dans 2 aquariums : effectifs, nombres de décès, tailles, accroissements en 17 jours, journaliers et mensuels. (nbr = nombre ; m = moyenne ; s = écart-type).

	Effectif mesuré		décès	Taille initiale (mm LT)		Accroissements LT							
	j 0	j 17	nbr	mini	maxi	mm en 17 jours				10 ⁻¹ mm / 24h		mm / mois	
						mini	maxi	m	s	m	s	m	s
aquarium 1	15	14	0	19	56	5	12	7,14	1,83	4,20	1,08	12,61	3,24
aquarium 2	12	10	2	21	55	5	10	7,90	1,79	4,65	1,05	13,94	3,16
total	27	24	2	19	56	5	12	7,46	1,82	4,39	1,07	13,16	3,21

Ces résultats suscitent quelques commentaires :

- A l'intérieur d'un même lot, les accroissements ne présentent pas de forte dispersion comme lors du second essai ; les écarts-types sont faibles comparés aux valeurs moyennes.
- Les accroissements observés sur les 2 lots sont sensiblement les mêmes, alors que les tailles initiales sont différentes (les moyennes sont respectivement de 31 et de 35 mm LT dans les aquariums 1 et 2, et l'écart-type de 11 mm dans les deux cas). On n'observe pas dans le cas étudié de relation entre la taille des juvéniles et leur accroissement ; la distribution des accroissements en fonction de la longueur totale initiale (fig. 6.3.XI) conduit à un nuage de points où ne se dégage pas

de tendance ; les coefficients de corrélation sont proches de zéro. Dans la gamme de taille testée ici, il semble que la croissance des juvéniles soit indépendante de leur longueur. La dispersion du nuage de points laisse supposer que d'autres facteurs puissent intervenir peut-être liés aux conditions expérimentales et à des facultés d'adaptation différentes selon les individus testés, comme le suggèrent également les résultats de l'essai précédent.

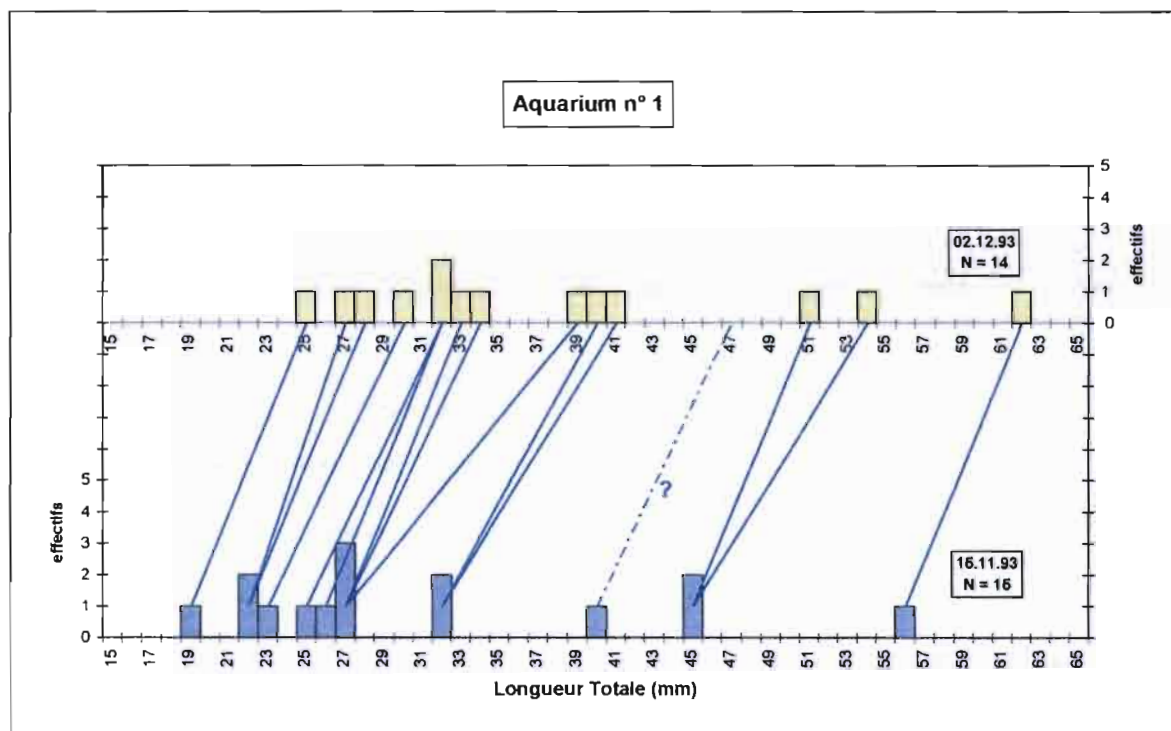


Figure 6.3.IX : Correspondances entre les tailles des deux séries de mesures effectuées sur le lot de crevette du premier aquarium. (?) = incertitude due à l'absence de mesure sur une crevette le 2 décembre.

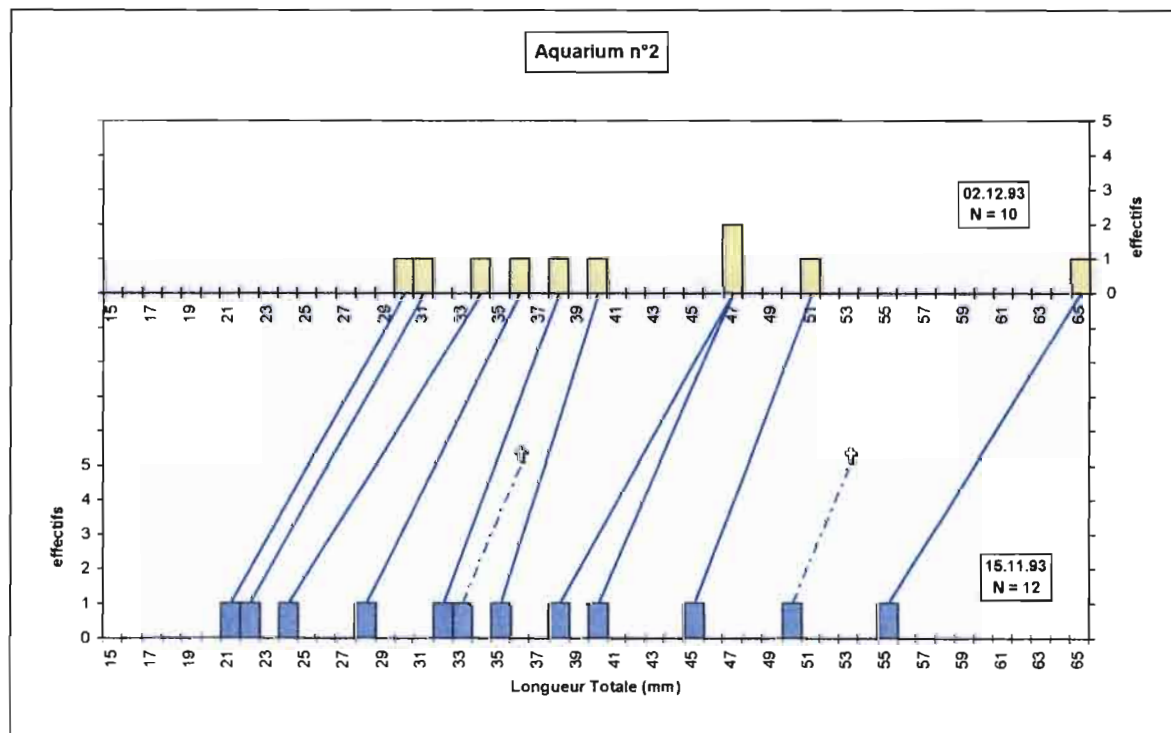


Figure 6.3.X : Correspondances entre les tailles des deux séries de mesures effectuées sur le lot de crevette du second aquarium. (:) = absence de mesure correspondante en raison du décès de la crevette.

Enfin pour conclure sur cette expérience, les résultats conduisent à une estimation de l'accroissement mensuel de **13,2 mm LT par mois**, avec un maximum de **21 mm LT par mois**. Ces valeurs sont près du double de celles évaluées à partir des résultats de l'expérience précédente, elles restent néanmoins encore très inférieures à l'estimation faite sur *Penaeus japonicus* (Cahu, 1979). En se basant sur cette estimation moyenne, les crevettes passeraient du stade de postlarve de 9 mm LT à celui de subadulte migrant de 70 mm en **4,5 mois** ; en considérant la valeur maximale, cette durée serait de **2,9 mois**. D'après les évaluations réalisées sur des espèces voisines, la valeur maximale apparaît la plus proche de ce qui est observé dans la nature.

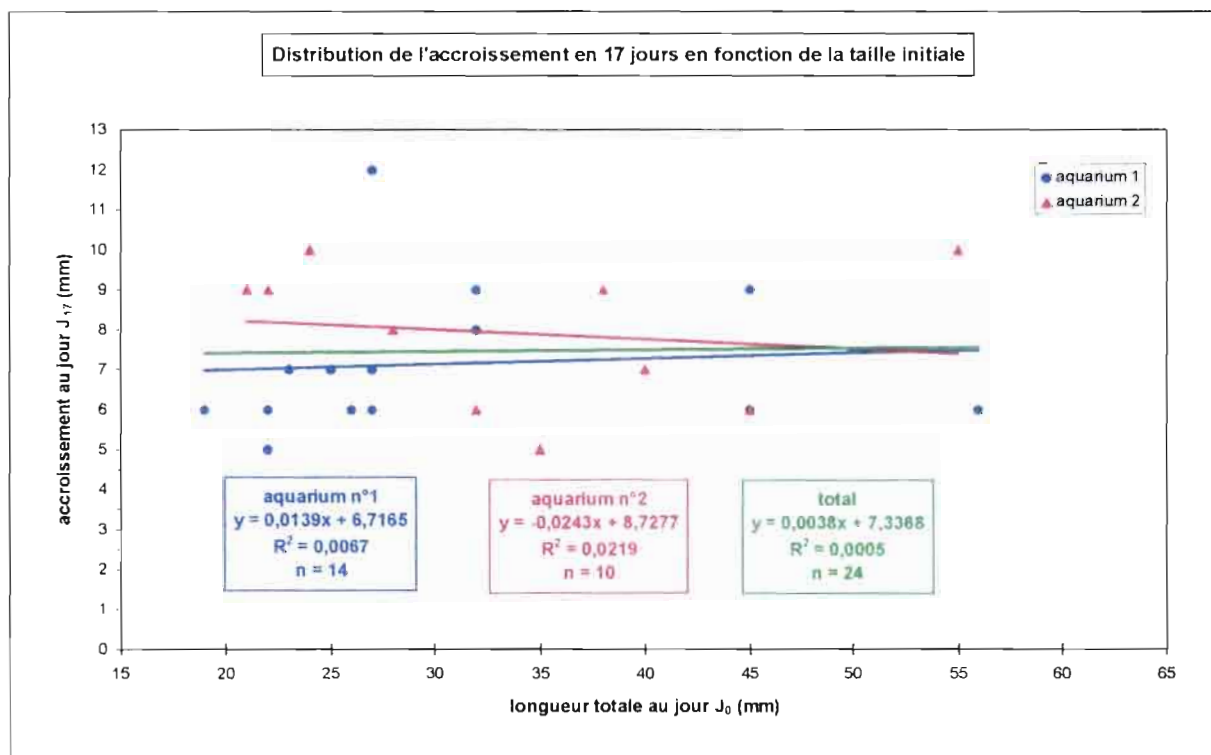


Figure 6.3.XI : Etude de la relation entre l'accroissement en 17 jours et la taille initiale des juvéniles des deux lots étudiés, pris ensemble et séparément.

6.3.5.d Conclusion

Au vue des résultats obtenus et des objectifs assignés, certains aspects de la méthodologie peuvent être commentés :

La capture

L'utilisation d'un filet à plancton est satisfaisante. Le maillage de 2 mm semble préférable à celui de 1 mm qui a servi aux échantillonnages de postlarves. Cependant, cette technique nécessite une embarcation motorisée ; elle sera donc adoptée lorsqu'il sera possible de réaliser l'opération de capture de juvéniles au cours d'un échantillonnage de postlarves.

La pêche au haveneau a donné de très bons résultats. Cette technique simple d'emploi exige peu de moyens techniques et humains, elle est réalisable par une seule personne. Par sa simplicité, elle offre une flexibilité dans la programmation des opérations de pêche et permet de raccourcir le délai qui sépare la capture et l'arrivée au laboratoire. Les tailles des individus capturés sont appropriées aux tests en aquarium sur les juvéniles.

Le transport des individus

Il est réalisé en bidon plastique de 20 à 40 l ; une aération est mise en place dès l'arrivée au laboratoire, dans l'attente du transvasement dans les différents aquariums. Cette procédure a fait ses preuves, puisqu'aucune mortalité n'est observée durant cette période. Un système d'aération fonctionnant sur batteries de 6 V est utilisé lors du transport, dans les rares cas où les crevettes sont récoltées hors d'un rayon de 20 km du laboratoire (cas de l'estuaire du Sinnamary). L'abondance des

juvéniles en période de flot, sur la Pointe-Macouria, à 10 km du local d'expérimentation, a permis de se dispenser dans la plupart des cas de ce dispositif supplémentaire.

Le maintien des juvéniles en captivité avec une faible mortalité

La survie a été améliorée au cours des 3 essais : au 17^{ème} jour le taux de mortalité passe de 100 % au premier essai à 13 % au second et 7,5 % au troisième ; au second essai, la survie est de 78 %, après 41 jours de captivité. D'après les observations déjà formulées, ces différences s'expliquent par une meilleure efficacité de la filtration biologique.

La teneur en nitrite apparaît létale au-delà d'un certain seuil ; il est donc indispensable de toujours veiller à la maintenir à des valeurs très faibles, en facilitant le développement des bactéries au niveau de tout nouveau filtre. Cela peut être obtenu en introduisant de la matière organique dans le milieu, ou en incorporant un fragment de "masse filtrante" déjà colonisée, provenant d'un filtre d'un essai antérieur et en respectant un délai de 2 à 3 semaines nécessaire au développement bactérien, avant la mise en place des animaux ; cette technique a été utilisée avec succès lors du troisième essai.

L'alimentation

Lors des deux premiers essais les crevettes sont nourries à partir d'aliment composé. Une alimentation basée exclusivement sur du poisson cru a donné de bons résultats lors du troisième essai. Au cours de nouveaux essais, différents points devront être éclaircis :

- la mesure de l'efficacité de ce type de nourriture par des tests comparatifs sur la mortalité et la croissance de crevettes nourries à l'aliment composé et celles de crevettes nourries avec du poisson cru.
- la ration journalière optimale à distribuer par crevette est à déterminer ; elle doit permettre à la fois d'assurer l'ensemble des besoins métaboliques, et produire une croissance maximale des animaux, sans pour autant entraîner d'augmentation de mortalité par une pollution du milieu, qui ferait suite à des apports en matière azotée trop importants. Un rationnement contrôlé au prorata du nombre de crevettes associé à des densités de populations homogènes permettrait de comparer différents lots de juvéniles soumis à des milieux dont les paramètres seraient différents, sans qu'interfère le facteur nutritionnel.

La croissance

Au cours du second essai, l'étude de la croissance s'appuie sur la progression de la moyenne des longueurs totales (LT) de chaque lot de crevettes. L'accroissement calculé sur cette base rend compte alors de la variation de la longueur liée à la croissance mais également de celle de la longueur moyenne liée à la modification de la composition du lot par suite de décès ; plus les lots seront homogènes, moins les décès auront d'effet sur l'estimation de la croissance.

Dans le troisième essai, l'analyse de la croissance moyenne s'est appuyée sur la progression des longueurs totales de chaque crevette prise individuellement ; ceci n'a été rendu possible qu'en constituant des lots hétérogènes par la taille. Il est préférable que les tailles des crevettes diffèrent d'au moins 2 mm pour permettre la meilleure discrimination entre les individus. Dans ce cas où le lot est hétérogène par la taille, les variances de tailles moyennes des lots sont élevées ; l'utilisation de la progression des longueurs moyennes est alors déconseillée car l'estimation de la croissance est moins précise que dans un lot homogène ; l'accroissement apparent sera plus sensible aux changements de composition du lot par décès d'un ou plusieurs individus. La méthode des lots hétérogènes permet d'évaluer des croissances différentielles selon les individus, contrairement à la méthode des lots homogènes.

Une remarque peut également être émise sur une éventuelle amélioration des techniques de mesures, la lecture directe sur une règle étant délicate et relativement imprécise. Selon la méthode employée par Cahu (1979), la pesée au dixième de gramme des animaux semble une méthode plus précise, plus aisée et moins stressante pour les crevettes. Lorsque les tailles sont petites, elle ne s'applique qu'aux lots homogènes, car la pesée doit alors s'effectuer sur plusieurs individus regroupés.

Un marquage individuel des crevettes est une autre solution intéressante, qui permet un suivi individuel de la croissance, sans avoir à se préoccuper des distributions des fréquences de tailles de chaque groupe, cependant cette technique peut constituer, par elle-même, un facteur supplémentaire de mortalité. La mortalité induite par le marquage devra être évaluée au préalable par un test comparatif sur des lots de crevettes ayant subi ce traitement et des lots témoins.

Les paramètres physico-chimiques

Au cours des essais réalisés, en raison de la relative constance des paramètres d'un aquarium à l'autre, il a été difficile d'en évaluer l'influence sur la croissance, en dehors de l'aspect léthal des fortes concentrations de nitrites. Le manque de précision des méthodes de dosage a été souligné. Lors d'essais ultérieurs, il sera nécessaire d'adopter de nouveaux moyens de mesure de ces paramètres et en augmenter la fréquence. Les composés azotés se révélant les plus toxiques, ils devront faire l'objet d'un suivi méticuleux et des dosages d'ammoniaque et de nitrates devront compléter ceux des nitrites.

Le temps d'acquisition et la qualité des résultats

Les expérimentations sur les juvéniles de pénéidés sont de courte durée : le second essai, le plus long, a duré 4,5 mois. Ce type de protocole exige dans sa programmation le maintien d'une équipe de laboratoire pour la durée complète de l'expérience. Dans le cas du second essai, faute de personnel, le suivi n'a pas été assuré régulièrement après le 86^{ème} jour et la dernière période de l'expérience n'a pas fourni autant de résultats qu'elle aurait dû apporter. Il est donc essentiel pour le futur, de tenir compte de ce type de contrainte.

En conclusion, ces résultats montrent que *Penaeus subtilis* tolère les conditions liées à la captivité et qu'à ce titre elle peut présenter un intérêt comme espèce d'élevage en aquaculture. Des essais complémentaires seront nécessaires, en bassin puis en étang, pour confirmer ses réelles potentialités dans ce domaine.

6.4. Etude sur les fonds de la frange littorale

Les principaux résultats ont été exposés au chapitre précédent.

Les captures en juvéniles de *Penaeus subtilis* ont été trop rares pour permettre des analyses poussées.

La relation établie entre la longueur céphalothoracique et la longueur totale sur les données de la campagne de chalutage conduit à un résultat différent de celui obtenu à partir des mesures sur les échantillons prélevés sur les estuaires. Le relâchement des liaisons inter-segmentaires ne permet pas d'expliquer un aussi grand écart entre les deux modèles. Un test comparatif sur la mesure d'individus provenant de la même population, les uns fixés au formol et les autres non, est nécessaire pour conclure. Il est préférable d'utiliser la relation établie à partir des échantillons d'estuaire qui a porté sur l'effectif le plus important.

6.5. Conclusion - Comparaison avec les observations sur des espèces voisines

La méconnaissance de la localisation précise des principales nourriceries de *Penaeus subtilis* en Guyane est un obstacle à l'étude des juvéniles. Malgré cela, des résultats ont été acquis en laboratoire, en milieu naturel : dans le marais Sarcelle et dans les estuaires et ont concernés principalement l'étude de la croissance. Ce paramètre biologique revêt une grande importance car sa connaissance contribue à reconstituer la chronologie du cycle vital.

Les résultats présentés dans ce chapitre sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau 6.5.1 : Estimations de la croissance des postlarves et juvéniles de *Penaeus subtilis* en Guyane. (lt = longueur totale).

localisation	tailles mm	croissance mm/mois	température °C	références
Milieu naturel - marais Sarcelle	10 - 85 lt	24 - 35 lt	26 - 36	Rossignol, 1972a
Milieu naturel - estuaire rivière Cayenne	10-27	20 lt	25-34	Lhomme, 1989
Milieu naturel - estuaire Organabo	1,9-3,5 lc 8 - 14 lt*	10,5 lc 39,6 lt*	29 - 36	Vendeville (non publié)
Milieu naturel - estuaire Organabo	4-18 lc 16 - 69 lt*	7,0 lc 26 lt*	28 - 40	Vendeville (non publié)
En captivité - aquariums essais 1 et 2	52-74	7-9	30	Ledouble, 1992
En captivité - aquariums essais 3	19-65 lt	13-14 lt	30	Vendeville (non publié)

* la valeur de la longueur totale est estimée à partir de la relation $lt=f(lc)$ (Cf. § 6.2.2.b).

Les estimations effectuées dans le marais Sarcelle et dans l'estuaire de l'Organabo sont proches. Il est intéressant de comparer ces résultats avec ceux qui ont été obtenus sur d'autres espèces du genre *Penaeus*.

La croissance d'un bon nombre d'espèces de pénéidés a été étudiée dans le milieu naturel ou en captivité. Les résultats d'une sélection des nombreux travaux sur ce sujet et concernant uniquement les juvéniles du genre *Penaeus*, sont présentés de façon synthétique dans le tableau 6.5.II.

La comparaison de ces résultats n'est pas toujours aisée en raison de différences chez les espèces, les zones géographiques, les températures du milieu et le choix de l'unité de longueur (LC ou LT).

Généralement la comparaison des croissances s'effectue à partir des paramètres k et L_{∞} de l'équation de Von Bertalanffy donnant la taille en fonction du temps :

$$L_t = L_{\infty} \left(1 - e^{-k(t-t_0)} \right)$$

Dans le cas des études de la croissance des juvéniles les valeurs de ces paramètres sont rarement fournis ; la comparaison entre les différents résultats s'opérera donc sur les valeurs des croissances moyennes exprimées en mm LT ou LC par mois.

En général, la distinction des résultats par sexe n'est pas faite dans le cas des travaux sur les juvéniles, contrairement à ceux qui concernent les adultes chez lesquels existe un dimorphisme sexuel marqué pour la taille et la croissance.

Les principales méthodes utilisées sont la progression modale après décomposition des distributions de fréquences de tailles (méthode de Petersen) ou le marquage.

Les croissances observées chez les juvéniles d'autres espèces du genre *Penaeus* sont du même ordre de grandeur que celles estimées chez *Penaeus subtilis* en Guyane. Les croissances en captivité sont moins élevées qu'en milieu naturel ; ce phénomène est fréquent en aquariologie.

Dans la pratique, en attendant de nouvelles estimations, on pourra se baser sur les valeurs avancées par Rossignol (1972a) ; l'estimation effectuée sur les données de l'estuaire de l'Organabo se situe dans l'intervalle proposé par cet auteur mais il est probable que ce paramètre connaisse des variations saisonnières. Prochainement, une nouvelle estimation sera calculée à partir des mesures effectuées sur des individus provenant de l'échantillonnage de l'estuaire de la rivière Cayenne.

Tableau 6.5.II : Exemples d'estimations de la croissance des juvéniles chez plusieurs espèces du genre *Penaeus* dans d'autres régions du monde. (méthodes : h = progression modale à partir d'histogrammes de fréquence de taille ; m = marquage ; é = étang ; l = laboratoire).

lieu	espèce	tailles mm	croissance mm/mois	température (°C), saison	méthode	références
Amérique du Sud et Centrale						
Mexique (Pacif.)	<i>P. vannamei</i>	40-120 lt	24-42 lt	25-35	m	Edwards, 1977
Mexique (Pacif.)	<i>P. vannamei</i>	juvéniles	28 lt	22 (hiver)		Edwards, 1978
Mexique	<i>P. vannamei</i>	16-26 lc	1,5-5,1 lc	23-36	h/m/é	Menz et Blake, 1980
Mexique	<i>P. vannamei</i>	2-38 lt	0,6-13,2 lc	19-36	h	Menz et Bowers, 1980
Mexique (Pacif.)	<i>P. californiensis</i>	juvéniles	27-33 lt	été		Edwards, 1978
Mexique (Pacif.)	<i>P. stylirostris</i>	juvéniles	27-36 lt	été		Edwards, 1978
Mexique	<i>P. stylirostris</i>	2-38 lt	0,9-19,2 lc	19-36	h	Menz et Bowers, 1980
Venezuela	<i>P. schmitti</i>	juvéniles	30 lt	juillet-oct.		Khandker, 1967
Brésil	<i>P. schmitti</i>	juvéniles	17 lt			Neiva <i>et al.</i> , 1971
Colombie	<i>P. schmitti</i>	≤ 80-100 lt	16-20 lt	27-30		Rojas-Beltran, 1975
Colombie	<i>P. notialis*</i>	≤ 60-100 lt	17-20 lt	27-30		Rojas-Beltran, 1975
Guadeloupe	<i>P. brasiliensis</i> , <i>P. subtilis</i> et <i>P. notialis**</i>	10-80 lt	27,2 lt 18,7 lt	saisons humide sèche	h	Rojas-Beltran, 1983
Brésil	<i>P. paulensis</i>	5-30 lc	4 à 4,5 lc	25-26	h	D'Incao, 1984
Amérique du Nord						
Caroline du Nord	<i>P. aztecus</i>	juvéniles	46 lt			Williams, 1955
Louisiane	<i>P. aztecus</i>	45-105 lt	42 lt	avril-juin	h	George, 1962
Louisiane	<i>P. aztecus</i>	21-125 lt	21-51 lt	20-29	h	Saint Amant <i>et al.</i> 1963
Alabama	<i>P. aztecus</i>	juvéniles	13-18 lt	hiver		Loesch, 1965
Alabama	<i>P. aztecus</i> -	juvéniles	30-35 lt	été		Loesch, 1965
Texas	<i>P. aztecus</i>	16-90 lt	51-99 lt	mars-mai	h	Ringo, 1965
Louisiane	<i>P. aztecus</i>	21-90 lt	30-32 lt	avril-mai	h	Saint-Amant <i>et al.</i> , 1966
Caroline du Nord	<i>P. aztecus</i>	75-155 lt	30 lt	27	m	Mac Coy, 1968
Louisiane	<i>P. aztecus</i>	≤ 86 lt	45 lt	15-20		Ford et Saint-Amant, 1971
Louisiane	<i>P. aztecus</i>	12-145 lt	40 lt	mars-juin	h	Jacob, 1971
Louisiane	<i>P. aztecus</i>	10-127 lt	39-53 lt	mars-mai	h/é	Wengert, 1972
Louisiane	<i>P. aztecus</i>	10-127 lt	29-40 lt	mai-aout	h/é	Wengert, 1972
Louisiane	<i>P. aztecus</i>	15-120 lt	31 ou 43 lt	print.	h	Gaidry et White, 1973
Louisiane	<i>P. aztecus</i>	12-160 lt	39 lt	mars-juin	é	Rose <i>et al.</i> , 1975
Louisiane	<i>P. aztecus</i>	subadultes	8 lt	juin-octobre	é	Rose <i>et al.</i> , 1975
Louisiane	<i>P. aztecus</i>	juvéniles	57 lt	avril-mai	é	Rose <i>et al.</i> , 1975
Mississippi	<i>P. aztecus</i>	95-150 lt	26-30 lt	mai-juin	m	Welker <i>et al.</i> , 1975
Louisiane	<i>P. aztecus</i>	45-84 lc	16-26 lc	mai-juin	m	Knudsen, 1976
Caroline	<i>P. aztecus</i>	juvéniles	3,6-52 lt			Laney, 1981
Texas	<i>P. aztecus</i>	18-60 lt	15-51 lt	avril-mai	h	Minello <i>et al.</i> , 1989
Caroline du Nord	<i>P. setiferus</i>	juvéniles	36 lt			Williams, 1955
USA Alabama	<i>P. setiferus</i>	15-70 lt	14-27 lt	hiver		Loesch, 1965
USA Alabama	<i>P. setiferus</i>	15-70 lt	18-30 lt	été		Loesch, 1965
Caroline du Nord	<i>P. notialis*</i>	juvéniles	52 lt	été		Williams, 1955
Caroline du Nord	<i>P. notialis*</i>	juvéniles	7,5 lt	printemps		Williams, 1955
Floride	<i>P. notialis*</i>	14-25 lc	1,9/3,5 lc	hiver	m	Costello <i>et al.</i> , 1960
Floride	<i>P. notialis*</i>	75-120 lt	10 lt	10-35		Eldred <i>et al.</i> , 1961
Floride	<i>P. notialis*</i>	6-20 lt	10 lt	17-30		Tabb <i>et al.</i> , 1962
Floride	<i>P. notialis*</i>	84-94 lt	13,6 lt		m	Kutkuhn, 1966
Floride	<i>P. notialis*</i>	juvéniles	5 lt	14-30		Saloman, 1968

* Il s'agit en fait de *Penaeus duorarum*, longtemps confondue avec *P. notialis*.

** Les 3 espèces ont fait l'objet d'une analyse commune.

Tableau 6.5.II (suite) : Exemples d'estimations de la croissance des juvéniles chez plusieurs espèces de pénéidés dans d'autres régions du monde.

lieu	espèce	tailles mm	croissance mm/mois	température (°C), saison	méthode	références
Afrique de l'ouest						
Sine Saloum	<i>P. notialis</i>	10-73 lt	15 lt	28-30	h	De Bondy, 1968
Côte d'Ivoire	<i>P. notialis</i>	32-115 lt	41,2 lt	29		Galois, 1974
fl. Sénégal	<i>P. notialis</i>	72-138 lt	28 lt	18-26		Lhomme, 1978
fl. Sine Saloum	<i>P. notialis</i>	48-72 lt	24 lt	30		Lhomme, 1978
Casamance	<i>P. notialis</i>	5-20 lc	10,7 lc	23-31	h	Le Reste, 1981
Océan Indien						
Inde	<i>P. indicus</i>	10-100 lt	41-45 lt		h	Subrahmanyam <i>et al.</i> , 1970
Madagascar	<i>P. indicus</i>	≤ 120 lt	33 lt			Le Reste, 1971
Inde	<i>P. indicus</i>	63-118 lt	25 lt	26-30		Suseelan, 1975
Inde	<i>P. indicus</i>	20-120 lt	25-32 lt		h	Devi, 1986
Afrique du Sud	<i>P. indicus</i>	7-18 lc	1 à 2 lc	22-26	h	Benfield <i>et al.</i> , 1990
Inde	<i>P. monodon</i>	10-135 lt	25-42 lt	26-30	é	Chakraborti <i>et al.</i> , 1985
Océanie						
Australie	<i>P. merguensis</i>		4,8 lt			Staples, 1980
Australie	<i>P. merguensis</i>	4-12 lc	3,6 lc	31	l	Staples et Heales, 1991
Australie	<i>P. merguensis</i>	2-20 lc	2,5-6,6 lc	24,3-31,4	h	Haywood et Staples, 1993
Australie	<i>P. esculentus</i>	2-22 lc	0,12-8,4 lc	17-28	h	O'Brien, 1994
Australie	<i>P. esculentus</i>	2,5-8,5 lc	4 lc	22-32	h	Loneragan <i>et al.</i> , 1994
Europe						
France	<i>P. japonicus</i>	12,5-21 lc	3,6 lc	25	l	Cahu, 1979

7. Localisation des nourriceries

Dans les trois chapitres précédents, la localisation des nourriceries est apparue comme la question primordiale à laquelle une réponse doit être donnée pour mener à terme une étude complète du cycle vital de *Penaeus subtilis* dans la région. Un des plus importants particularismes que présentent les études de la pêche de la région des Guyanes réside dans la méconnaissance quasi totale des zones de nourriceries.

Une nourricerie est une zone où les juvéniles d'une espèce se concentrent pour s'y nourrir. Cette définition tiendra lieu de critère. On a constaté d'un point de vue général, que la durée de la phase en estuaire diffère selon les différentes espèces de pénéidés (Kutkhun, 1966 ; Cf. fig. 2.3.II) ; au terme trop restrictif d'estuaire, on préférera celui de milieu margino-littoral, qui englobe les lagunes, les marais côtiers, les mangroves inondées et la frange littorale. Parmi les caractéristiques générales de ces milieux paraliques, la salinité a souvent été considérée à tort comme seul ou principal indicateur de leur présence et de leur état ; en effet, des nourriceries de pénéidés existent dans des estuaires sursalés, comme en Afrique de l'Ouest et en Australie ; de plus, les salinités préférentielles diffèrent selon les espèces et les stades (Cf. § 2.4.3.c).

Si l'on considère l'espèce étudiée, le marais Sarcelle est la seule nourricerie mise en évidence dans la région des Guyanes. Face à la méconnaissance des zones de nourriceries, des hypothèses ont été avancées sur leur typologie, leur fonctionnement et leur localisation :

- les marais côtiers, et par extension les zones humides saumâtres (Rossignol, 1972a).
- les nourriceries extérieures à la région ou allorecrutement (Garcia *et al.*, 1984a ; Willmann et Garcia, 1986 ; Kawahara, 1985, 1986c).
- les estuaires (Lhomme, 1989, 1991, 1992, 1996).
- la frange littorale (Vendeville, 1993, 1994, 1995).

7.1. Les marais côtiers et les zones humides saumâtres

7.1.1. Relation entre la productivité et la surface des plans d'eau saumâtre

Il est communément admis qu'il existe une relation entre la surface des zones inondées en eaux saumâtres et la productivité des stocks de pénéidés (Kutkhun, 1966 ; Barrett et Gillepsie, 1973).

En Guyane française, le marais Sarcelle est le seul marais côtier saumâtre qui subit une influence marine, les autres marais côtiers sont alimentés essentiellement par des apports d'eaux douces continentales (Prost, 1993b). La superficie du marais ne permet pas de le considérer comme la seule nourricerie de Guyane et, *a fortiori*, de la région des Guyanes. Une simple comparaison avec la pêche de pénéidés de Côte-d'Ivoire, qui a été particulièrement bien étudiée, permettra de s'en convaincre.

- Les lagunes ivoiriennes, qui abritent les nourriceries de *Penaeus notialis* (Galois, 1976 ; Garcia, 1977), s'étendent sur 1 200 km². La production annuelle maximale dans l'histoire de la pêche crevettière ivoirienne est de 705 tonnes en 1971 (Lhomme et Vendeville, 1993). L'effectif maximal de la flottille crevettière est de 17 bateaux. La pêche crevettière a connu deux crises causées par la surpêche, l'une en 1980 et l'autre en fin 1988. Il est vrai que la pêche artisanale lagunaire y a contribué (Garcia, 1977).

- La superficie totale de la savane Sarcelle est de 56 km², dont 4,5 km² de marais saumâtre. La production maximale de crevettes en Guyane s'élève à 5 688 tonnes en 1981. L'effectif maximal de la flottille est de 91 bateaux. Le stock exploité n'a jamais connu de crise liée à la surpêche, en terme de ressources.

La disparité entre les chiffres indiqués, tout en tenant compte de la présence de la seconde espèce *Penaeus brasiliensis* dans le stock exploité en Guyane, montre bien que le marais Sarcelle n'a pas la capacité d'accueil d'une nourricerie unique alimentant le stock guyanais.

Dans l'hypothèse où l'ensemble des zones inondées du milieu margino-littoral (marais côtiers et estuaires), à l'exclusion de la frange littorale abrite toutes les nourriceries de *Penaeus subtilis*, la superficie passe à 1 000 km² (Lointier et Prost, 1986). Si l'on considère qu'en 1981, la crevette *Penaeus subtilis* contribue pour 50 % aux débarquements (ce qui est en-deçà de la proportion actuelle) la comparaison des résultats des deux pêcheries, sous cette hypothèse, conduit à une productivité par km² 10 fois supérieure en Guyane qu'en Côte-d'Ivoire, ce qui n'est pas réaliste. Il faut donc admettre que les principales nourriceries se situent ailleurs.

Deux modèles morpho-édaphiques appliqués aux stocks de pénéidés ont été présentés ; ils ont été établis l'un, à partir de 27 pêcheries réparties dans le monde (Turner, 1977), l'autre, sur les données de la pêcherie crevetteière d'Indonésie (Martosubroto et Naamin, 1977).

Le modèle de Turner est général ; il conduit à une relation de productivité annuelle moyenne par hectare de végétation intertidale (y), exprimée en kg de crevettes étêtées/ha, en fonction de la latitude (x) :

$$y = 159 e^{-0,070 \cdot x} \quad R^2 = 0,54$$

Considérant que la latitude moyenne de la côte guyanaise est de 5°, cette relation conduit à une productivité de 112 kg/ha de queues de crevettes, soit l'équivalent de 179 kg/ha de crevettes entières.

En Indonésie, Martosubroto et Naamin proposent une relation linéaire entre la surface occupée par les mangroves (x), exprimée en centaines de km², et une production annuelle maximum (y), exprimée en milliers de tonnes de crevettes entières :

$$y = 5,473 + 0,1128 \cdot x \quad R^2 = 0,79$$

On dispose de deux évaluations des superficies occupées par les mangroves. La première, avancée par le laboratoire de botanique du Centre ORSTOM de Cayenne, dans le cadre d'un groupe de travail sur les zones humides, est estimée à partir d'observations sur le terrain et conduit à une surface totale de 500 km² (de Granville *et al.*, 1993). La seconde, calculée par le laboratoire de télédétection du Centre ORSTOM de Montpellier, s'appuie sur des traitements d'images satellitaires obtenues par LANDSAT et ERS1 et avance une valeur de 275 km² (Travassos, 1994).

La différence entre les deux valeurs est importante ; il s'en suit des estimations de productions annuelles moyennes par le modèle de Turner très différentes (fig. 7.1.II), respectivement de 4 900 et 8 900 tonnes par an. La superficie évaluée par la seconde méthode aurait nécessité un calage des données par des vérifications sur le terrain qui n'ont pas pu être faites ; elles ont été remplacées par des comparaisons avec des documents existants, déjà anciens (Atlas de Guyane, ORSTOM-CNRS, 1979 et cartes IGN, 1986, 1987) ; or on sait que l'évolution des mangroves, comme celle du littoral, est très rapide dans cette région (fig. 7.1.III).

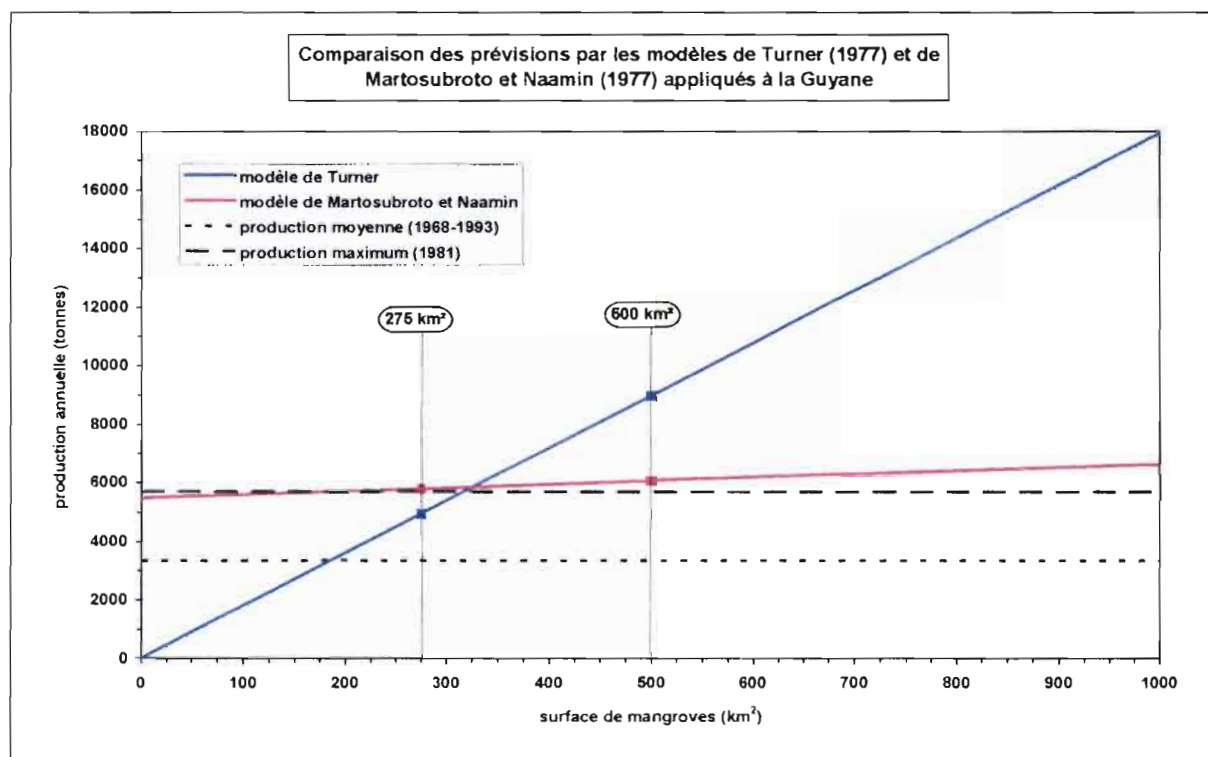


Figure 7.1.II : Comparaison des prévisions par les modèles de Turner (1977) et Martosubroto et Naamin (1977) appliqués au cas de la Guyane. La valeur de la latitude des côtes de la Guyane est fixée à 5°. Les résultats obtenus à partir de deux estimations de superficie occupée par la mangrove sont figurés : 500 km² (de Granville *et al.*, 1993) et 275 km² (Travassos, 1994).

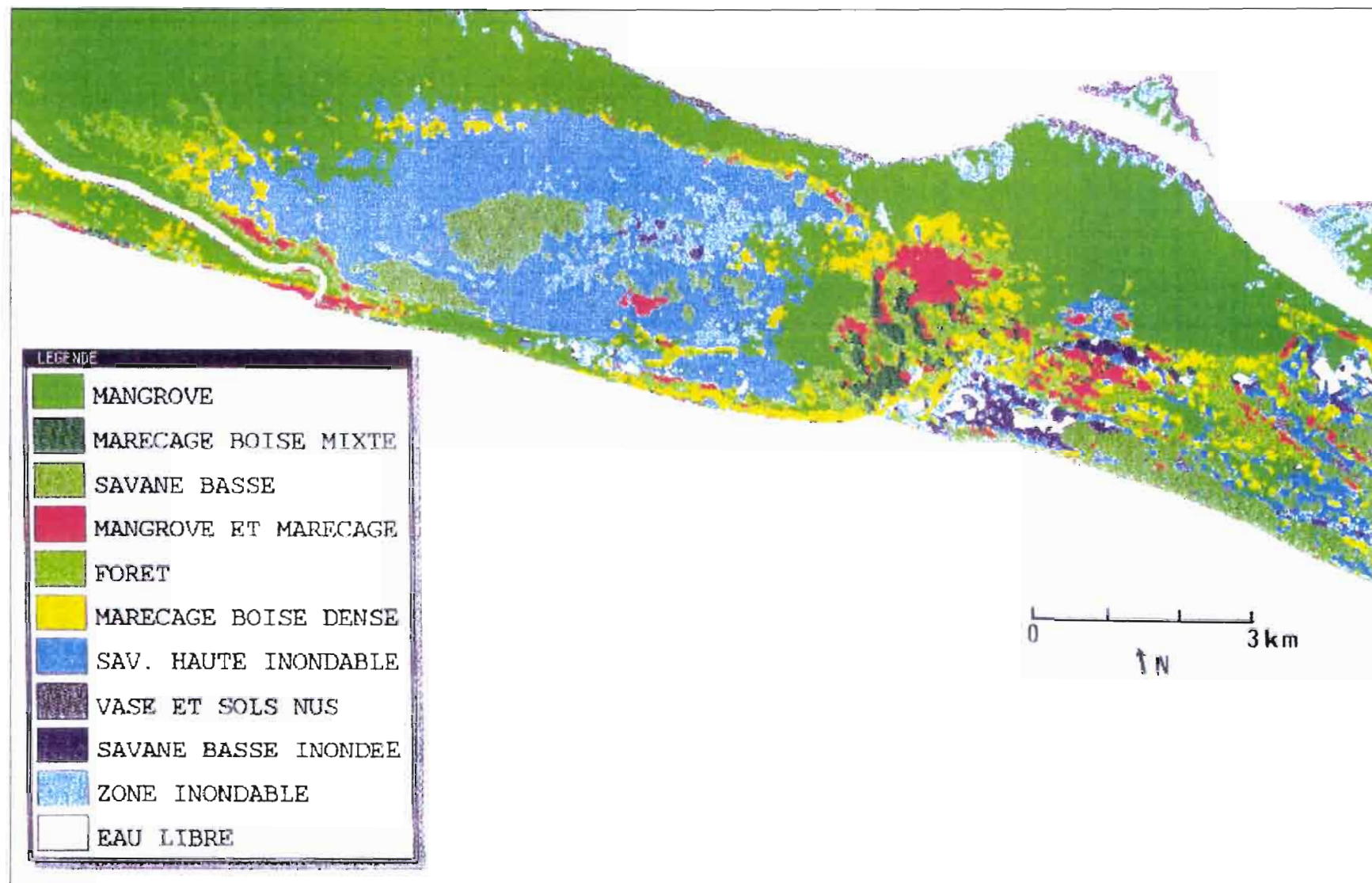


Figure 7.1.III : Exemple de traitement d'image satellitaire. Les zones inondables et les divers facies de végétation de la plaine littorale sont mis en évidence dans la région de la crique Yiyi, à l'est de l'embouchure du fleuve Sinnamary (d'après Travassos, 1994).

L'interprétation de ces résultats doit tenir compte du degré de liaison, faible dans le modèle de Turner ($R^2 = 0,54$) établi sur des estimations de surface en végétation intertidale ; le sens de ce dernier terme ayant été pris en compte différemment selon les pays. Il y a lieu également, de prendre en considération le mélange des deux espèces *Penaeus subtilis* et *P. brasiliensis* dans les données de production annuelle

Les estimations de production maximale annuelle par le modèle de Martosubroto et Naamin s'élève respectivement à 5 800 et 6 000 tonnes ; ces valeurs sont très proches du maximum observé dans la pêcherie de Guyane (5 688 tonnes en 1981), mais il faut noter, comme l'a souligné Vendeville (1993a), que la faible valeur de la pente de la relation linéaire du modèle indonésien lui confère une portée régionale et ne permet pas de l'étendre raisonnablement à toutes les pêcheries tropicales de pénédés ; la similitude entre les estimations et la valeur de la production de 1981 tient probablement du hasard.

Ces résultats permettent, néanmoins d'estimer que le stock de pénédés exploité en Guyane ne connaît pas de surpêche en terme de ressource, et que les difficultés de la pêcherie proviennent pour l'essentiel de contraintes économiques. Dans les pêcheries chalutières de pénédés, ce cas est le plus fréquent (Garcia, 1989) ; le MSE (maximum economic yield) est le plus souvent atteint par un effort de pêche inférieur à celui du MSY (maximum sustainable yield).

Ces résultats soulignent l'importance qu'il y a à disposer d'un laboratoire d'analyse de télédétection opérationnel sur place, en Guyane, afin d'éviter de court-circuiter l'étape essentielle dans l'analyse des images satellitaires qui consiste en vérifications sur le terrain des données traitées.

7.2. L'allurecrutement

Dès le début de l'exploitation de la ressource crevettière, les scientifiques observent la distribution caractéristique des captures par espèces le long du plateau continental guyanais (Jones et Dragovich, 1973, 1977). Elle montre incontestablement une progression de l'abondance des différentes espèces d'est en ouest (fig. 7.2. 1) ; *Penaeus brasiliensis* est l'espèce dominante à l'ouest du Maroni, *Penaeus subtilis* domine à partir de la Guyane française et ses capture diminuent au-delà de l'embouchure de l'Amazone.

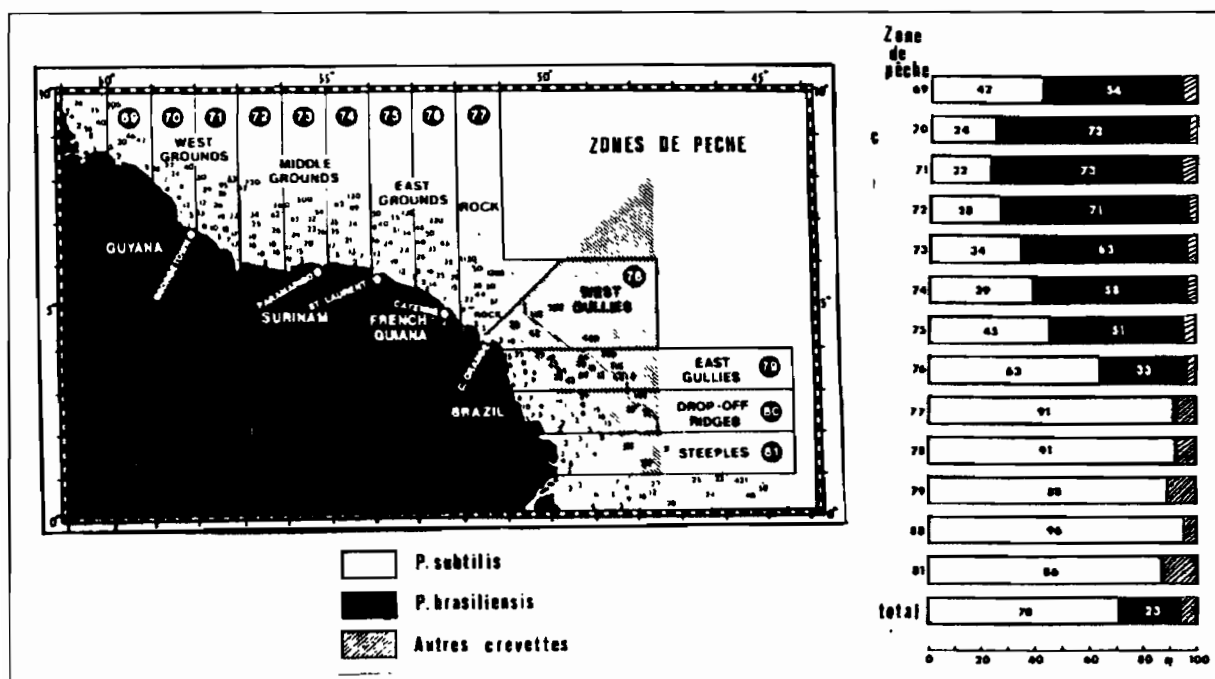


Figure 7.2.1 : Distribution et composition des captures en crevettes par espèces de la flotille américaine entre 1972 et 1974 sur le plateau continental des Guyanes (d'après Jones et Dragovich, 1977).

On observe également que la taille des captures des deux principales espèces augmente d'ouest en est (Venaille, 1979 ; Vendeville, 1984) ; ce qui tend à montrer que, lors de leur croissance, les crevettes migrent d'ouest en est sur le plateau continental des Guyanes. La zone originelle du recrutement de la première espèce, *Penaeus brasiliensis*, capturée dans les fonds les plus profonds en Guyane, les individus pêchés étant toujours de grande taille, se situe donc à l'ouest de la Guyane : il s'agit d'un allorecrutement (Kawahara, 1985), les nourriceries se trouvant en dehors des eaux de la ZEE guyanaise (fig. 7.2.II).

Le cas de *Penaeus subtilis* suscite bien plus d'interrogations (Kawahara, 1986- fig. 7.2.III). La méconnaissance des sites de nourricerie et l'absence de pêcherie artisanale côtière et estuarienne de juvéniles de gros pénéidés dans cette région, contrairement à ce que l'on observe à l'est de l'embouchure de l'Amazonie, en particulier dans l'état de Para (Villégas et Dragovich, 1984), alors que celles-ci sont habituellement développées dans les régions où s'est implantée une pêcherie industrielle (Vendeville, 1985, 1990) ont conduit à formuler l'hypothèse d'un recrutement à partir de régions extérieures (Garcia *et al.*, 1984 ; Willmann et Garcia, 1986). L'hypothèse proposée reste toutefois prudente vis à vis de l'espèce *Penaeus subtilis* (fig. 7.2.III) ; on constate, en effet, que si des flux migratoires sont proposés, il est clairement indiqué qu'en dehors du marais Sarcelle, aucune nourricerie de l'espèce n'est localisée entre l'Orénoque et l'Amazonie. Le schéma laisse supposer un recrutement à partir des nourriceries situées à l'est de l'Amazonie ce qui apparaît à présent irréaliste, compte tenu des connaissances acquises depuis, sur l'hydrodynamique de cette région. Les campagnes d'évaluation du recrutement de *Penaeus subtilis* (Dintheer et Rosé, 1989b) et les prospections plus récentes (Nérini, 1994 ; Cf. fig. 5.2.XVI) ont infirmé cette hypothèse.

7.3. Les estuaires

La dynamique des postlarves et des juvéniles mise en évidence dans les estuaires de Guyane montre que ces milieux ne jouent pas le rôle de rétention des jeunes crevettes pénéidés et que les estuaires, bien que sujets à des intrusions de postlarves, ne sont pas le lieu d'accueil des juvéniles. En revanche, les estuaires participent au processus de grossissement des jeunes crevettes en contribuant par leurs apports importants en débris végétaux provenant des palétuviers qui bordent leurs berges, au fonctionnement des nourriceries aval en mer. Le rôle nourricier des estuaires a été mis en évidence en Malaisie ; les juvéniles de crevettes et de poissons des nourriceries situées dans les mangroves côtières et sur les bancs de vase intertidaux et subtidaux, utilisent le flot pour effectuer des incursions dans les estuaires pour se nourrir (Chong *et al.*, 1990). Le cas observé dans l'estuaire de la rivière Cayenne découle du même comportement ; les juvéniles sont capturés sur la plage de la Pointe Macouria pendant le flot dès que le niveau de la mer submerge le banc de sable et de vase qui sépare l'estuaire de l'anse de Macouria.

On a vu également que la prise en compte de la superficie occupée par les estuaires dans les comparaisons entre pêcheries crevettières, inspirées de modèles morpho-édaphiques, conduit à des évaluations de production annuelle plus cohérentes (Cf. § 7.1.1).

Les estuaires, en Guyane, doivent donc être considérés comme la marge amont d'un milieu margino-littoral très étendu qui abrite les nourriceries de *Penaeus subtilis*.

7.4. La frange littorale

Les résultats des premières prospections de ce milieu réalisées en 1994 à bord du chalutier "Epaulard" montrent que cette zone fait partie intégrante du domaine margino-littoral qui s'étend très au large dans la région des Guyanes. Cette configuration, rencontrée également en Guinée, est due à la proximité du Fleuve Amazone et de sa dérive vers l'ouest qui suit les lignes de rivage des côtes des Guyanes. Cet écosystème côtier particulier réunit toutes les caractéristiques d'un milieu propice aux nourriceries de pénéidés. Déjà Durand, en 1960, décrivait le peuplement benthique situé en deçà des fonds de 20 m, situés à plus de 15 milles des côtes, comme estuarien ; il n'est donc pas surprenant que le caractère margino-littoral s'affirme davantage dans la frange littorale, entre la zone de balancement des marées et les fonds de 15 m.

Les fonds de la frange littorale abritent les nourriceries de nombreuses espèces de poisson, anadromes et catadromes, ainsi que les nourriceries de *Xiphopenaeus kroyeri*, et sont donc les plus propices à accueillir les nourriceries de *Penaeus subtilis*. Des cas analogues de nourriceries littorales ont été rencontrés chez d'autres espèces (Garcia et Le Reste, 1981) comme au Mexique, en Australie (fig. 7.4.I et 7.4.II) ou dans le golfe Persique (fig. 7.4.III). L'exemple des pénéidés de Puerto-Rico a également été cité ; il concerne directement l'espèce *Penaeus subtilis* (Stoner, 1988). Le cas des nourriceries de la péninsule malaise apparaît le plus proche de celui de la Guyane, par ses

similitudes géomorphologiques (fig. 7.4.IV), les nurseries de pénéidés et de poissons se situant dans la mangrove côtière et sur les bancs de vase intertidaux et subtidaux (Chong *et al.*, 1990).

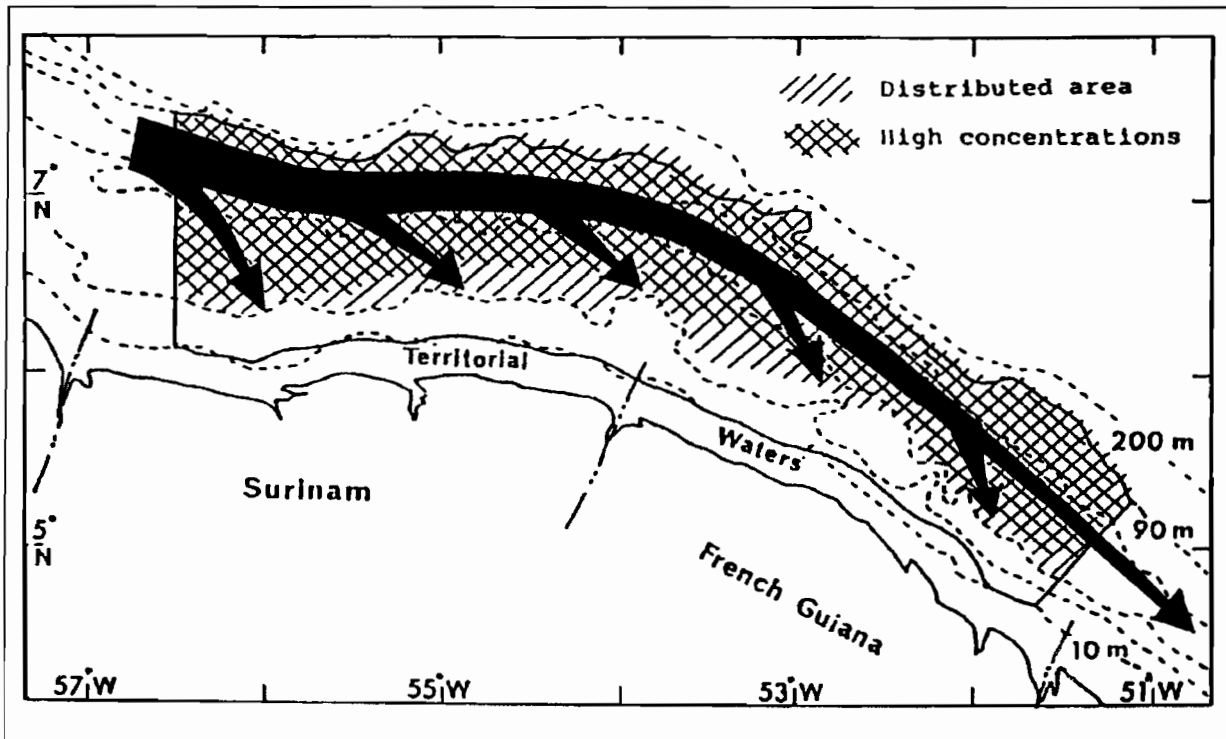


Figure 7.2.II : Vue schématique de la distribution et de la migration de *Penaeus brasiliensis* sur les côtes nord-est d'Amérique du Sud. Les zones hachurées représentent des informations provenant d'autres sources que celles des campagnes "Nisshin-Marui 201" de 1980-1982 (d'après Kawahara, 1985).

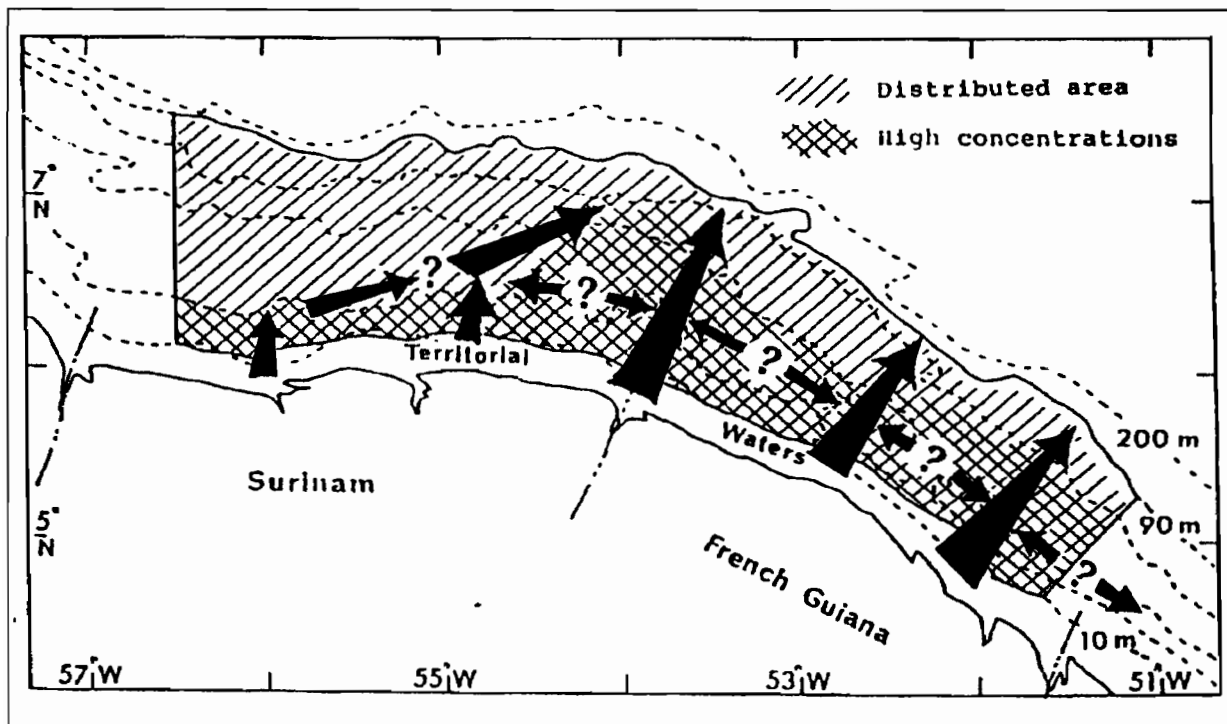


Figure 7.2.III : Vue schématique de la distribution et de la migration de *Penaeus subtilis* sur les côtes nord-est d'Amérique du Sud. Les zones hachurées représentent des informations provenant d'autres sources que celles des campagnes "Nisshin-Marui 201" de 1980-1982 (d'après Kawahara, 1989).

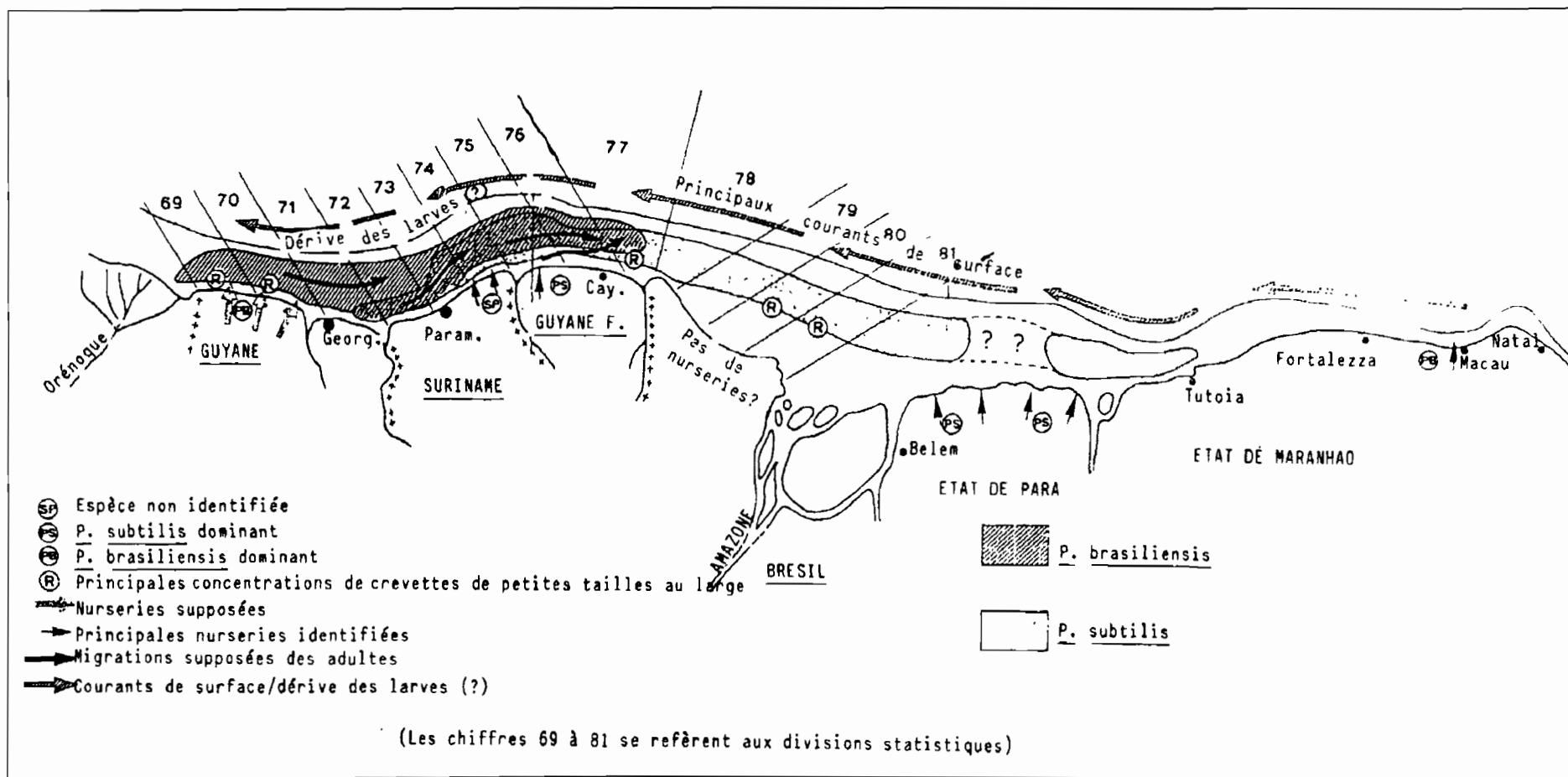


Figure 7.2.IV : Carte des ressources en crevettes de la région Guyane/Brazil (d'après Willmann et Garcia, 1986).

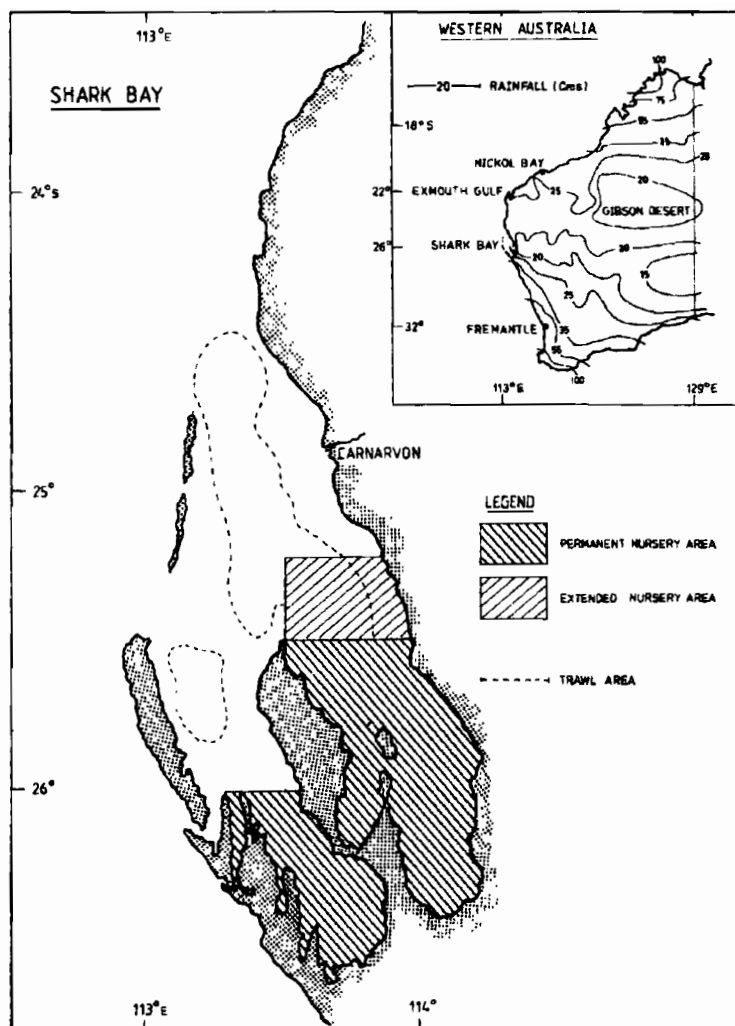


Figure 7.4.I : Carte de Shark Bay, au nord-ouest de l'Australie indiquant les principales zones de pêche et de nurseries dont certaines connaissent des périodes de fermeture à la pêche. L'encart montre les isohyètes dans l'ouest de l'Australie (d'après Penn *et al.*, 1989).

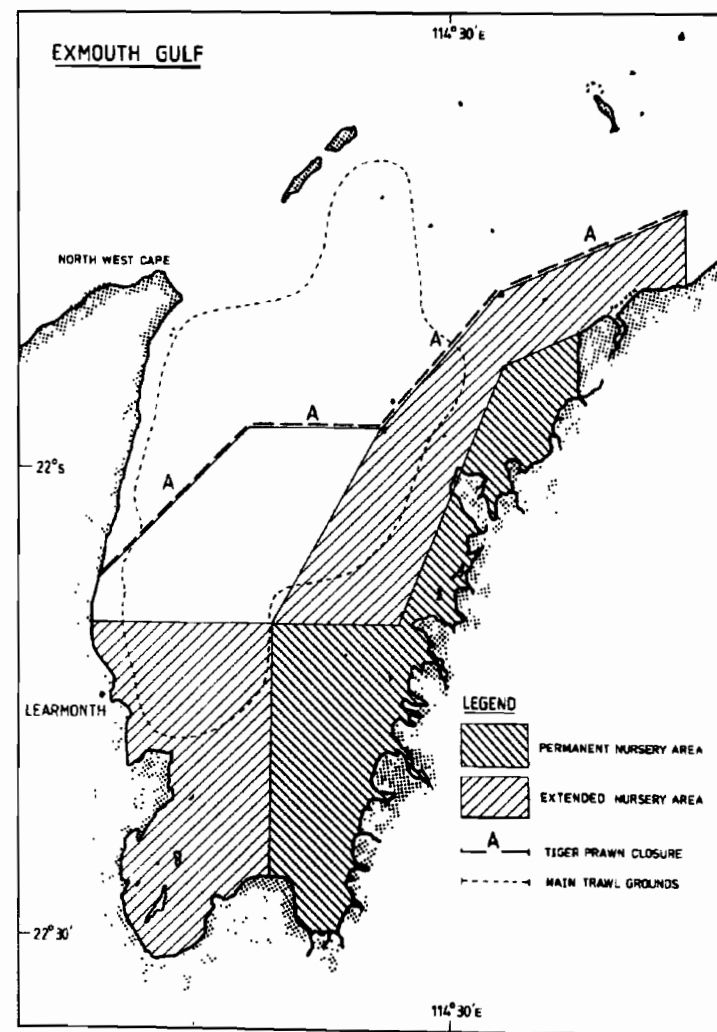


Figure 7.4.II : Carte du golfe Exmouth indiquant les principales zones de pêche et de nurseries dont certaines connaissent des périodes de fermeture à la pêche (d'après Penn *et al.*, 1989).

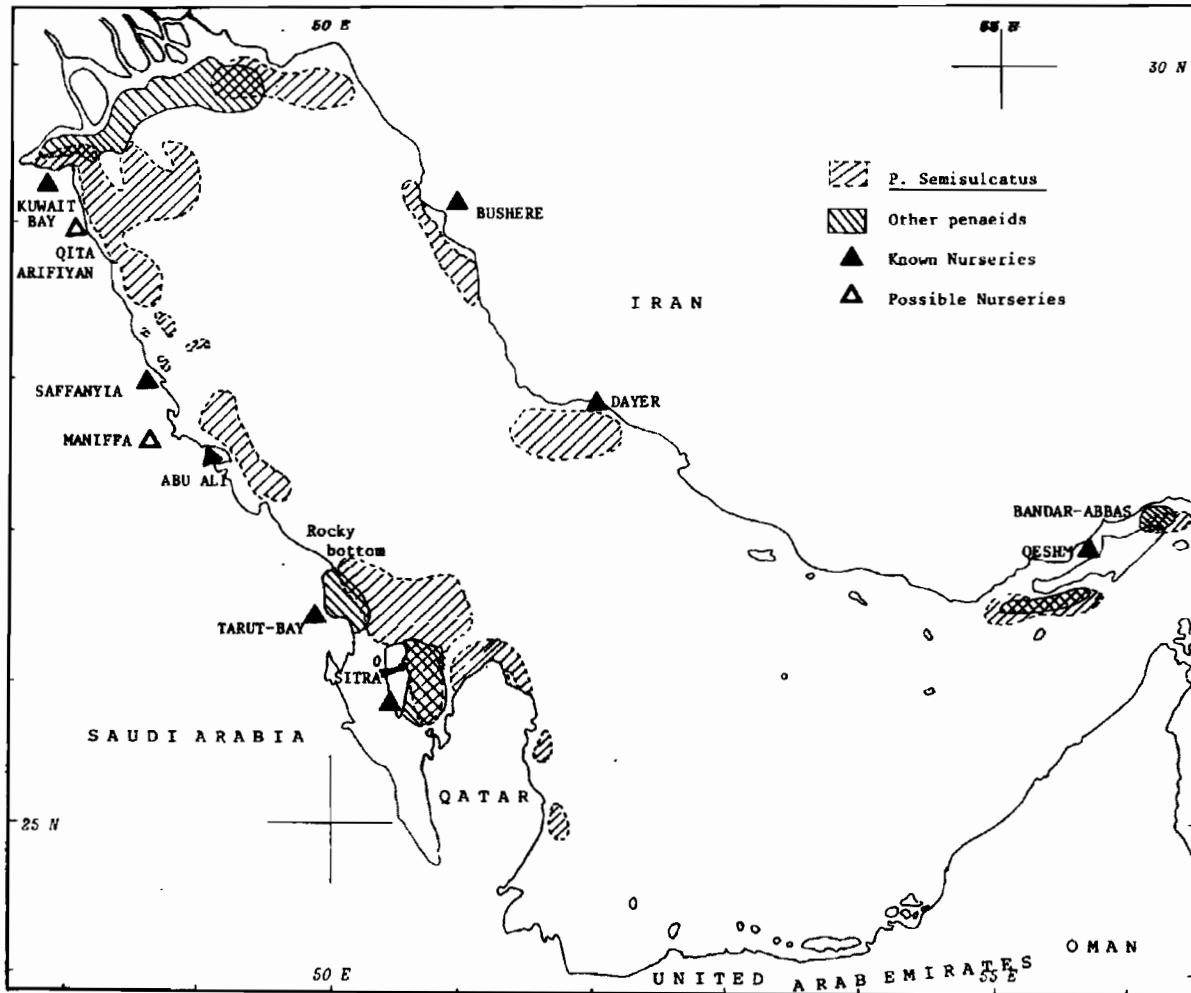


Figure 7.4.III : Localisation des principales concentrations de Pénéidés et de leurs nourriceries dans le golfe Persique (d'après FAO, 1982).

7.5. Conclusion

Le programme développé par l'ORSTOM entre 1987 et 1994 s'est intéressé à des milieux qui n'ont pas fait l'objet d'investigations scientifiques par le passé. Il a permis de préciser la localisation des nourriceries dans la région des Guyanes, restée en suspens depuis longtemps ; les résultats acquis orientent les recherches vers la zone de la frange littorale.

Ce milieu doit être prospecté de nouveau, avec des engins de pêche mieux adaptés, s'il en existe, en y associant des techniques analytiques qui permettront d'améliorer les connaissances sur ce milieu longtemps laissé de côté par les recherches halieuthiques menées dans la région ; ce désintérêt est une des principales causes du retard pris dans la connaissance de la biologie de l'espèce *Penaeus subtilis* en Guyane.

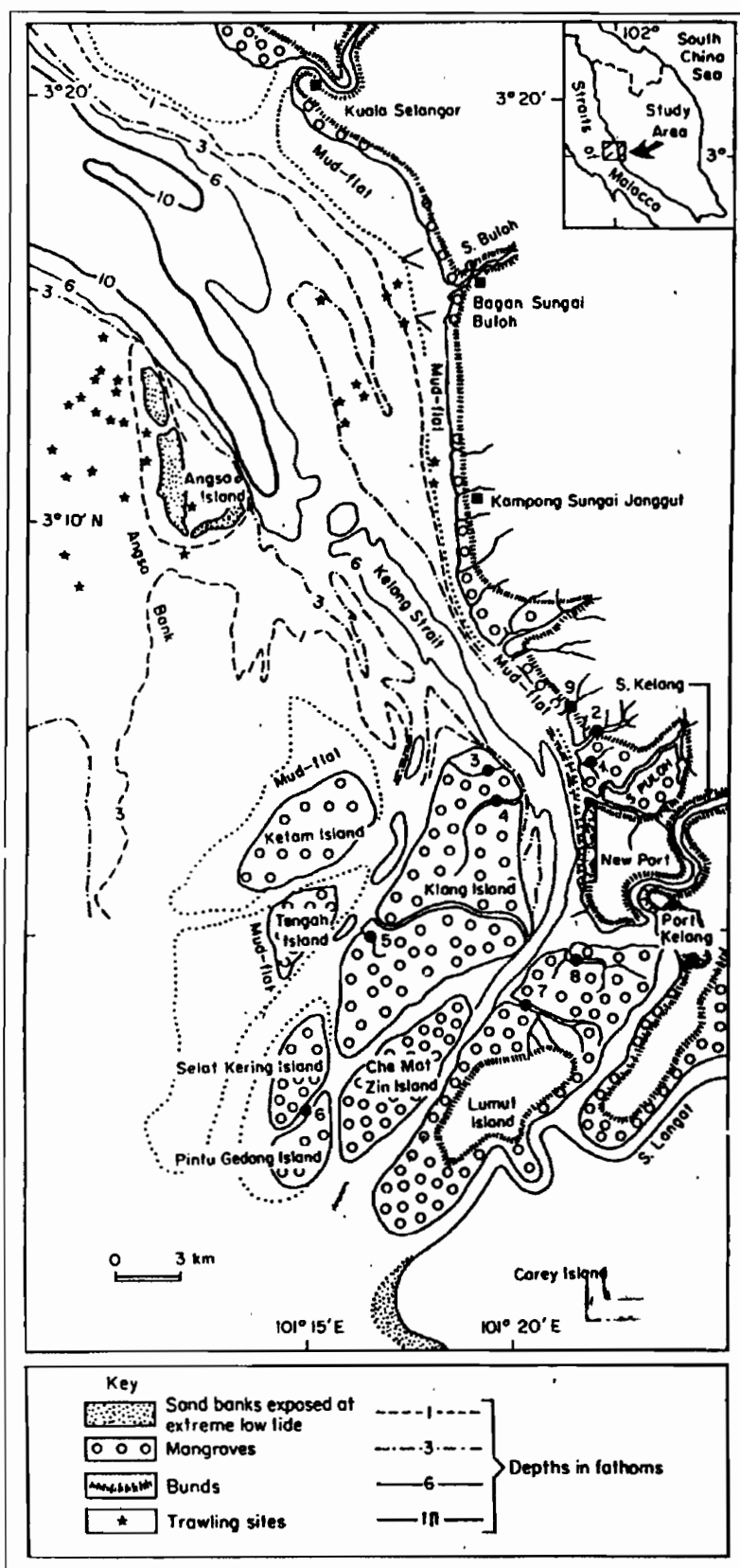


Figure 7.4.IV : Localisation d'une zone de nurseries de pénéidés et de poissons dans la péninsule de Malaisie (d'après Chong *et al.*, 1990). (●) : échantillonnage en mangrove ; (<) : échantillonnage au filet maillant ; (★) : échantillonnage au chalut.

8. Les travaux sur les subadultes et les recrues

Généralement le terme de **subadulte** s'utilise de préférence à celui de juvénile pour distinguer la phase qui suit celle du grossissement dans les nourriceries. Les crevettes ont alors la morphologie des adultes mais les organes de la reproduction ne sont pas encore fonctionnels. Ce stade se subdivise en 3 phases :

- Lorsque les juvéniles ont atteint une taille de 70 à 85 mm LT, ils quittent la nourricerie, gagnent les eaux marines pour rejoindre le stock adulte : c'est la phase de migration ; les jeunes crevettes sont alors désignées par le terme de **migrants**.
- Une fois arrivées sur les fonds fréquentés par les crevettes adultes, les subadultes ne sont pas encore pêchés, car ils n'ont pas atteint la taille de première capture ; ils sont trop petits pour être retenus dans leur majorité par les mailles des chaluts professionnels. Ils ne sont donc pas encore entrés dans la phase exploitée, tout en étant sur les zones de pêche ; il s'agit du stade de **prérecrue**.
- Enfin, lorsqu'ils atteignent une taille de 115 mm, ils deviennent majoritairement vulnérables à l'engin de pêche. Ils entrent alors dans la phase exploitée ; ce sont les **recrues**.

Ces différentes étapes du cycle de la crevette *Penaeus subtilis* ont fait l'objet d'études plus ou moins approfondies.

L'étude des recrues s'intègre dans le processus de gestion rationnelle du stock exploité ; elle a été réalisée de façon continue à partir des données de la pêcherie récoltées depuis le début de l'exploitation. Les travaux sur ce sujet s'appuyant sur ce type de données sont nombreux et ont été évoqués plus haut, lors de la présentation de l'historique de la recherche halieuthique dans la région (Cf. § 2.2.).

Des observations directes au moyen de campagnes expérimentales de chalutage ont complété les informations sur les recrues recueillies auprès de la profession et d'acquérir quelques connaissances sur les stades migrants et prérecrues.

Ces travaux qui concernent surtout les recrues seront exposés selon un ordre chronologique.

8.1. Les campagnes exploratoires "ORSOM II" (1954-1958)

La prospection réalisée à bord du chalutier "ORSOM II" est en premier lieu exploratoire et innovatrice. Il s'agit des premières campagnes d'une longue série et elles précèdent l'exploitation du stock de crevettes de plusieurs années ; elles seront suivies en 1958 par la campagne exploratoire américaine du navire *M/V "Orégon"* affrété par le Fish and Wildlife Service. Les résultats ont été présentés par Durand (1960).

8.1.1. Moyens et techniques opératoires

Le navire "ORSOM II" est un petit chalutier de 15 m équipé d'un moteur diesel de 120 CV. La faible puissance du moteur de treuil n'a pas permis l'utilisation d'un chalut à crevette professionnel et les prélèvements ont été réalisés au moyen d'un "try-net", petit chalut témoin employé par les crevettiers floridiens qui permet d'évaluer le temps de traîne optimal (fig. 8.1.1). Ce chalut a une dimension bien inférieure à celles des chaluts principaux : la longueur de la corde de dos est de 3 à 4 m, alors que dans l'autre cas elle est de 15 à 20 m. Le try-net n'a pas donné satisfaction et a été remplacé par un chalut de fond de même largeur, assemblé suivant un plan différent, avec un recouvrement plus important et un maillage de la poche de 37 mm. La durée des coups de chalut est fixée à 30 mn.

L'étude s'est appuyée sur les résultats de 400 prélèvements réalisés sur les fonds compris entre 10 et 90 m. Les résultats de ces campagnes ne sont pas comparables à ceux obtenus au moyen de chaluts classiques, car, en dehors du simple effet d'échelle, l'utilisation d'un filet de petite taille au maillage bien inférieur à celui du chalut professionnel (maillage du corps : 54 mm ; de la poche : 45 mm), a des conséquences sur l'évitement et la capturabilité des organismes benthiques.

8.1.2. Résultats

Les travaux de Durand, cités à plusieurs reprises dans ce document, apportent des indications sur la nature des fonds, les premières analyses du peuplement et des communautés benthiques du plateau continental guyanais et la première évaluation de la ressource en crevettes pénéidés : *Xiphopenaeus kroyeri*, *Penaeus subtilis* et *Penaeus brasiliensis*.

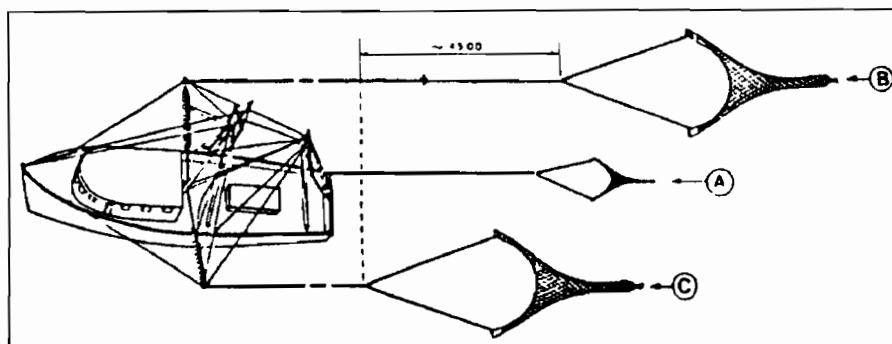


Figure 8.1.I : Schéma du train de pêche d'un crevettier floridien : (A) chalut témoin ou "try-net" ; (B) et (C) chaluts principaux (d'après FAO, 1972)

8.1.1.a. Le milieu et le peuplement du plateau continental

L'auteur montre clairement à partir des paramètres environnementaux et des peuplements benthiques que la frange côtière réunit les caractéristiques d'un milieu margino-littoral : "Ce sont à proprement parler des eaux d'estuaire et la faune entière garde les caractéristiques d'une faune d'estuaire jusqu'à au moins 20 milles au large" (Durand, 1960, page 43) ; et : "Tout le littoral guyanais jusqu'à 20 milles de la côte peut être considéré comme un vaste estuaire et l'on pourrait presque, au sens biologique, définir la limite du domaine terrestre et du domaine maritime par la disparition des *Siluridae*¹⁷." (Durand, 1960, page 45).

8.1.1.b. les crevettes

Si l'étude a porté sur les 3 espèces de crevettes *Xiphopenaeus kroyeri*, *Penaeus brasiliensis* et *Penaeus subtilis*, les principaux résultats rassemblés sur cette dernière espèce seront exposés en priorité. Dans le document de Durand, l'espèce apparaît sous la dénomination de *Penaeus aztecus* ; à ce sujet, il est bon de rappeler qu'une importante révision de la taxonomie des crevettes est intervenue bien après cette étude (Holthuis, 1980).

La zone de distribution de la crevette *Penaeus subtilis* s'étend des plus faibles profondeurs prospectées jusqu'à 65 m, alors que *Penaeus brasiliensis* se rencontre de 40 m à 90 m.

Des chalutages de jour et de nuit montrent que l'espèce, qui à l'époque, avait la réputation d'avoir un rythme d'activité nocturne, est également capturée de jour en Guyane. Cependant, la périodicité nocturne semble plus marquée chez l'adulte que chez les jeunes capturés sur de plus petits fonds, mais la différence de 5,6 % observée sur les fréquences de captures ne permet pas de conclure définitivement sur ce point (Cf. § 3.4, fig. 3.4.XXXIII) alors que chez *Penaeus brasiliensis* le rythme nocturne est bien marqué.

Des jeunes *Penaeus subtilis* ont été capturés dans les fonds inférieurs à 20 m, mais aucune information sur leur distribution géographique ni sur leur taille n'est fournie.

La périodicité et le sens du déplacement général de cette espèce diffèrent de ceux constatés chez *Penaeus brasiliensis* (fig. 8.1.II et 8.1.III) ; chez la première, il se fait vers la côte le jour, alors que chez la seconde, ce déplacement a lieu de nuit. L'influence des variations de la température sur des déplacements sur une plus large échelle temporelle est éliminée, en revanche, celle de la pluviométrie et du débit des fleuves est proposée : "L'alternance des saisons sèches et pluvieuses pourrait par contre avoir une influence non négligeable sur la salinité de l'eau dans la bande côtière où doivent se trouver les « nurseries » à *P. aztecus*, et par suite sur le développement de l'espèce" (Durand, 1960, page 77).

Il faut noter au passage que, dans cette citation, l'auteur émet déjà l'hypothèse de nourriceries situées sur les fonds de la frange littorale (Cf. §. 5 et 7).

8.2. Les campagnes d'évaluation Japonaises (1980-1981)

Les campagnes de chalutage japonaises ont été réalisées à l'initiative de la JAMARC¹⁸. Elles s'intègrent dans une stratégie globale des armements japonais qui consiste à prospecter les ressources marines au-delà de leurs frontières, partout à travers le monde (voir pour exemple l'ouvrage de Hatanaka *et al.*, 1976 qui traite des espèces exploitables de l'Atlantique nord-est, Mauritanie, Angola, Afrique du Sud, Madagascar, Patagonie, Seychelles, Arabie-Saoudite et les Iles du Pacifique).

¹⁷ Dans la nomenclature actuelle, il s'agit de la famille des *Aridae*.

¹⁸ JAMARC : Japan Marine Fisheries Research Center

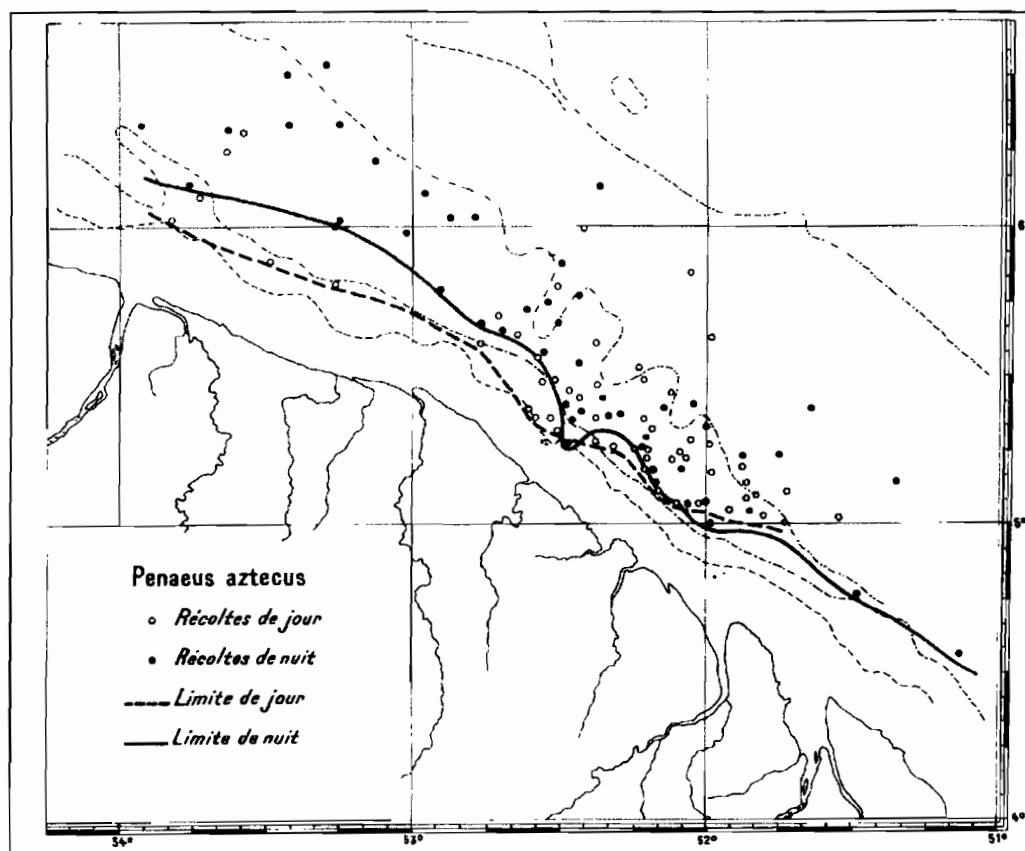


Figure 8.1.II . Déplacement de la crevette *Penaeus subtilis* entre le jour et la nuit (d'après Durand, 1960).

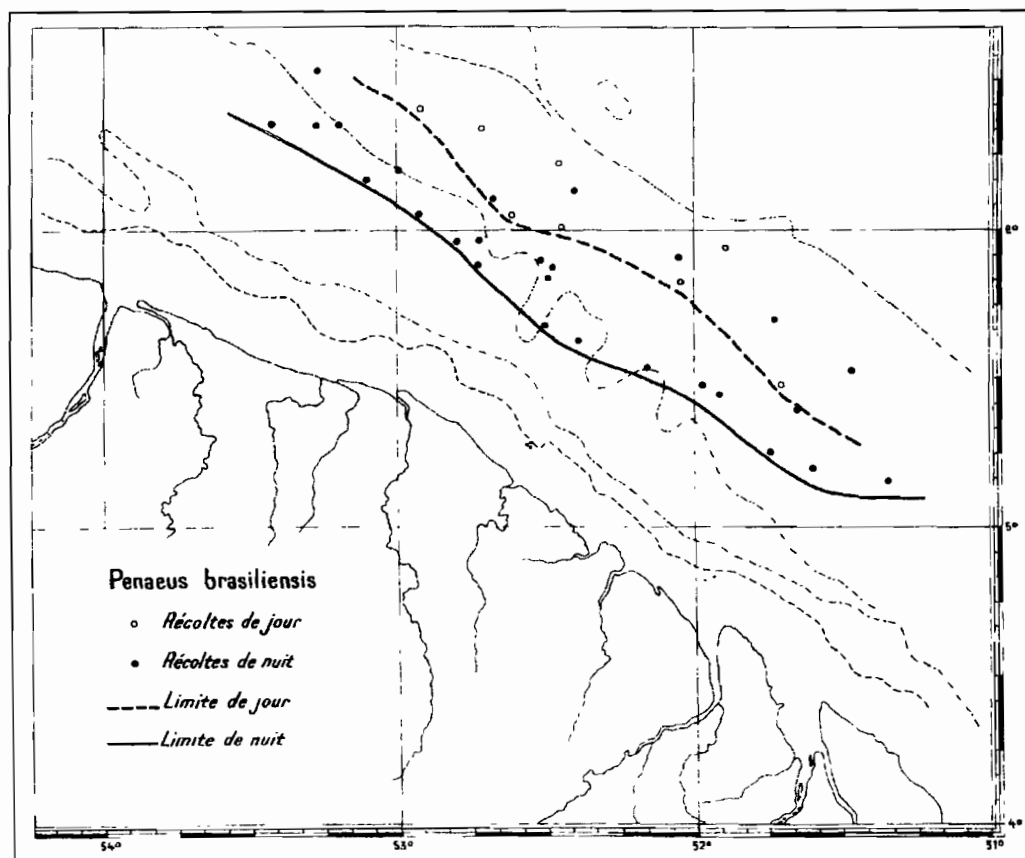


Figure 8.1.III : Déplacement de la crevette *Penaeus brasiliensis* entre le jour et la nuit (d'après Durand, 1960).

La série de campagnes en Guyane est couplée avec des opérations similaires réalisées au Surinam, dans l'un et l'autre cas, elles ont lieu alternativement sur le plateau et sur le talus continental.

Initialement les campagnes proposées par la JAMARC, sont présentées comme des études de "faisabilité" ; terme auquel se rattache un protocole bien défini où le mode de pêche professionnel est simulé, en particulier, la durée des traits de chalut est plus longue que dans les opérations d'évaluation. Il apparaît aux autorités françaises que si ce type de campagne est justifié dans le cas du talus continental, il ne l'est absolument pas dans le cas du plateau où une pêcherie exploite la ressource crevette depuis déjà une vingtaine d'années. C'est ainsi que l'autorisation de réaliser ces campagnes est subordonnée à la modification de l'objectif et du protocole des opérations sur le plateau continental qui seront orientées sur l'évaluation de la ressource, ainsi qu'à la présence d'un observateur à bord¹⁹

8.2.1. Moyens et techniques opératoires

Les campagnes ont été réalisées à bord du chalutier "Nisshin Maru 201". Il s'agit d'un crevettier à gréement floridien classique (photos. 8.2.I et 8.2.II), de taille et de puissance légèrement supérieure à celles des unités qui composent la flottille crevette basée en Guyane à cette époque : sa longueur hors-tout est de 25,30 m et sa puissance motrice est de 565 CV.

Le chalut utilisé est identique à ceux de la flottille japonaise basée au Surinam et au Guyana. Il s'agit de chaluts plats de type "Western-jib-trawl", dont le maillage du corps est de 57 mm et celui de la poche, de 45 mm ; il est doublé d'un fourreau en mailles de 110 mm, muni de filins de 30 cm (système "Ullaskirt" des américains) destiné à protéger la poche de l'usure sur le fond et des attaques des requins. Les chaluts ont une longueur de corde de dos de 16,10 m ; des essais en bassin à la vitesse de 2,7 noeuds ont montré que l'ouverture horizontale est large de 13,9 m (Inada *et al.*, 1983b)

Le protocole adopté est celui de l'échantillonnage aléatoire stratifié, la zone à prospecter étant partagée en 33 aires constituant 5 strates (fig. 8.2.I). Les résultats de la première campagne de décembre ont complété les informations acquises par l'ISTPM²⁰ lors de la campagne à bord de la "Thalassa" en 1971 (Abbes *et al.*, 1972).

Les campagnes ont été réalisées à bord du chalutier "Nisshin Maru 201". Il s'agit d'un crevettier à gréement floridien classique (photos. 8.2.I et 8.2.II), de taille et de puissance légèrement supérieure à celles des unités qui composent la flottille crevette basée en Guyane à cette époque : sa longueur hors-tout est de 25,30 m et sa puissance motrice est de 565 CV.

La durée des traits de chalut est fixée à 60 mn, elle est écourtée jusqu'à 20 mn dans les fonds peu chalutables ou lorsque l'abondance est très élevée.



Photo 8.2.I : Vue du chalutier crevette "Nisshin Maru 201" à bord duquel se sont déroulées les campagnes japonaises (cliché Lemoine, *in* Lemoine *et al.*, 1982).

¹⁹ Vendeville, co-auteur du présent document a assuré la fonction d'observateur sur 90 % de l'ensemble de ces campagnes.

²⁰ ISTPM : Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes - devenu depuis IFREMER.



Photo8.2.II : Vue d'un crevettier professionnel à gréement floridien sur les lieux de pêche. On distingue parfaitement les deux tangons latéraux et les deux chaluts qui viennent d'être remontés (cliché L'homme).

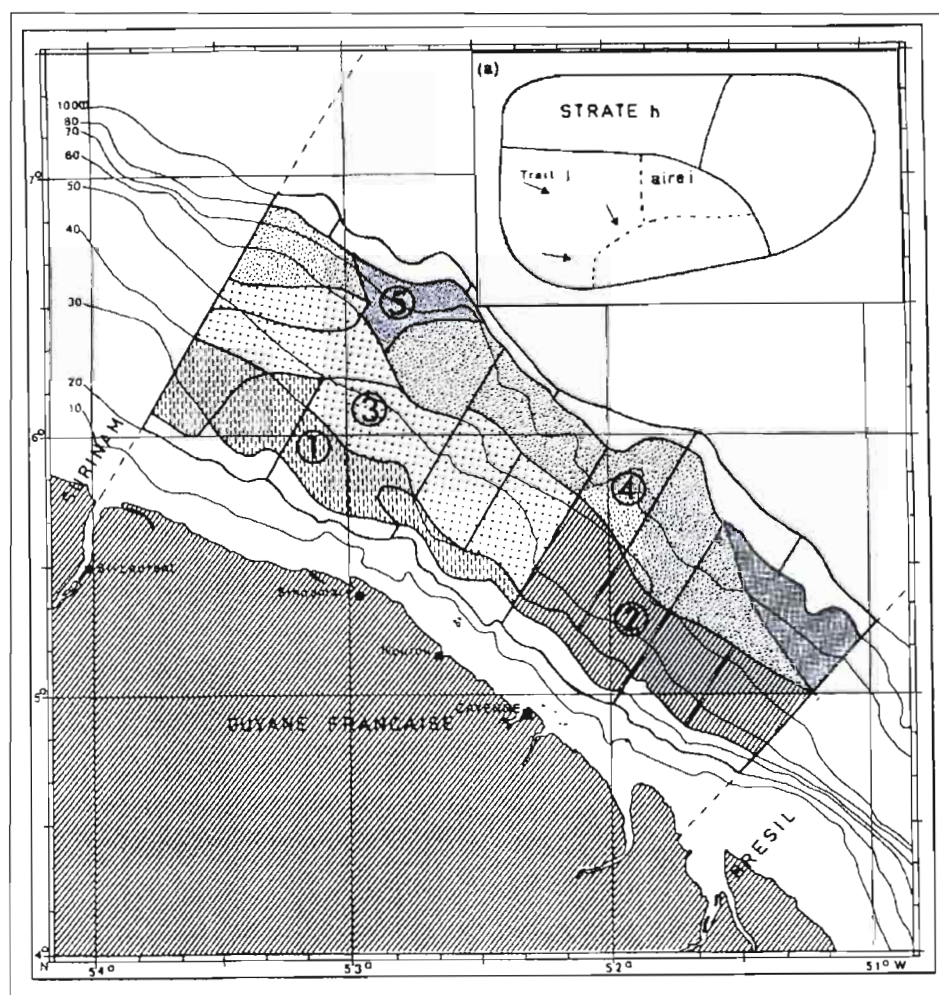


Figure 8.2.I : Schéma de regroupements des aires en 5 strates utilisé lors de l'analyse des données des campagnes japonaises d'évaluation par chalutage de 1980-1981 (d'après Vendeville, 1984).

8.2.2. Résultats

Les résultats de ces campagnes ont été présentés par les chercheurs de la JAMARC et ceux de l'ISTPM (Cf. § 2.2.). Leur objectif principal ne résidait pas dans l'étude des juvéniles et des subadultes de crevettes pénéidés ; il s'agissait d'évaluer les ressources en crevettes et d'estimer le volume des captures accessoires des crevettiers. L'analyse des résultats sur la zone située en Guyane a porté sur un total de 144 stations réparties sur 4 campagnes d'une durée de 13 à 15 jours : décembre 1980 (29 stations), février-mars 1981 (32 stations), mai 1981 (44 stations), août 1981 (39 stations).

8.2.2.a. Le peuplement et les captures accessoires

L'analyse du peuplement et des associations d'espèces benthiques s'est restreint aux résultats des chalutages de la première campagne, l'objectif étant de déterminer un nombre limité de strates les plus homogènes possible quant à leurs densités par espèce et quant à leurs caractéristiques géomorphologiques (sonde, substrat). Les résultats montrent que la sonde et la longitude sont les facteurs qui ont la plus grande influence sur la distribution des espèces démersales.

L'évaluation des densités des captures de poissons qui accompagnent la pêche à la crevette a permis d'estimer que l'exploitation crevettière entraîne la capture de 11 kg de poissons, dont 95 % est rejeté mort à la mer, pour 1 kg de crevettes.

L'impact sur le stock de poisson exploitable du prélèvement improductif que représentent ces captures a été analysé et des solutions ont été proposées visant à valoriser les rejets (Vendeville, 1984). En revanche, le devenir des quantités de poissons rejetés à la mer n'a pas fait l'objet d'analyse ; il aurait été intéressant de savoir si l'enrichissement considérable en matière organique qu'elles représentent, profite au stock de crevettes et de quelle façon.

8.2.2.b. Les crevettes

Les ressources en crevettes ont été estimées selon deux schémas de stratifications différents. L'équipe japonaise a traité l'ensemble de la zone prospectée au Surinam et en Guyane ; 4 secteurs ont été définis comprenant chacun 4 strates bathymétriques (fig. 8.2.II).

Les résultats des estimations (tab. 8.2.I) montrent que *Penaeus brasiliensis* est plus abondante que *Penaeus subtilis* sur l'ensemble de la zone, mais si l'évaluation se restreint à la Guyane, *Penaeus subtilis* est la plus abondante des deux crevettes. Ceci vient confirmer le schéma des distributions des deux espèces évoqué plus haut (Cf. § 7.2) ; *Penaeus brasiliensis* est plus abondante vers l'ouest du Maroni alors que *Penaeus subtilis* voit son abondance augmenter vers l'est. Les écart-types sont plus élevés dans les estimations réalisées en Guyane seule, en raison de la prise en compte dans les calculs, du caractère aléatoire de la durée des coups de chalut.

Tableau 8.2.I : Evaluation des rendements moyens (kg/h) en *Penaeus subtilis* et *Penaeus brasiliensis* lors des 3 campagnes japonaises de 1981.

campagne	Surinam et Guyane (Kawahara, Funato, Inada et Mito, 1983)				Guyane (Vendeville, 1984)			
	<i>Penaeus subtilis</i>		<i>Penaeus brasiliensis</i>		<i>Penaeus subtilis</i>		<i>Penaeus brasiliensis</i>	
	m	s	m	s	m	s	m	s
février	2,6	0,4	3,2	0,5	5,21	1,51	3,09	0,55
mai	1,7	0,3	4,3	0,4	3,93	1,57	4,76	0,95
août	2,3	0,4	5,9	0,9	3,34	0,77	4,12	0,96

(m = moyenne ; s = écart-type)

L'objectif des campagnes n'était pas l'étude des stades jeunes des crevettes mais néanmoins quelques résultats obtenus sur la distribution par classe de taille apportent des informations sur le recrutement et la migration des jeunes.

Venaille (1979), analysant les mensurations réalisées lors des campagnes "Guyapêche I et II" de mars et novembre 1978, constate que la taille des crevettes *Penaeus subtilis* augmente avec la profondeur et d'est en ouest. Des résultats analogues sont observés sur les données des campagnes japonaises (fig. 8.2.III).

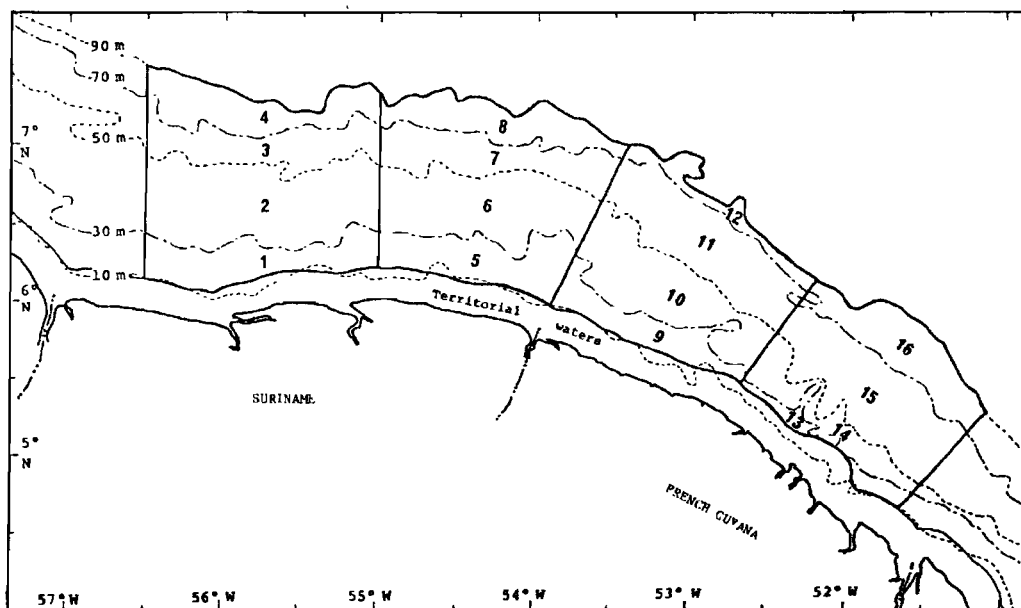


Figure 8.2.III : Schéma de stratification utilisé sur l'ensemble de la zone : Guyane et Suriname (d'après Kawahara et al., 1983).

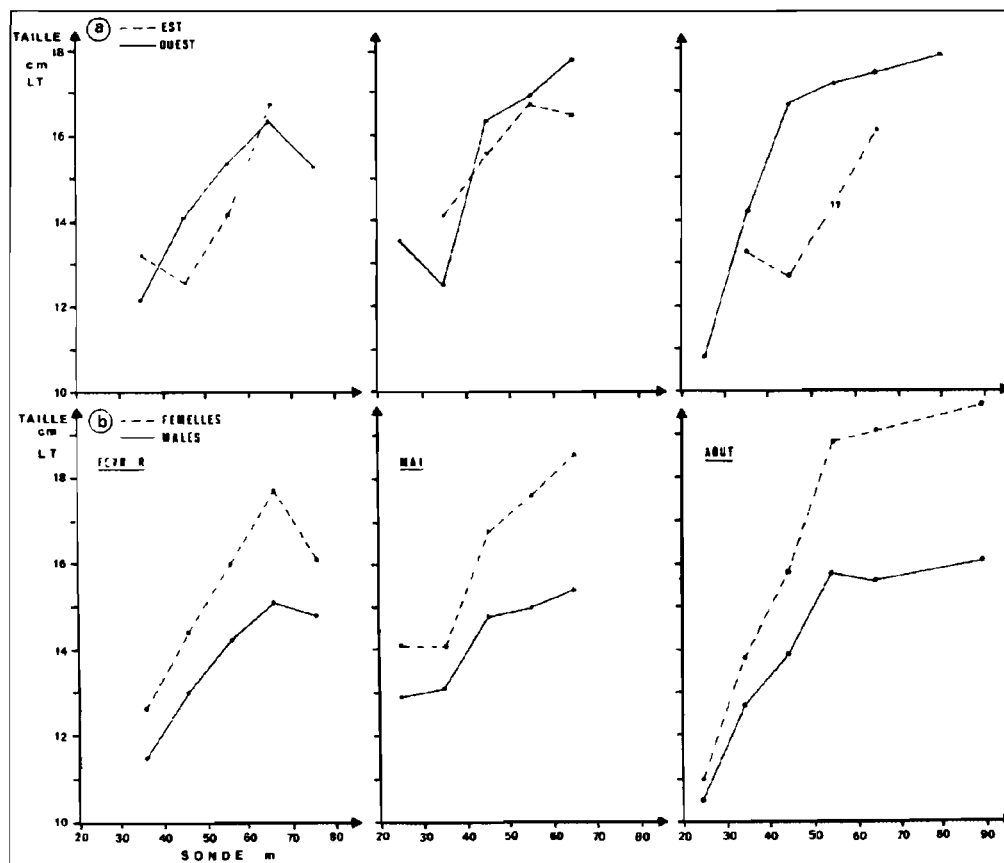


Figure 8.2.IV : Variations de la taille moyenne de *Penaeus subtilis* en fonction de la profondeur selon les sexes et comparaison entre l'est et l'ouest, en 1981 (d'après Vendeville, 1984).

Dans le détail, les distributions par classe de taille apparaissent complexes. Sur la Guyane elles sont présentées par gamme de sonde de 10 m ; les résultats de la campagne de décembre 1980 y sont inclus (fig.8.2.IV et 8.2.V) ; et sur l'ensemble, selon des strates bathymétriques de 20 m et 4 secteurs tracés perpendiculairement à la côte, ce qui permet de comparer les distributions d'est en ouest, mais les résultats de la première campagne sont absents (fig. 8.2.VI à 8.2.VIII). Ces deux représentations sont complémentaires.

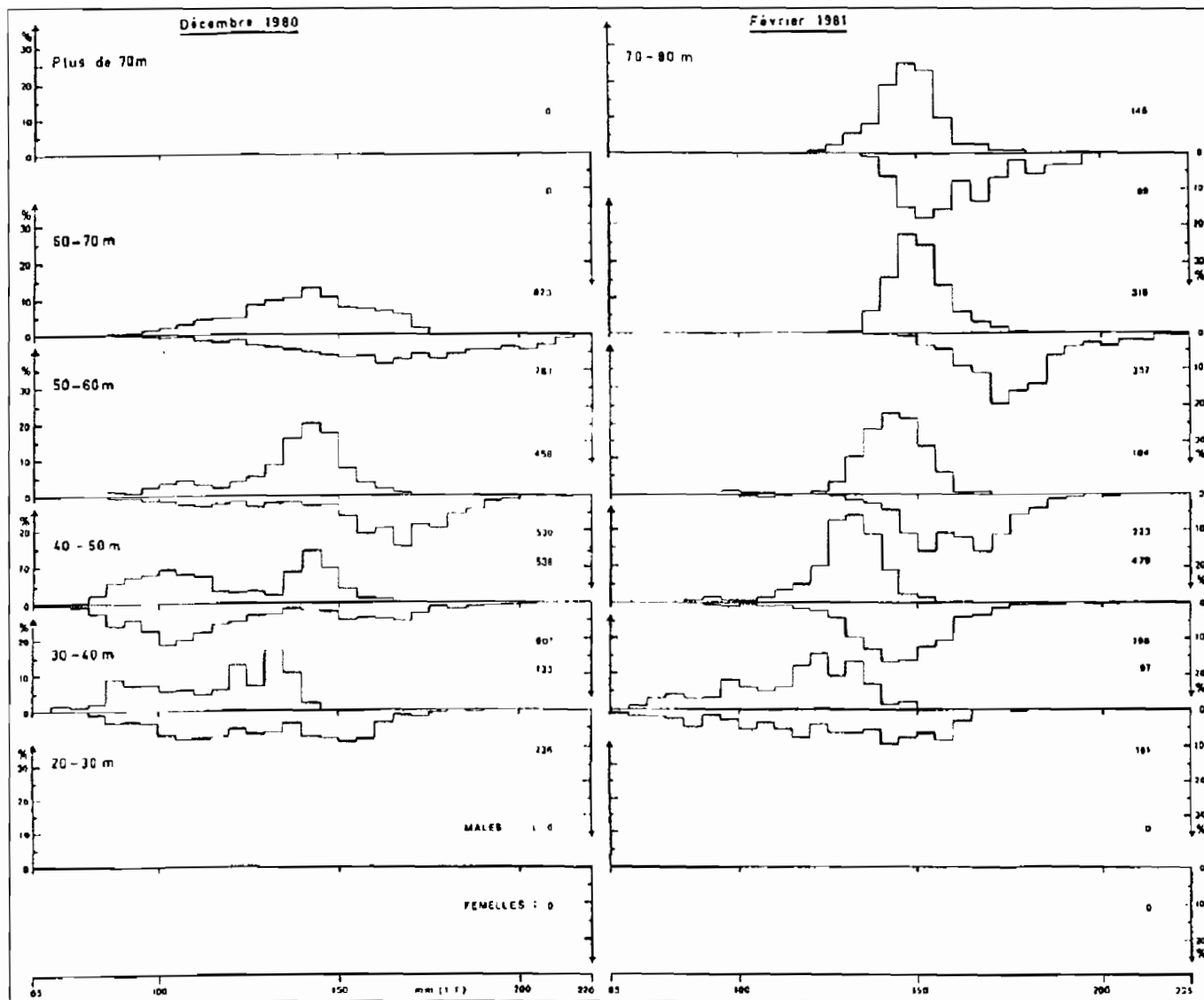


Figure 8.2.IV : Distributions des fréquences de taille de *Penaeus subtilis* par strate de profondeur et selon les sexes (mâles, en haut et femelles, en bas) observées en Guyane lors des campagnes de décembre 1980 et de février 1981 (d'après Vendeville, 1984).

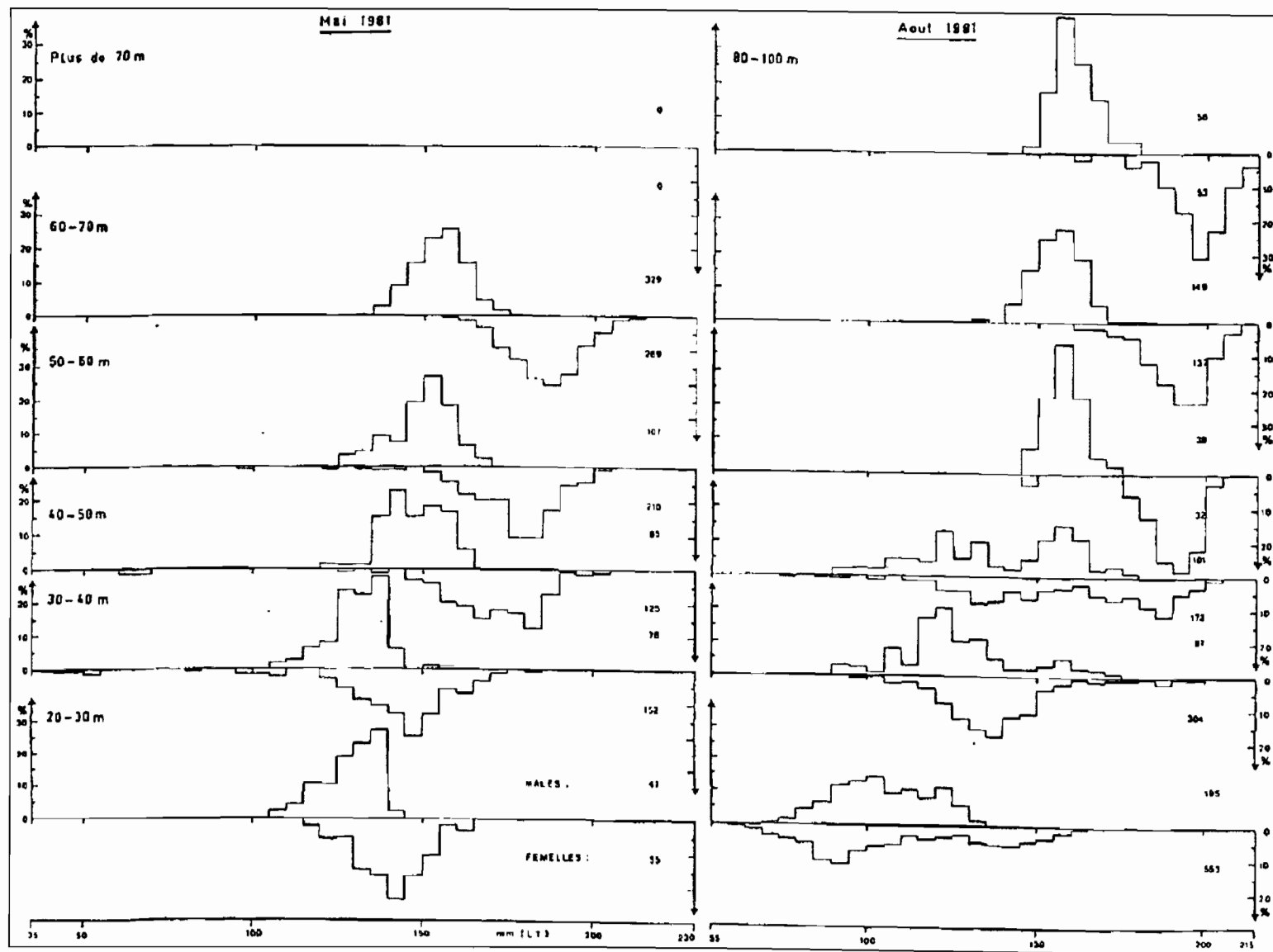


Figure 8.2.V : Distributions des fréquences de taille de *Penaeus subtilis* par strate de profondeur et selon les sexes (mâles, en haut et femelles, en bas) observées en Guyane lors des campagnes de mai et d'août 1981 (d'après Vendeville, 1984).

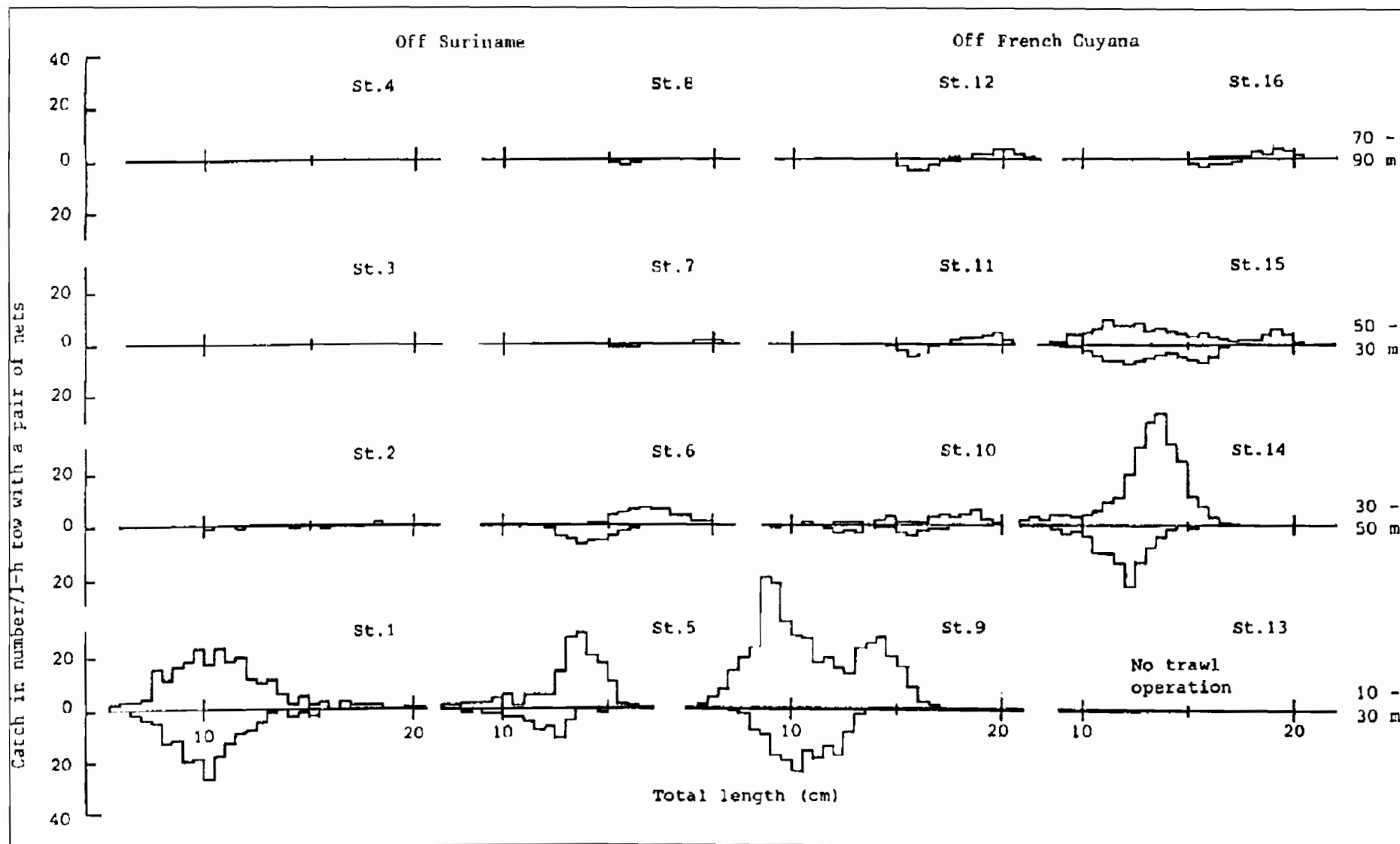


Figure 8.2.VI : Distributions des fréquences de taille de *Penaeus subtilis* par secteur, par strate de profondeur et selon les sexes (mâles, en bas et femelles, en haut) observées au Surinam et en Guyane lors de la campagne de février 1981 (d'après Kawahara, Funato, Inada et Mito, 1983).

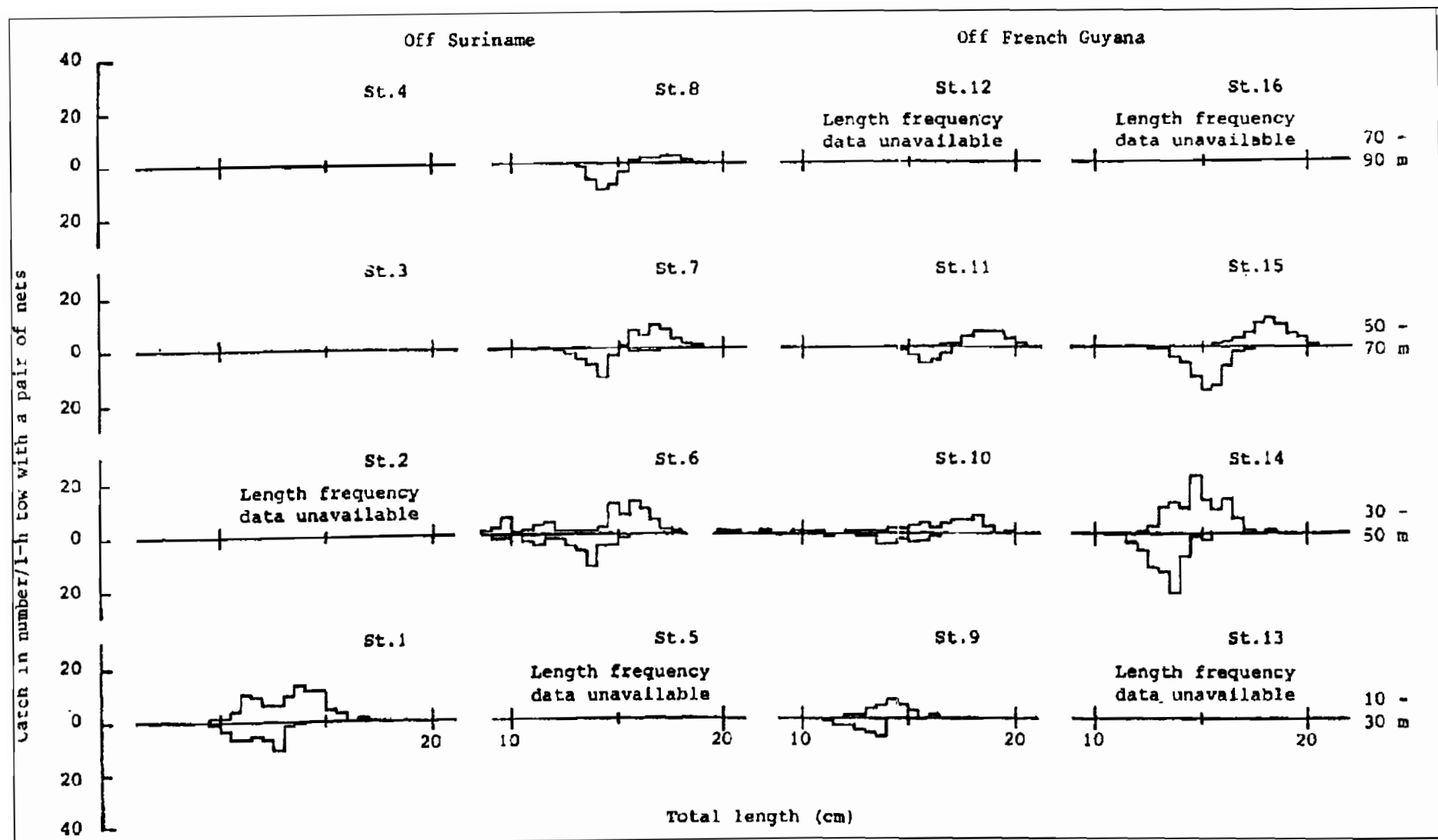


Figure 8.2.VII : Distributions des fréquences de taille de *Penaeus subtilis* par secteur, par strate de profondeur et selon les sexes (mâles, en bas et femelles, en haut) observées au Surinam et en Guyane lors de la campagne de mai 1981 (d'après Kawahara, Funato, Inada et Mito, 1983).

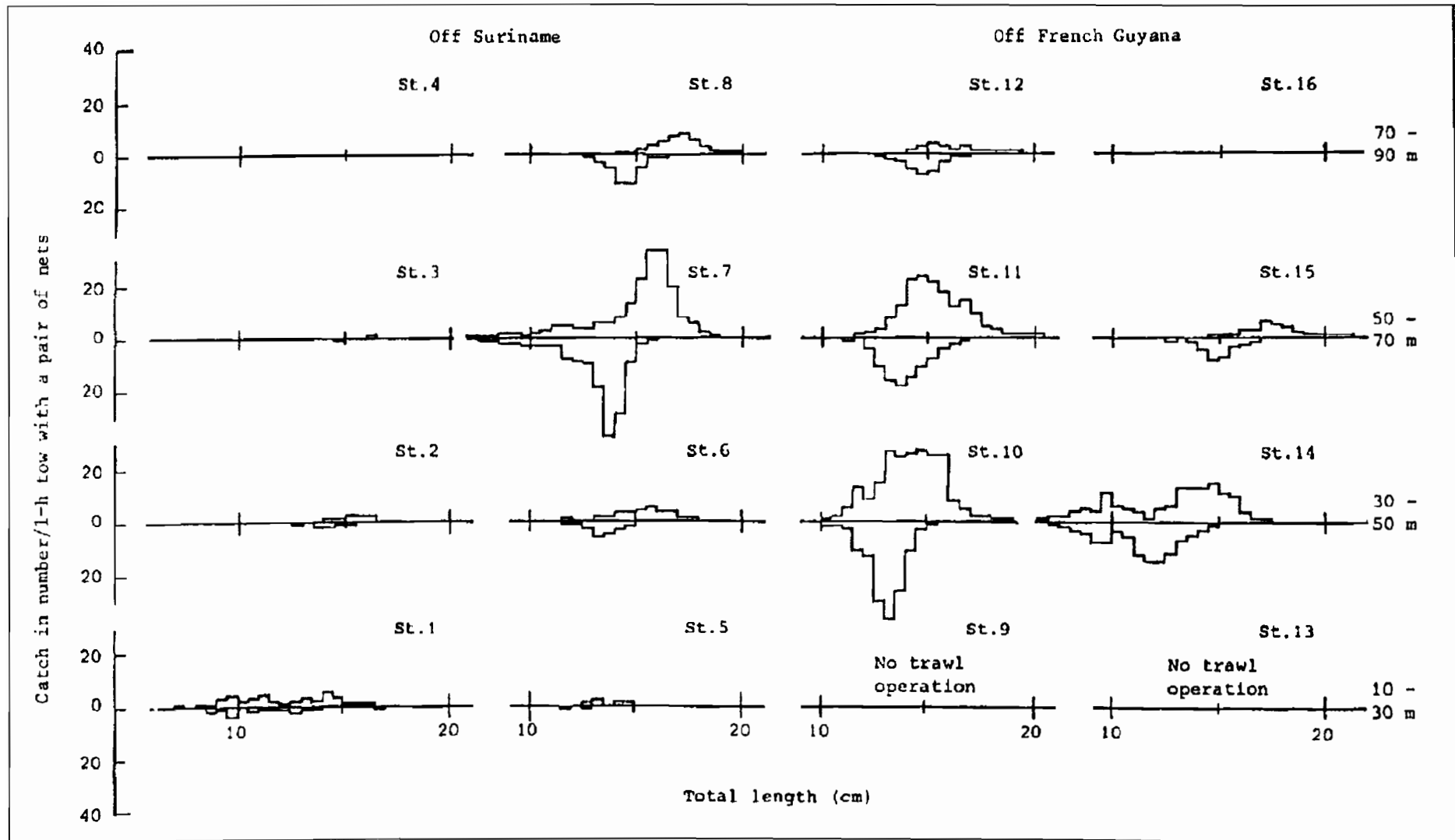


Figure 8.2.VIII : Distributions des fréquences de taille de *Penaeus subtilis* par secteur, par strate de profondeur et selon les sexes (mâles, en bas et femelles, en haut) observées au Surinam et en Guyane lors de la campagne d'août 1981 (d'après Kawahara, Funato, Inada et Mito, 1983).

Ces distributions de fréquences de taille montrent que des individus de taille inférieure à 115 mm sont fréquemment capturés dans les strates les moins profondes, 20-30 m et 30-40 m, lors de 3 campagnes sur 4. La période correspondant à la campagne de mai, qui s'est déroulée sur l'ensemble de la Guyane et du Surinam entre le 24 avril et le 1^{er} juin, apparaît peu propice au recrutement dans la pêcherie ; cette constatation est à rapprocher des résultats observés lors de la campagne "Epaulard" qui couvre la même période de l'année et où peu de jeunes *Penaeus subtilis* ont été capturés. En revanche, en décembre, février-mars et août, le recrutement de la crevette est nettement mis en évidence ; ces recrutements correspondraient, en se basant sur une durée de 4 mois les séparant du prérecrutement, à des arrivées de postlarves dans les nourriceries en août, octobre-novembre et avril, ce qui correspond sensiblement aux 3 périodes de fortes abondances en postlarves observées lors des échantillonnages en estuaires (Cf. § 3.5.) qui sont mars à mai, août à octobre et décembre à février.

Ces résultats montrent clairement qu'en Guyane, les crevettes *Penaeus subtilis* sont recrutées à partir des côtes guyanaises, contrairement à *Penaeus brasiliensis*, qui proviendrait du Guyana ou de la région ouest du Surinam (Kawahara *et al.*, 1983).

8.3. L'étude de la distribution spatio-temporelle de *Penaeus subtilis*

La réglementation d'accès à la ressource crevettière dans la ZEE de Guyane française interdit à titre conservatoire le chalutage des crevettes *Penaeus subtilis* et *Penaeus brasiliensis* sur les fonds inférieurs à 30 mètres depuis 1985. Cette réglementation élaborée en l'absence de bases scientifiques et abrupte par le manque de modulation dans l'espace et dans le temps, a été fortement remise en question par les professionnels qui connaissaient alors de graves difficultés économiques.

Dans ce contexte l'IFREMER, en collaboration avec les armements, a réalisé une étude globale ayant comme objectif de déterminer le bien-fondé de cette réglementation (Dintheer et Rosé, 1989b) et visant à :

- préciser la distribution dans la bande côtière des adultes et juvéniles de *Penaeus subtilis*, seule espèce cible fréquentant ces petits fonds et accomplissant la totalité de son cycle dans les eaux guyanaises.
- mesurer l'impact d'une ouverture partielle ou totale de la pêche dans les 30 mètres ;
- faire toutes les propositions d'aménagement adaptées.

La pêche de la flottille française, axée exclusivement sur *Penaeus subtilis*, est basée sur l'exploitation rapide des jeunes recrues issues principalement de la vague de recrutement du troisième trimestre, concentrant son effort de pêche au large de Sinnamary. Depuis 1986 une modification des pratiques de tri des captures à bord apparaît ; elle se traduit par une augmentation de la catégorie "61/80"²¹ au détriment de celle des "déchets" (ou brisure) ; elle s'accompagne d'une fréquentation croissante des petits fonds. Cette stratégie a pour objet d'améliorer l'écoulement de la production constituée en majorité d'individus de petite taille, absorbés plus facilement par le marché européen.

8.3.1 Moyens et techniques opératoires

Ce travail mené de 1986 à 1988 a consisté à analyser la distribution spatio-temporelle de *Penaeus subtilis* sur les fonds inférieurs à 50 m.

Le plateau continental a été divisé en 4 zones globalement perpendiculaires à la ligne de côte, elles-mêmes, subdivisées en 5 strates bathymétriques : 15-19 m, 20-24 m, 25-29 m, 30-39 m et 40-49 m.

Sur l'ensemble de la zone étudiée, 20 strates ont ainsi été définies. Dans chacune d'elles, des informations sont recueillies mensuellement sur les captures en crevettes, l'effort de pêche et les rendements auprès de chalutiers bénéficiant d'une dérogation les autorisant à pêcher dans la "zone des 30 m" en même temps que sont récoltés des observations par des campagnes scientifiques, "Penju", à bord de crevetters industriels affrétés par l'IFREMER pour prospecter systématiquement les 4 radiales correspondantes de chaque zone (fig. 8.3.1).

Les crevetters n'ayant pas fréquenté les fonds de moins de 30 m entre décembre et mars, les résultats obtenus portent essentiellement sur la période d'avril à novembre.

Les campagnes "Penju", au nombre de 9, durent de 5 à 8 jours ; elles se sont déroulées entre juin 1987 et juillet 1988, à raison d'une campagne tous les 45 jours.

²¹ Les catégories de taille commerciales sont désignées par le nombre d'individus par livre américaine ou par kg ; il s'agit dans ce cas-ci de 61 à 80 crevettes par kg.

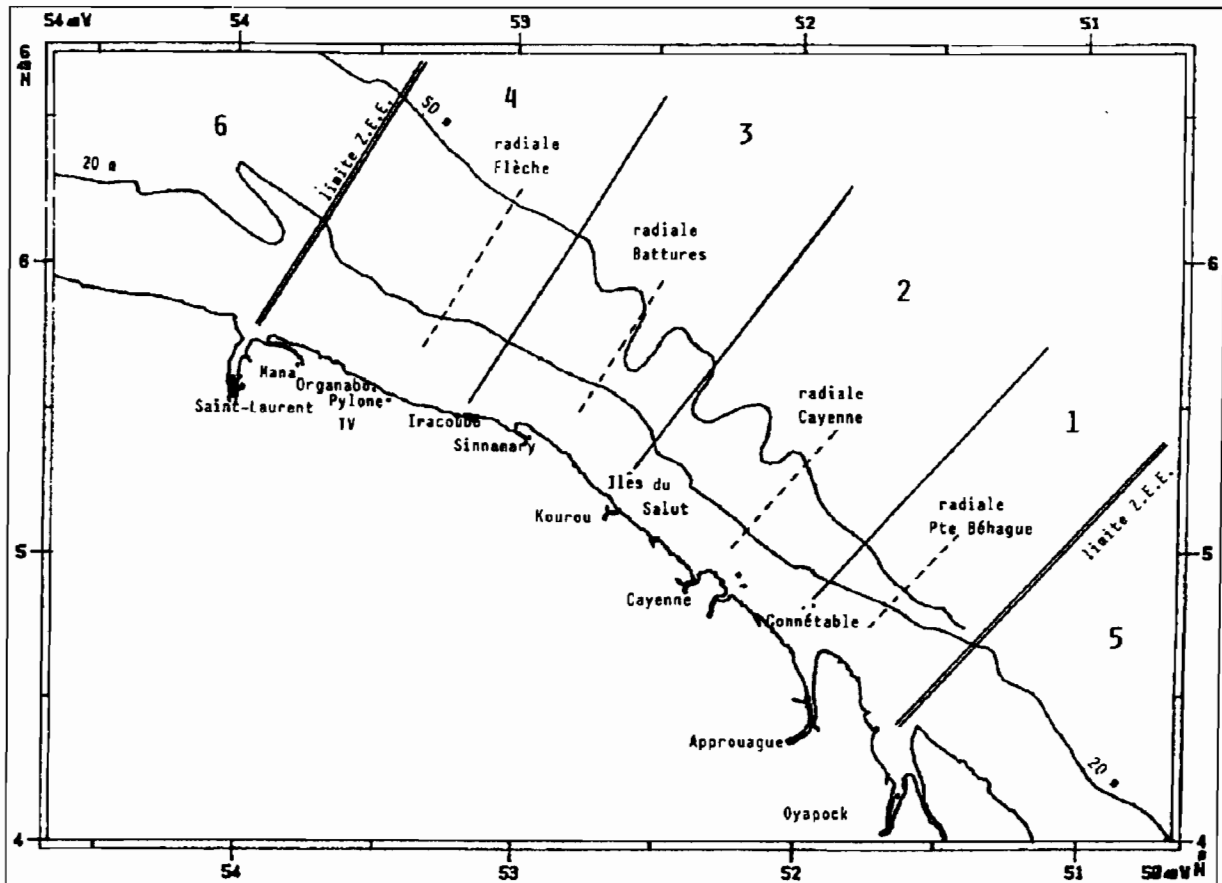


Figure 8.3.1 : Secteurs et radiales prospectés lors des 9 campagnes expérimentales "Penju" de juin 1986 à juillet 1988 (d'après Dintheer et Rosé, 1989b).

Les divers résultats sont comparés sur une échelle mensuelle. En cas d'absence d'informations sur un mois considéré, cas rencontré régulièrement sur les données des campagnes, il est fait appel à l'interpolation. Ce procédé n'a bien entendu pas pu être appliqué aux période couvrant décembre à avril durant lesquelles aucun échantillon n'a été prélevé.

8.3.2. Résultats

Le rendement horaire est retenu comme indice d'abondance. Les valeurs les plus élevées se rencontrent, dans les strates de 30 m, entre mai et septembre, à la limite de cette sonde en avril et octobre, plus profondément à partir de novembre.

Le recrutement des juvéniles (inférieurs à 100-120 mm LT) le plus important se situe en juillet-août et à un moindre degré en octobre. Lors de ces périodes beaucoup de juvéniles sont localisés sur les fonds de moins de 30 m, ainsi que des femelles immatures de moins de 140 mm LT.

De juin à août, les juvéniles sont plus abondants à l'ouest, dans le secteur de Mana sur les fonds de 15 à 20 m. En octobre, la zone des rendements élevés s'étend aux secteurs 2 et 3 ; les juvéniles sont sur des fonds de 25-30 m dans le secteur de Mana, de 15-30 m dans celui de Sinnamary et de 20-30 m dans celui de Cayenne.

Les femelles en reproduction sont plus abondantes entre 25 et 30 m en juin, entre 20 et 30 m en juillet, entre 15 et 20 m en août et entre 30 et 50 m en novembre. Les plus fortes concentrations de femelles prêtes à pondre sont observée dans la frange côtière au mois de juillet-août. Il s'agirait d'une ponte secondaire. La ponte principale aurait lieu en mars-avril et serait responsable du recrutement de juillet-août, selon Dintheer et Rosé ; celle-ci serait à l'origine des fortes abondances en juvéniles observée en octobre. Une nouvelle période de maturation débiterait en novembre. Ces conclusions vont à l'encontre des hypothèses formulées par le passé, qui distinguaient la première saison de reproduction, la plus constante et la plus importante, d'octobre à février et la seconde, plus fugace et plus faible en avril-mai (Garcia *et al.*, 1984a).

Les résultats de l'étude sont difficiles à interpréter et parfois contradictoires. A cela, plusieurs raisons peuvent être invoquées :

- l'échantillonnage à partir des crevettiers n'a couvert que très partiellement la période considérée ; il en est de même de celui des campagnes scientifiques ;
- il ne couvre pas la totalité des strates ; les moins profondes sont très peu échantillonnées.
- le choix des variables est contestable : l'utilisation de densités numériques par strate et par classe de taille aurait sans doute permis de mieux cerner l'image des distributions spatio-temporelles.

La portée des conclusions de cette étude en matière de gestion et de réglementation est en grande partie altérée par l'absence d'informations entre les mois de décembre et avril, où des recrutements ont certainement lieu (Cf. § 8.2.2., résultats de décembre et février 1981).

8.4. La campagne "Polca"

La vedette "Polca", propriété du Pôle de Recherche Océanologique et Halieutique Caraïbe a été mise à la disposition du programme sur la crevette en Guyane entre le 15 mai et le 15 juillet 1988, ce qui a permis de l'utiliser pour réaliser des chalutages très côtiers à l'aide d'un try-net de crevettier commercial (photo 8.4.I). Les caractéristiques du bateau sont données dans le tableau 8.4.I et celle du filet dans le tableau 8.4.II.

Tableau 8.4.I : Caractéristiques des navires "Polca" et "André Nizery" (d'après Lins Oliveira, 1991).

	Polca	André Nizery
type	vedette	chalutier pêche arrière
coque	plastique	acier
longueur hors tout (m)	12	24
tirant d'eau (m)	1,75	3,4
jauge (tjb)	22	119
puissance (CV)	192	400

Tableau 8.4.II : Caractéristiques des chaluts utilisés à bord de la "Polca" et du "Nizery" (d'après Lins Oliveira, 1991).

	chalut	
	try net (Polca)	grande ouverture (Nizery)
corde de dos (m)	2,5	16,1
bouffet (m)	6,0	20,0
maille corps (mm)	57	57
maille poche (mm) *	45	45
Fourreau (mm) **	10*	110

* en longueur de côté de maille

** Le "fourreau" est généralement constitué par une nappe de filet d'un maillage différent de celui de la poche double. Fixé autour de la poche, sa fonction principale est de protéger le filet des déchirements dus aux irrégularités du fond et éventuellement aux requins.

Une prospection des fonds de 5, 10 et 15 m entre l'Oyapok et la région d'Iracoubo a été entreprise dans le but de cartographier la répartition, l'abondance et la distribution de taille des juvéniles de *Penaeus subtilis* sur les petits fonds où ne travaillent pas les chalutiers commerciaux.

Malheureusement, si des résultats très intéressants ont été obtenus sur la sea-bob (*Xiphopenaeus kroyeri*, § 5.2. et fig. 5.2.XIX), démontrant le bon fonctionnement du train de pêche, les captures de *Penaeus subtilis* ont été pratiquement nulles. Il est très probable que cette espèce ait été absente de la zone prospectée, tout au moins en mai-juin qui apparaît être une période creuse du recrutement (Cf. la campagne japonaise de mai et la campagne "Epaulard") ; mais il est également possible que *Penaeus subtilis* ait été présent en fin juin-début juillet, mais que les juvéniles étaient trop petits pour être retenus par les mailles du try-net dont la L_{C50} est de 115 mm ; la différence de sélectivité du try-net par rapport à un chalut de plus petit maillage comme celui qui a servi à bord du chalutier "Epaulard", apparaît clairement sur les distributions des fréquences de taille de *Xiphopenaeus kroyeri* (fig. 5.2.XIX).



Photo 8.4.1 : Chalut d'essai professionnel ou "Try-net" utilisé lors de la campagne à bord de la "Polca". (a) chaîne gratteuse ; (b) et (c) panneaux divergents ; (d) corps du chalut ; (e) poche du chalut où on distingue en vert le doublage extérieur du fourreau protecteur (d'après Lhomme, 1989, cliché Lhomme).

8.5. Les campagnes "Nizery" (Juvecre1 et juvecre2)

Ces campagnes ont eu lieu à bord du navire océanographique de l'ORSTOM "André Nizery" du 9 au 12 mai 1989 ("Juvecre 1") et du 17 au 21 mars 1990 ("Juvecre 2"). Le chalut est identique à ceux des crevettiers commerciaux en Guyane (tab. 8.4.II), mais il est utilisé en simple. Les résultats des campagnes seront multipliés par 2, pour permettre de les comparer facilement à ceux des crevettiers qui travaillent avec deux chaluts.

Le but principal est de cartographier l'abondance des deux espèces de crevettes pénéides : *Penaeus subtilis* et *Xiphopenaeus kroyeri*, par une prospection rapide du plateau continental de Guyane, en particulier les juvéniles de la première espèce.

Le plan d'échantillonnage reprend celui des campagnes "30 mètres" de l'IFREMER en 4 radiales sur des fonds de 10 à 60 m (fig. 8.3.I), en modifiant la distribution des gammes de profondeur à prospecter qui devient : 10-13 m, 13-18 m, 18-23 m, 23-28 m et 28-35m. La densité de prélèvement a été augmentée sur les radiales "Battures" et "Cayenne" qui avaient semblé plus riches en juvéniles. Les coup de chalut se font de jour et leur durée est de 30 mn.

Les crevettes sont triées, pesées. Des données sur la structure par classes de taille des deux populations sont recueillies ainsi que sur les stades de maturité des femelles. Les poissons sont pesés en bloc, sans distinction des espèces.

8.5.1. La campagne "Juvecre 1"

La campagne "Juvecre 1" a comporté 20 traits de chaluts, la partie ouest du plan d'échantillonnage n'a pas pu être couverte. Les rendements en crevettes et en poissons figurent dans le tableau 8.5.I. Le rendement maximum de *Penaeus subtilis* s'élève à 16 kg/h et celui de *Xiphopenaeus kroyeri* à 63 kg/h, ces deux valeurs sont observées sur la radiale de Cayenne sur des fonds de 40 m et 20 m respectivement.

Les captures de juvéniles de *Penaeus subtilis* sont très faibles car la campagne de chalutage se situe en dehors du pic de recrutement d'août-septembre. En revanche des rendements élevés en *Xiphopenaeus kroyeri* sont observés.

Le rendement en poissons le plus élevé est de 1 tonne/h, toutes espèces confondues.

Au total, 567 individus de *Penaeus subtilis* ont été mesurés. L'histogramme total (fig. 8.5.1) rend compte de la faible représentation des juvéniles : seulement 5 % des individus sont de taille inférieure à 105 mm LT (juvéniles) et 13 %, de taille inférieure à 115 mm LT (taille de première capture L_{C50} des chaluts commerciaux). Ce résultat peut être attribué aux effets conjugués d'une faible abondance en juvéniles et de la sélectivité du chalut mal adaptée à la capture d'individus jeunes.

Tableau 8.5.1 : Rendements en crevettes et poissons observés lors de la campagne "Juvecre 1" de mai 1989 à bord du "Nizery". Les valeurs exprimées en kg/h ont été multipliées par 2 pour se ramener à un rendement de 2 chaluts.

Radiales	N° Trait	Sonde m	<i>Penaeus subtilis</i>	<i>Xiphopenaeus kroyeri</i>	Poissons
Iles-du-salut est	1	22	6,0	7,2	336
	2	31	0,6	0	0
	3	15	0	17,0	224
	4	10	0	14,8	224
Battures	5	15	0	37,4	840
	6	20	13,6	0,2	1008
	7	25	0,4	0	40
	8	30	0	0	20
	9	40	0	0	80
	10	50	0,4	0	80
	11	60	0	0	100
Cayenne	12	41	0,6	0	120
	13	35	1,0	0	6
	14	30	0	0	40
	15	30	16,0	3,0	80
	16	25	2,4	16,4	40
	17	20	4,2	63,4	336
	18	15	0,6	26,0	328
	19	10	0	4,6	360
	20	30	5,0	52,8	336

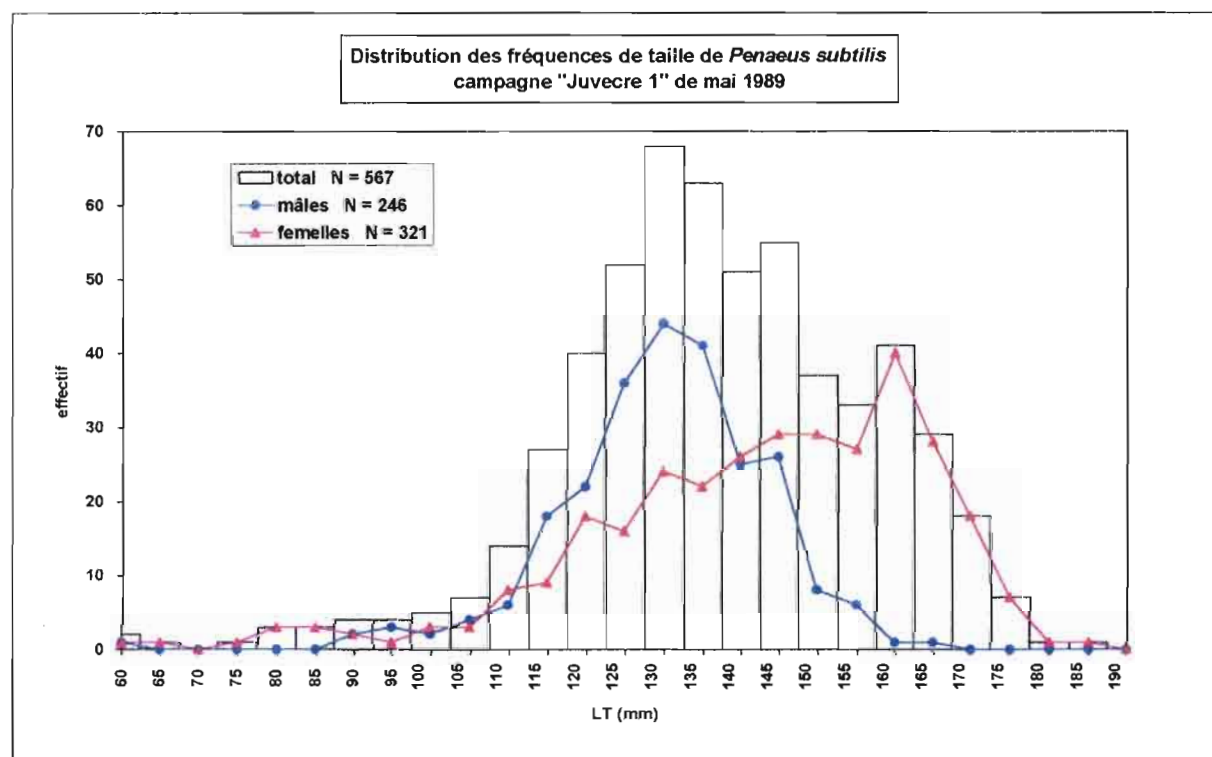


Figure 8.5.1 : Distribution des fréquences de taille des crevettes *Penaeus subtilis* capturées lors de la campagne "Juvecre 1" de mai 1989, à bord du "Nizery".

8.5.2. La campagne "Juvecre 2"

Durant la campagne "Juvecre 2", 34 traits de chaluts ont eu lieu, respectant le plan d'échantillonnage prévu. Quelques coups supplémentaires ont été donnés au voisinage immédiat de crevettiers en pêche. Les poissons n'ont pas été analysés. Les rendements les plus élevés de *Penaeus subtilis* sont de 36 kg/h, ils sont observés sur la radiale des "Battures" à une profondeur de 22 m et ceux de *Xiphopenaeus kroyeri*, de 102 kg/h, sur la même radiale à 20 m.

L'histogramme total des crevettes *Penaeus subtilis* (fig. 8.5.II) montre que les captures de juvéniles de *Penaeus subtilis* ont été faibles comme lors de la campagne précédente "Juvecre 1" : 12 % des individus mesurent moins de 105 mm LT et 18 %, moins de 115 mm LT. La campagne se situe pourtant plus tôt dans l'année que "Juvecre 1" ; la période de ponte principale se situant entre octobre et février (Garcia *et al.*, 1984a), mars devrait connaître un important recrutement. Parmi les deux explications invoquées au sujet de la première campagne, il semble bien que la sélectivité du chalut soit principalement responsable de ces résultats comme le montre la comparaison des histogrammes de fréquence de taille des captures de *Xiphopenaeus kroyeri* par des chaluts de deux maillages différents (fig. 5.2.XIX).

De très bons rendements en *Xiphopenaeus kroyeri* ont été observés ; un crevettier équipé de 2 chaluts pourrait récolter jusqu'à 1500 kg par 24 heures. Cette espèce n'est pratiquement pas exploitée actuellement ; pourtant, comme l'ISTPM l'avait déjà montré lors d'une campagne de chalutage des fonds de 2 à 26 m entre les Iles-du-salut et les Ilets Rémire en février 1975 (Bonnet *et al.*, 1975b), elle présente un intérêt potentiel certain. Au total, 3501 individus de cette espèce ont été mesurés ; le pourcentage de femelles mures est de 21% (sur le total des femelles).

Par ailleurs de nombreux petits individus de *Trachypenaeus sp.* ont été capturés sur la radiale de la "Pointe Béhague" à la sonde 40 m.

Tableau 8.5.II : Rendements en crevettes observés lors de la campagne "Juvcre 2" de mars 1990 à bord du "Nizery". Les valeurs exprimées en kg/h ont été multipliées par 2 pour se ramener à un rendement de 2 chaluts.

Radiales	N° Trait	Sonde m	<i>Penaeus subtilis</i>	<i>Xiphopenaeus kroyeri</i>
Cayenne	1	10	0	13,4
	2	15	0	82,8
	3	20	0	103,2
	4	25	0	82,8
	5	30	2,4	162,0
	6	40	1,2	0
Battures	7	10	0	112,0
	8	15	0,4	104,4
	9	20	0	204,0
	10	25	0,2	0,2
	11	22	72,0	1,4
	12	40	2,2	0
	13	30	0	0
Filèche	14	25	0	144
	15	20	0	180
	16	15	0	18
	17	10	0	0
	18	30	12,2	1,6
	19	40	0	0
Cayenne	20	10	0	28,8
	21	20	0	12,0
	22	24	0	9,0
	23	27	0	9,0
	24	30	0	27,2
	25	34	1,0	0
	26	38	0,8	0
	27	48	0,4	0
	28	45	2,8	0
Pointe Béhague	29	40	3,8	3,2
	30	35	0,8	19,2
	31	30	0	0,8
	32	25	0	12,8
	33	20	0	32,0
	34	10	0	128,0

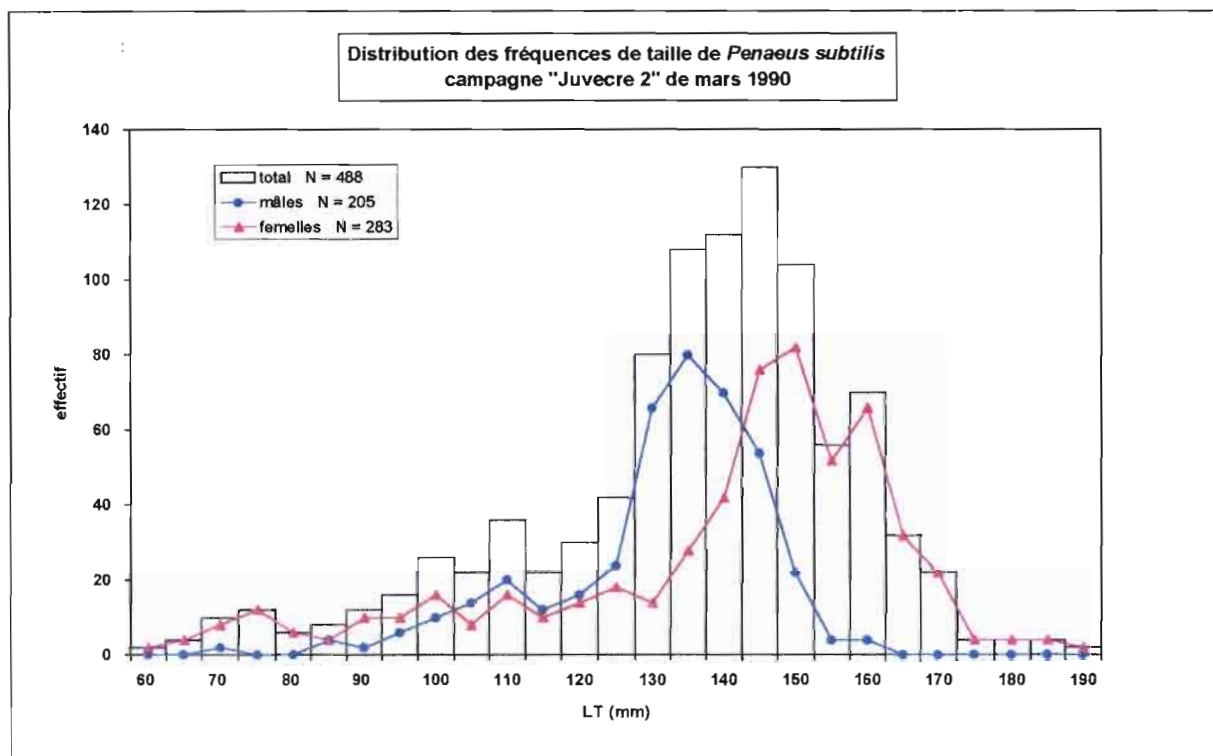


Figure 8.5.II : Distribution des fréquences de taille des crevettes *Penaeus subtilis* capturées lors de la campagne "Juvecre 2" de mars 1990, à bord du "Nizery".

8.6. Les campagnes de l'IFREMER de 1993

Les deux campagnes menées par l'Ifremer en 1993, avaient un double objectif :

- établir la typologie des peuplements benthiques du plateau continental sur les fonds compris entre 15 et 60 m ;
- cartographier la répartition spatiale des adultes et des juvéniles de la crevette *Penaeus subtilis*.

Les résultats ont été exposés dans un rapport de DEA (Nérini, 1994).

8.6.1 Moyens et techniques opératoires

Les campagnes ont été réalisées à bord d'un crevettier commercial affrété par le laboratoire IFREMER de Cayenne.

Le protocole adopté est celui de l'échantillonnage aléatoire stratifié. La zone d'étude a été découpée en 4 secteurs et 5 strates bathymétriques (fig. 8.6.I), il en résulte une partition générale en 20 strates, identique à celle utilisée lors du programme d'étude de la répartition spatio-temporelle. Contrairement au protocole des campagnes "Penju" où les stations sont distribuées sur des radiales, celui-ci prévoit que les positions des coups de chalut soient choisies dans la totalité de l'aire de chacune des strates par tirage au sort, avec un minimum de 2 traits par strate ; respectant ainsi les conditions d'application de l'échantillonnage aléatoire stratifié.

En mer, le protocole est identique à celui des campagnes "Penju", à la différence près que les poissons sont triés et identifiés par espèce ou groupe d'espèces.

Les méthodologies de traitements des données qui sont l'objet principal du travail réalisé par Nérini dans le cadre du DEA, sont diverses :

- estimations des densités et biomasses par échantillonnage aléatoire stratifié ;
- analyse des communautés par l'étude d'indices de diversité, régularité ;
- mesures des associations et des dissemblances appliquées aux communautés benthiques ;
- utilisation des analyses factorielles sur tableau de distances et analyses factorielles des correspondances multiples dans le but de rechercher des typologies ;
- techniques géostatistiques appliquées à la cartographie de la distribution de *Penaeus subtilis*.

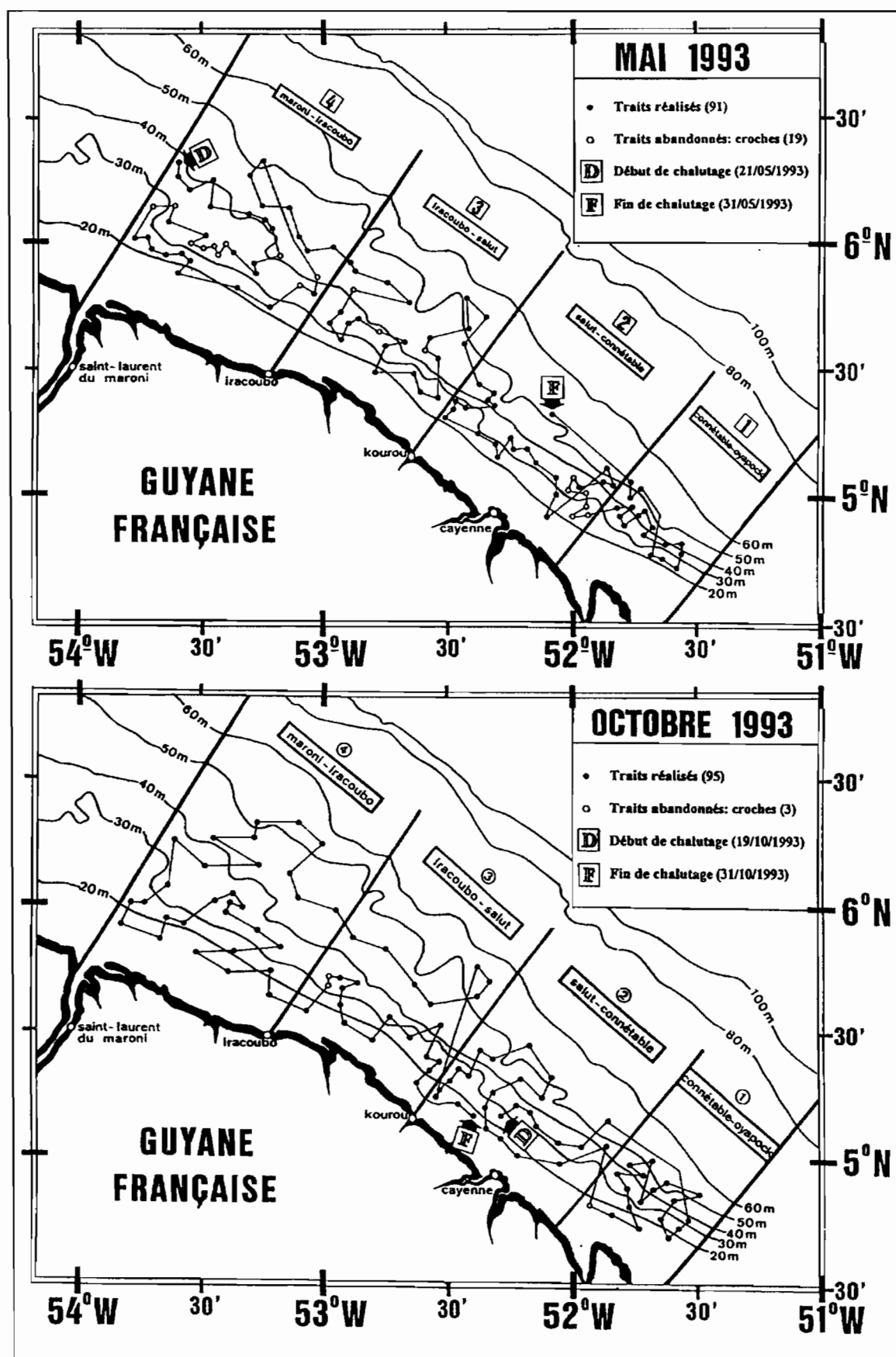


Figure 8.6.1 : Schéma de la stratification des 2 campagnes de l'IFREMER de mai et octobre 1993 et positions des stations (d'après Nérini, 1994).

8.6.2. Résultats

A travers l'étude méthodologique que présente Nérini, des résultats intéressants l'écosystème côtier et le recrutement de la crevette *Penaeus subtilis* sont exposés.

Les analyses consécutives aux 2 campagnes ont porté sur 186 prélèvements, respectivement de 91 et 95 en mai et octobre ; une telle densité d'échantillonnage ne s'était jamais vue sur le plateau continental guyanais ; elle est 2,5 fois plus élevée que celle des échantillonnages des campagnes japonaises et probablement davantage dans le cas des campagnes "Penju" qui étaient de courte durée²². La durée des coups de chaluts est de 30 mn.

8.6.2.a. Le peuplement benthique

L'étude du peuplement benthique contribue pour une bonne part à la connaissance de l'écosystème environnant de la ressource crevette, démarche qui ne peut que profiter à la compréhension de la biologie et de la dynamique du stock de *Penaeus subtilis*.

L'analyse confirme la richesse faunistique de l'écosystème guyanais déjà soulignée au cours d'études antérieures (Durand, 1960 ; Vendeville, 1984).

La structure du peuplement est précisée et il s'en dégage une image contrastée opposant le peuplement côtier, situé sur les fonds de 0 à 30 m, associé aux Sciaenidae, Ariidae, Batrachoididae, Clupeidae, Dasyatidae, Gymnuridae et aux deux espèces de Peneidae *Penaeus subtilis* et *Xiphopenaeus kroyeri*, au peuplement hauturier, situé de 30 à 60 m, associé aux Lutjanidae, Gerreidae, Carangidae, Pomadasysidae, Bothidae et Mullidae.

La strate des 25-30 m qui correspond à une zone d'interface sédimentologique entre des faciès vaseux et sableux et d'interface entre les eaux côtières dessalées et les eaux marines, se caractérise par un peuplement moins riche en espèces, composé de quelques Sciaenidae (*Macrodon ancylodon*), Ariidae (*Bagre bagre*), Pomadasysidae (*Genyatremus luteus* et *Pomadasys corvinaeformis*), Engraulidae (*Anchoa spinifer*, *Anchoviella lepidentostole*) et surtout de *Penaeus subtilis*.

La structure du peuplement varie peu entre les situations de mai et octobre, en dehors du rapprochement vers la côte du peuplement côtier dont la limite de l'aire de distribution passe de l'isobathe des 30 m à celle des 20 m.

Les espèces côtières, dont fait partie *Penaeus subtilis*, apparaissent liées à des eaux turbides et à un faciès sédimentologique de granulométrie plus fine ; leur aire de distribution au large des grands bassins versants semblent sensibles à la dynamique des panaches des eaux dessalées des décharges fluviales.

Ces résultats corroborent et précisent ceux des rares études antérieures traitant de ce sujet en Guyane (Durand, 1960 et Vendeville, 1984).

8.6.2.b. Les crevettes

Cette étude a permis de confirmer le préférendum de répartition des adultes de *Penaeus subtilis* localisé sur les fonds de 20 à 50 m.

La cartographie de la répartition des individus par krigeage rend compte de zones préférentielles situées au large des grands bassins versants de l'Oyapock et du Maroni en octobre aux quels s'ajoute celui du Sinnamary en mai (fig. 8.6.II). La distribution spatiale des recrues (fig. 5.2.XVI, § 5.2.) n'est pas homogène le long de la côte ; de fortes concentrations sont observées dans les mêmes zones où se trouvent les adultes, jusqu'à des profondeurs pouvant aller jusqu'à 40 m. Ces résultats tendent à prouver que les jeunes crevettes ont gagné les aires de distribution des adultes avant que leur taille ait atteint celle de première capture et il en découle que la mise en évidence des migrations des juvéniles et des périodes de leur arrivée dans les zones de répartition des adultes ne pourra être possible qu'en utilisant un engin de pêche dont la sélectivité pour la taille serait beaucoup plus faible que celle des chaluts professionnels.

8.7. La campagne "Epaulard" de 1994

Les résultats de cette campagne ont été présentés dans le détail plus haut (Cf. § 5). L'exposé des études des subadultes et des recrues rend compte du faible recrutement qui a lieu au mois de mai, période où s'est déroulée la campagne "Epaulard" et qui serait à l'origine des faibles captures de jeunes *Penaeus subtilis* enregistrées.

²² Le nombre de prélèvements ayant servi à l'analyse n'est pas communiqué clairement dans le document concernant ces campagnes dont la durée laisse supposer qu'ils étaient peu nombreux (Dintheer et Rosé, 1989).

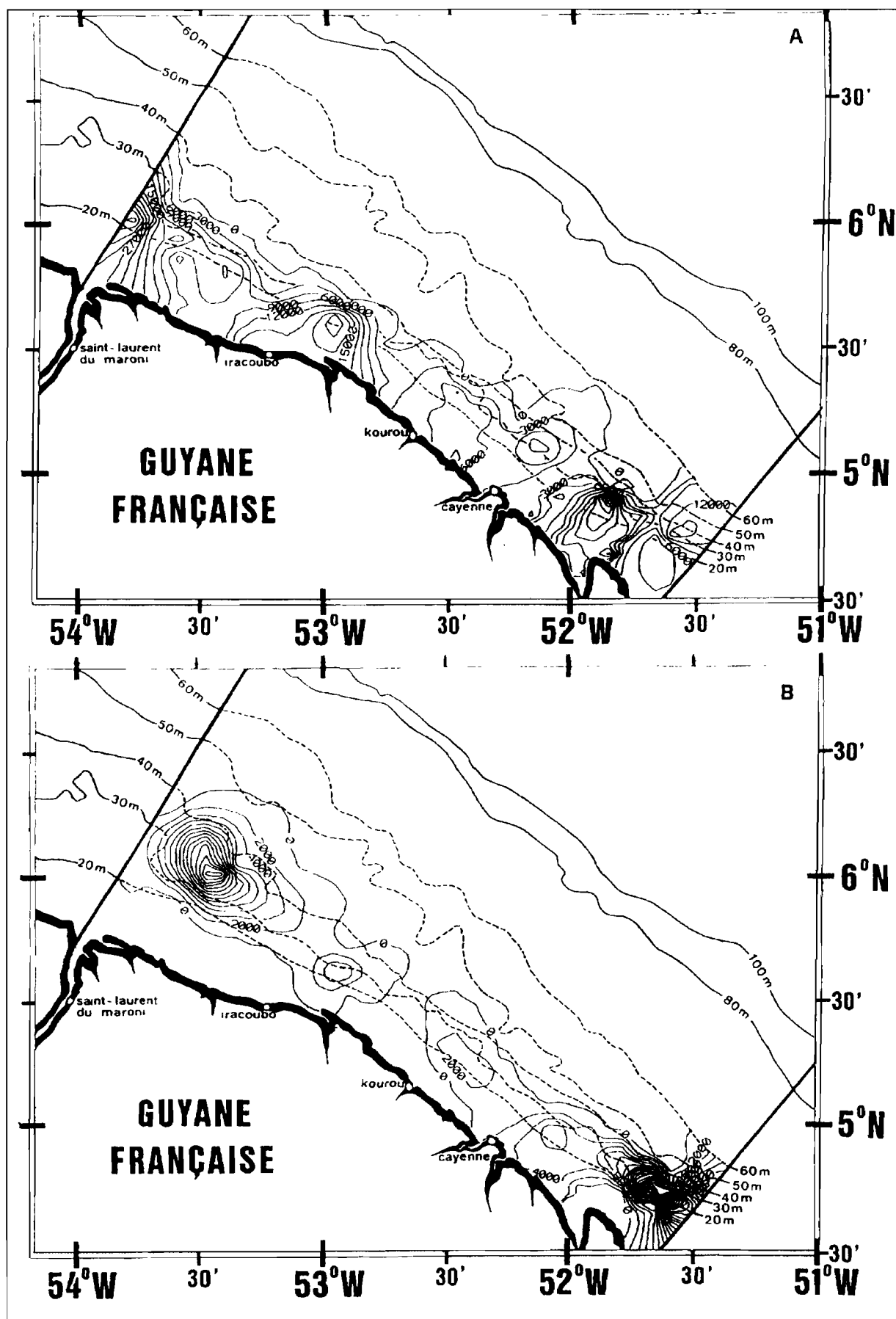


Figure 8.6.II : Cartographie des estimations des densités totales par krigeage de *Penaeus subtilis* : (A) en mai 1993 ; (B) en octobre 1993 (d'après Nérini, 1994).

8.8. Conclusion

La grande majorité des études qui viennent d'être présentées ont concerné uniquement les recrues, hormis celles des chalutiers "ORSOM II" et "Epaulard". Du fait de l'utilisation lors de ces campagnes d'engins de pêche de même maillage que celui des chaluts professionnels, il en résulte que les connaissances des juvéniles aux stades de migrants et de prérecrues sont très incomplètes voire inexistantes.

La période du mois de mai revient souvent dans les programmations des campagnes en mer, alors qu'elle correspond à une période creuse du recrutement ; une majorité d'observations sont convergentes sur ce point

Peu de travaux ont concerné la période allant de décembre à avril, bien qu'elle fasse suite à la période d'important prérecrutement de septembre-novembre. Il est donc actuellement difficile de reconstituer le cycle annuel du recrutement par les seules données des campagnes scientifiques.

Ces remarques devront être prises en compte quand il s'agira d'entreprendre de nouvelles recherches sur le sujet.

9. Le cycle vital de *Penaeus subtilis*

L'un des objectifs du programme est l'étude du cycle vital de *Penaeus subtilis* et la reconstitution de sa chronologie, c'est à dire évaluer la durée des principales phases du cycle vital, à savoir :

- la reproduction en mer.
- le recrutement des postlarves dans les nourriceries ou prérecrutement.
- la migration des juvéniles hors des nourriceries.
- le recrutement des jeunes dans la pêche.

Sur ces 4 phases importantes, deux sont liées directement aux nourriceries. Les investigations menées sur le terrain n'ont pas permis de localiser avec certitude les zones à fortes concentrations de juvéniles en croissance ou nourriceries, mais on peut penser que les périodes de fortes intrusions de postlarves en estuaire rendent compte de leur arrivée des postlarves dans les eaux propices à leur développement et, à ce titre, qu'elles correspondent à d'intenses prérecrutements en nourricerie.

L'absence d'informations sur la localisation précise des nourriceries et le manque de moyen navigant adapté, n'a pas permis d'étudier la phase de migration des juvéniles hors des nourriceries.

Les tentatives de reconstitution de la chronologie du cycle vital ont donc concerné les trois autres étapes dont deux se situent dans la phase exploitée.

9.1. Données disponibles, choix des paramètres descriptifs des 3 phases

L'étude de ces 3 phases du cycle vital nécessite de disposer d'indices appropriés calculés à partir des données disponibles :

- les données recueillies par l'ORSTOM sur les estuaires concernent le prérecrutement.
- les données sur la pêche collectées par l'IFREMER auprès des professionnels de la pêche, les deux autres phases.

Une des difficultés auxquelles se sont heurtées les premiers travaux sur la reconstitution de la chronologie du cycle vital est liée à la différence des mailles temporelles utilisées dans les séries de données sur la pêche récoltées par l'IFREMER et dans celles qui concernent le prérecrutement, collectées en estuaire par l'ORSTOM. Les premières sont mensuelles alors que les secondes sont approximativement bimensuelles (cf. § 3.5.).

La maille temporelle des données sur la pêche est imposée par les durées des marées (campagnes ou rotations des crevettiers) qui, en Guyane, sont longues, de 4 à 5 semaines ; l'éloignement des zones de pêche (situées au-delà de l'isobathe des 30 mètres) dû à la faible pente du plateau continental, nécessite des temps de trajet improductifs importants qu'il faut rentabiliser, et de plus, les règlements administratifs n'imposent de fournir aux autorités nationales et européennes que des statistiques de la pêche à l'échelle mensuelle.

Celle des données de prérecrutement est imposée par la fréquence des vives-eaux, c'est à dire le demi-cycle lunaire, soit un peu moins de 15 jours.

Les deux types de données diffèrent également par leur mode d'acquisition ; les informations sur le prérecrutement sont obtenues à partir d'échantillonnages réalisés selon un protocole bien défini sur des sites bien localisés, ce qui leur confèrent une certaine homogénéité et objectivité ; en revanche, les données de la pêche sont issues d'enquêtes et ne prennent pas en compte la dimension spatiale (distribution spatiale de l'effort et des captures) ; les stratégies de pêche ou commerciales de la profession peuvent masquer ou déformer en partie la réalité des phénomènes purement biologiques qui nous intéressent.

9.1.1. L'indice de prérecrutement

Au fur et à mesure du déroulement du programme les données disponibles sur le prérecrutement se sont accumulées et ont permis d'affiner l'analyse du cycle vital et de sa chronologie.

Dans les premiers temps, seule la série de données récoltées sur la Rivière Cayenne à la station "Ligne-Electrique" a été utilisée sur une année incomplète (Lhomme, 1989), puis sur un cycle annuel complet (Lhomme, 1991, 1992). Plus tard, les données récoltées à la station "Cayenne-plage" qui rendent mieux compte du prérecrutement côtier des postlarves a permis une nouvelle analyse sur trois années (Vendeville, 1993a).

En fin de programme, l'extension de l'échantillonnage aux fleuves Sinnamary et Organabo permet de disposer de séries de données sur 3 fleuves, l'ensemble couvrant 5 années, réparti sur 150 km de côte.

Afin de tenir compte de la disparité des mailles temporelles entre les données de prérecrutement et celles de la pêche, deux méthodes ont été utilisées dans les années passées. L'une procède par

discrétisation : le maximum des valeurs observées sur un mois est considéré comme indice de prérecrutement mensuel ; l'autre utilise une moyenne mobile.

Il a été établi par la suite que les variations saisonnières d'abondance sur les 3 fleuves présentent des pics sensiblement synchrones, un léger retard pouvant exister d'ouest en est. Un indice moyen sur les 3 estuaires suivis en série, qui intègre le facteur spatial, a été établi (§ 3.5.2.) et apparaît aujourd'hui le plus approprié pour rendre compte du prérecrutement sur la côte de Guyane.

9.1.2. L'indice de recrutement dans la pêcherie

L'indice de recrutement est sensé rendre compte des périodes et de la quantité de jeunes crevettes entrant dans la phase exploitée. Il est bon de rappeler les deux conditions nécessaires à un recrutement :

- que les jeunes crevettes soient présentes sur les zones de pêche ;
- qu'elles soient capturées par les engins de pêche en vigueur.

La première condition est une évidence qui doit être rappelée afin de bien préciser que l'indice de recrutement n'indique en rien la période d'arrivée des jeunes crevettes sur les zones de pêche, celle-ci pouvant se situer nettement avant leur recrutement ou leur apparition dans les captures.

La seconde condition fait intervenir la capturabilité et la vulnérabilité.

La technique de pêche n'a guère évolué depuis le début de l'exploitation commerciale de la pêcherie de crevettes en Guyane à la fin des années 50. Les crevettiers utilisent toujours des chaluts plats grésés en floridien, de même taille et de même maillage. Le paramètre technique qui a le plus évolué est la puissance motrice des bateaux qui est passée de 300 CV à plus de 500 CV. La progression de la puissance motrice s'est faite en deux étapes, la première vers 1973 (Jones et Dragovich, 1973) où la puissance est passée à 400-450 CV et la seconde très récemment au début des années 90 où apparaissent des chalutiers de plus de 500 CV. S'il est communément admis que ce facteur joue un rôle sur les captures par unité d'effort de pêche, il n'a en revanche aucune incidence sur la taille à la première capture.

Dans le cas du chalutage de fond, le maillage est le facteur essentiel de sélectivité sur la taille (Vendeville, 1985, 1990). Celui qui est utilisé dans la pêcherie est resté inchangé depuis le commencement de l'exploitation : de 40 à 45 mm de maille étirée pour le cul du chalut (20 à 25 mm de côté de maille). Compte tenu du maillage et de la courbe de sélectivité chez les pénéidés (fig. 9.1.I), on peut considérer que la taille à la première capture est de 20 mm LC soit moins de 100 mm LT d'après la relation $LT = f(LC)$ calculée sur les adultes par Venaille (1979). A cette taille, 50 % des crevettes passant dans le chalut seront retenues. Le plein recrutement serait atteint en Guyane, lorsque les crevettes ont entre 110 et 115 mm LT (Garcia *et al.*, 1984a).

Les données collectées par l'ISTPM puis par l'IFREMER permettant d'obtenir un indice de recrutement sont les débarquements par classe de taille et l'effort de pêche.

9.1.2.a. les débarquements par classe de taille

Le prix de la crevette pénéidé sur le marché international est fonction de la taille et les captures sont conditionnées après calibrage. Les données de débarquement sont collectées selon des classes commerciales basées sur le modèle américain (nombre de queues de crevettes par livre US²³). Une catégorie, appelée "déchet", recouvre les brisures de crevette et les tailles jugées trop petites pour être commercialisées selon un calibre ; notons que les critères de taille selon lesquels les crevettes sont classées dans cette catégorie ont varié en fonction des exigences du marché. Plus tard, après la francisation de la flottille de nouveaux calibrages sont entrés en vigueur, mais les données de débarquement sont ramenées à des normes homogènes en catégorie basées sur le système métrique (nombre d'individus par kg).

Au début de l'activité crevettière, les débarquements étaient composés de grosses et moyennes crevettes, les plus petites se situant dans la catégorie des 50-60 (queues par livre US), soit des individus de 115 à 125 mm. Rappelons que si *Penaeus brasiliensis* peut représenter un pourcentage non négligeable dans les captures des crevettes de grosse taille, en revanche les captures de crevettes de petite taille sont constituées presque exclusivement de *Penaeus subtilis*. De plus il a été montré que la taille de *Penaeus subtilis* augmente avec la profondeur (Durand, 1960 ; Venaille, 1979 ; Vendeville, 1984 - fig.9.1.II) et il est également établi que l'effort de pêche n'est pas réparti de façon uniforme au cours de l'année (fig. 9.1.III). Les conditions du marché de la crevette ayant changé, on a constaté des débarquements de crevettes de plus petite taille à partir de 1975, des catégories 60-70 et 70-80, soit des crevettes de 105 à 115 mm (Garcia *et al.*, 1984a). Plus récemment, à la fin de 1990, la flottille a privilégié le tonnage aux dépens de la taille (fig. 9.1.IV).

Les données de débarquement par catégorie commerciale sont mensuelles et globales ; elles concernent les captures sur l'ensemble du plateau continental guyanais, hors les zones d'interdiction à la pêche qui concernent les fonds de moins de 30 mètres depuis 1984.

²³ 1 Livre américaine (1 livre US = 0,4536 kg).

(Garcia et al., 1984a). Plus récemment, à la fin de 1990, la flottille a privilégié le tonnage aux dépens de la taille (fig. 9.1.IV).

Les données de débarquement par catégorie commerciale sont mensuelles et globales ; elles concernent les captures sur l'ensemble du plateau continental guyanais, hors les zones d'interdiction à la pêche qui concernent les fonds de moins de 30 mètres depuis 1984.

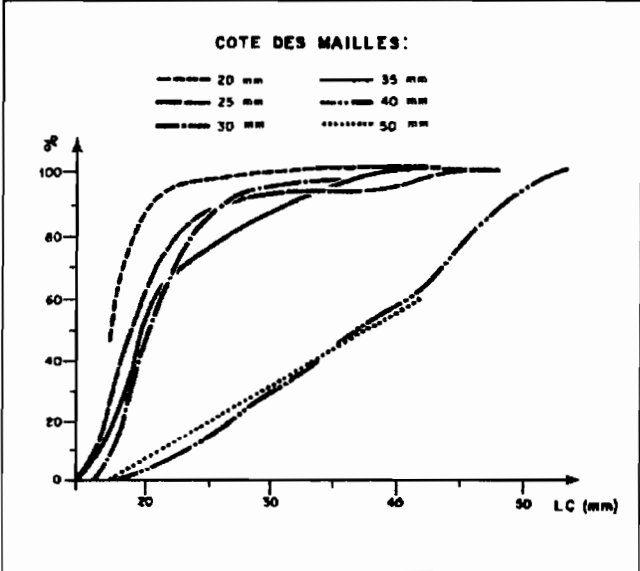


Figure 9.1.I : Courbes de sélectivité à différents maillages, cas de la crevette *Penaeus notialis* au Sénégal (d'après Lhomme, 1978).

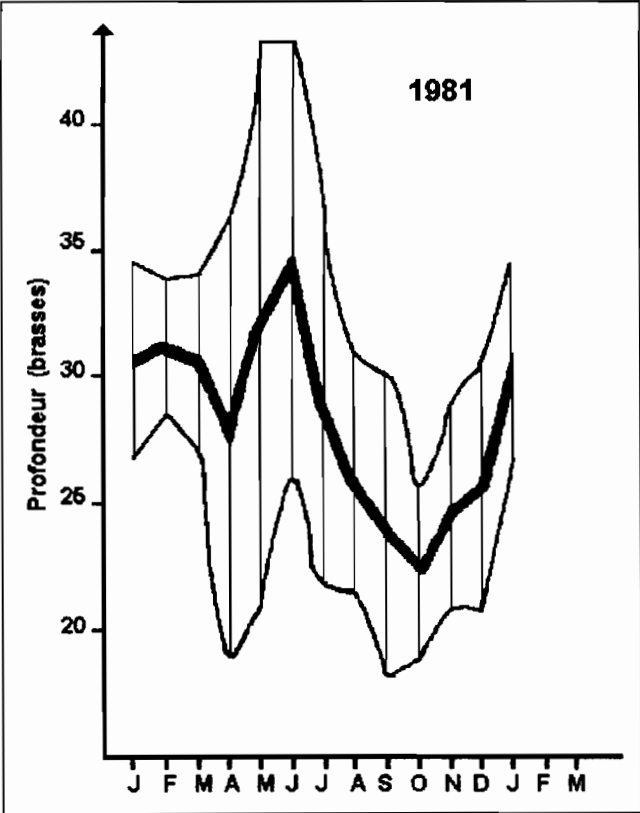


Figure 9.1.III : Distribution de l'effort de pêche selon la profondeur en 1981 (d'après Garcia et al., 1984).

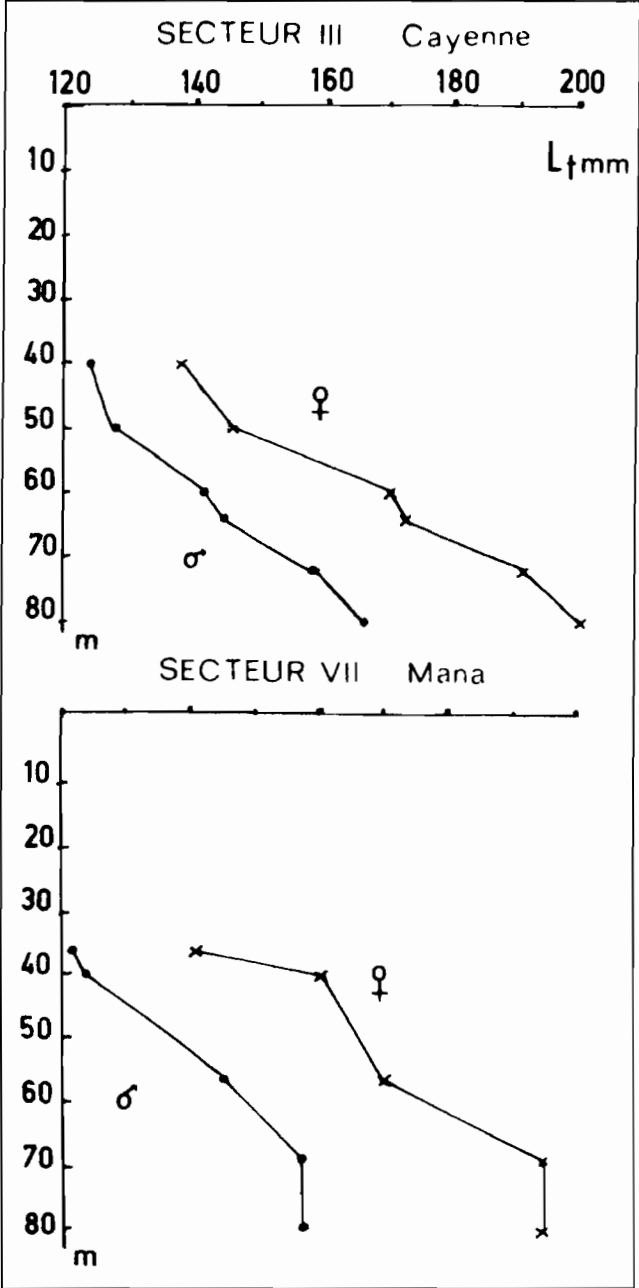


Figure 9.1.II : Evolution des tailles moyennes de *Penaeus subtilis* en fonction de la profondeur et selon les sexes dans deux secteurs de Guyane en décembre 1978 (d'après Venaille, 1979).

9.1.2.b. L'effort de pêche

Les données d'effort de pêche sont mensuelles et exprimées en jours de mer. Elles sont également globales et ne fournissent aucune indication sur la distribution de l'effort de pêche selon les sondes et la longitude.

La principale faiblesse des données disponibles touche à l'absence d'informations spatiales. Au regard de la distribution des tailles des deux principales espèces exploitées *Penaeus subtilis* et *P. brasiliensis* en fonction de la sonde, une collecte de données par strate de profondeur (3 strates par exemple) et par longitude (2 ou 3 strates) aurait permis une meilleure compréhension du recrutement en Guyane. La globalisation des données d'effort et de débarquement a pu être à l'origine d'interprétation d'appauvrissement du stock quand il s'agissait d'un changement de stratégie de pêche (Dintheer *et al.*, 1989).

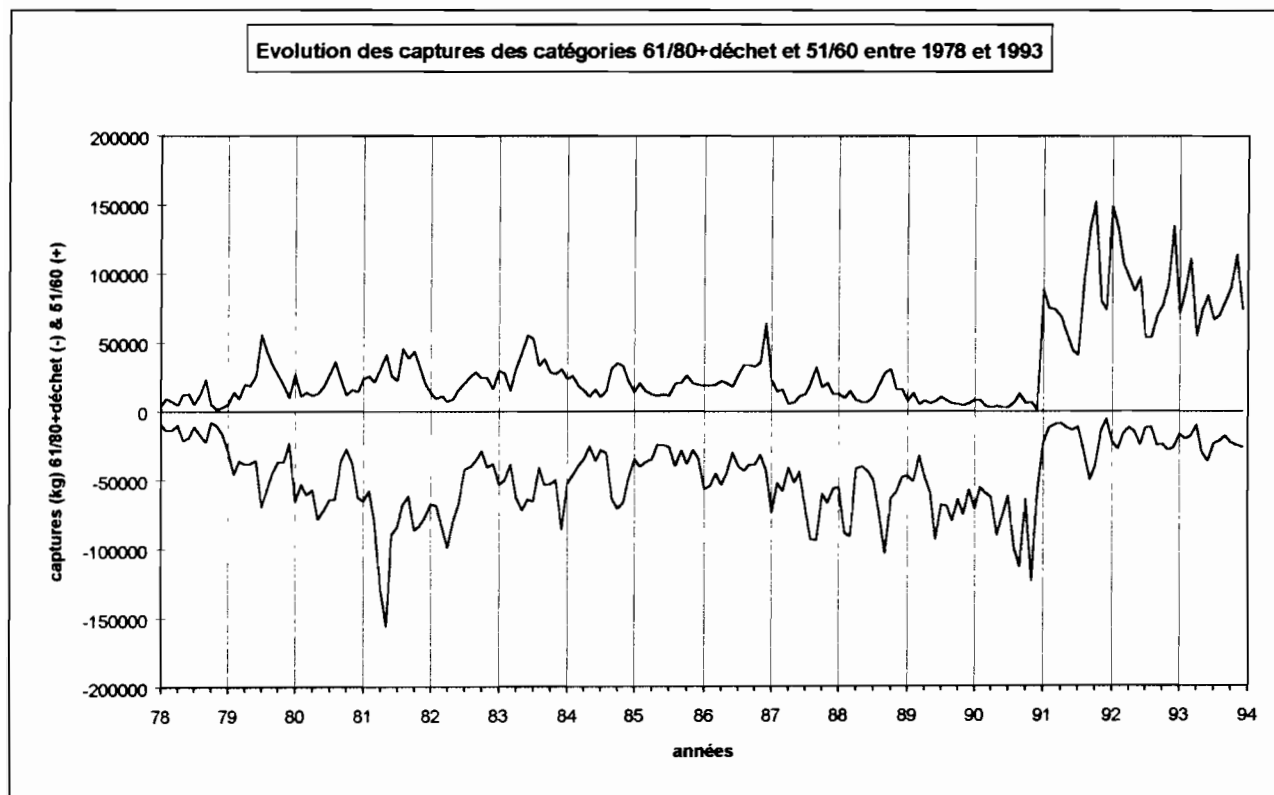


Figure 9.1.IV : Evolution des captures mensuelles des catégories de crevettes de petite taille entre 1978 et 1993. Les débarquements de la catégorie 51/60 sont notés positivement et ceux de la catégorie 61/80, négativement.

9.1.2.c. Choix d'un indice de recrutement

Généralement les cpue²⁴ des classes de taille les plus petites, exprimées en nombre d'individus ou en poids, sont utilisées comme indice de recrutement.

Dans une première tentative de reconstitution du cycle vital, les moyennes des cpue mensuelles des catégories commerciales de plus de 51 individus par kg et de la catégorie "déchet", calculées sur la période comprise entre 1978 et 1986, ont été employées (Lhomme, 1989). Par la suite, les pourcentages des captures des catégories de plus de 60 individus par kg des crevettiers français ont été utilisés (Lhomme, 1991). L'effort de pêche étant globalisé sur l'ensemble du plateau continental, les variations relatives des cpue et des pourcentages de capture sont très proches. Il faut indiquer, que lorsque ces premiers essais de reconstitution de la chronologie du cycle vital ont été présentés, les données actualisées de la pêcherie n'étaient pas disponibles. Ensuite, l'indice de recrutement adopté (Vendeville, 1993) est exprimé en cpue des individus pleinement recrutés (Kopp, comm. pers.), ce qui correspond aux crevettes d'une catégorie 36-40, soit de 132 à 137 mm, taille à laquelle tous les individus ont rejoint le stock exploité et à laquelle 100 % des individus soumis au chalut sont retenus par les mailles (Garcia *et al.*,

²⁴ cpue = capture par unité d'effort (ou rendement), ils sont exprimés en kg/h, kg/jour de pêche, etc...

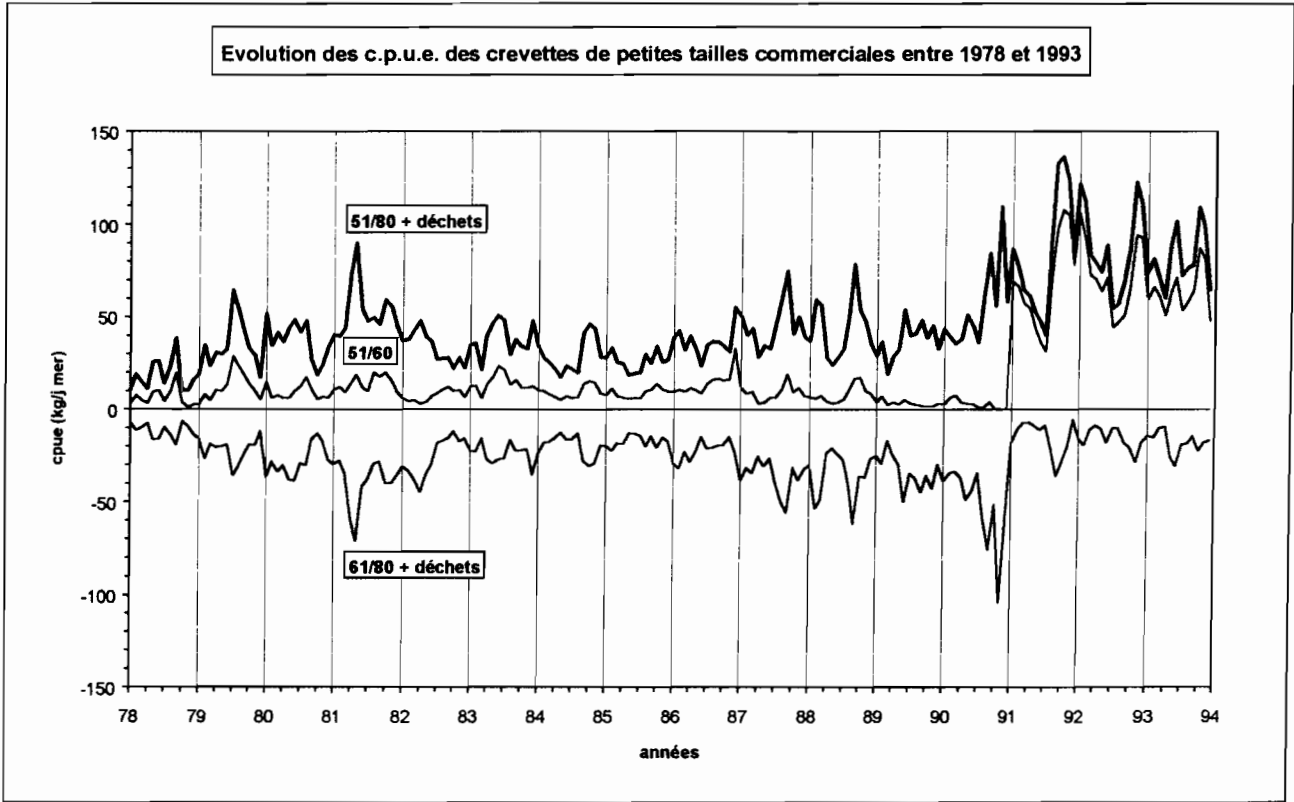


Figure 9.1.V : Comparaison des cpue des catégories 61/80+déchet (notées négativement), 51/60 et 51/80+déchet de 1978 à 1993.

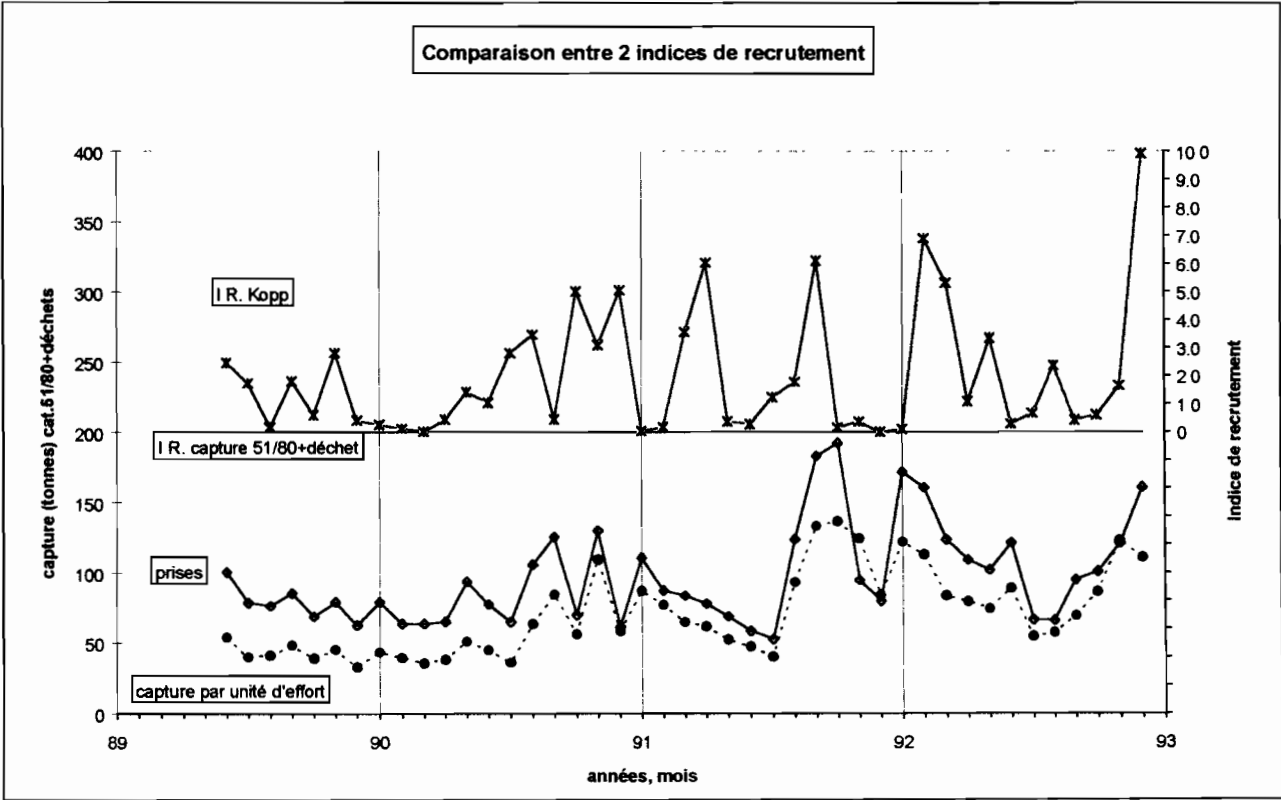


Figure 9.1.VI : Comparaison de l'indice de recrutement utilisé en 1993 (source, Kopp, comm. pers.) et des prises et cpue des catégories 51/80 + déchet.

9.1.3 L'indice de maturation des femelles dans la pêche

Généralement, l'arrivée des postlarves dans les nourriceries suit la ponte de 2 semaines à 1 mois. La durée séparant la ponte du prérecrutement est du même ordre que celle de l'échelle temporelle de recueil des données de recrutement mais pas de celle du recueil des données de la pêche (1mois). On sait par ailleurs que les crevettes pénéidés ont une fécondité très élevée (de 250.000 à 1 million d'oeufs), qui dépend de la taille des reproducteurs, les facteurs environnementaux jouant un rôle plus important dans le prérecrutement.

Des échantillonnages ont lieu au port pour suivre la maturation des femelles et ont permis d'établir des indices de reproduction du stock exploité à l'échelle mensuelle. Lhomme (1991) utilise les pourcentages de femelles mûres dans les captures de 1986, faute de disposer de données actualisées. Vendeville (1993a) emploie les cpue des femelles matures au stade 3.

Il n'existe pas de données disponibles après la fin de l'année 1992. Les cpue des femelles au stade 3 de 1989 à 1992 ont donc été adoptés comme indice de reproduction.

Les variations de l'indice de reproduction montre que la ponte a lieu toute l'année et présente 3 pics plus marqués en février-mars, juillet-août et novembre (Cf. § 9.2., fig. 9.2.I).

9.2. Chronologie du cycle vital

L'évaluation de la durée de chacune des phases du cycle vital se base sur la comparaison des variations des 3 séries d'indice (fig. 9.2.I).

La mise en relation des pics des différents courbes permet de calculer la durée séparant les 3 stades du cycle vital. La référence temporelle des valeurs de chacun des indices est le centre de la maille, soit le 15 du mois pour les données mensuelles de recrutement et de reproduction et le $\frac{1}{4}$ et le $\frac{3}{4}$ du mois pour les données de prérecrutement.

9.2.1. Résultats

9.2.1.a. Interphase reproduction-prérecrutement

L'indice de reproduction montre 11 pics sur 39 mois, soit un peu plus de 3 pics saisonniers par an ; il est à noter qu'il n'y a jamais d'interruption de la reproduction dans le stock adulte.

La fréquence des pics de reproduction est la même que celle observée dans les arrivées de postlarves en estuaire sur 5 années d'observations et dans le marais Sarcelle sur une année.

La durée séparant la reproduction et le prérecrutement est estimée à 3,5 semaines.

9.2.1.b. Interphase prérecrutement-recrutement

Sur la période couvrant cette étude, les variations de prérecrutement peuvent être reliées à celles de l'indice de recrutement ; chacun des 13 pics de prérecrutement trouve une correspondance au niveau du recrutement

La durée moyenne de cette interphase est estimée à 4,12 mois.

Comme dans le cas de la reproduction et du prérecrutement, les variations de l'indice de recrutement ne montrent pas de véritables interruptions, ce processus semble avoir lieu toute l'année.

Sur la période de 5 années considérées, 3 à 4 pics saisonniers sont dénombrés chaque année, sans que puissent être isolées des périodes de pic majeur ou secondaire.

9.2.2. Discussion

Il est intéressant de comparer ces résultats avec ceux obtenus en 1984 (Garcia *et al.*, 1984) où une chronologie du cycle vital de *Penaeus subtilis* établie à partir des données de la pêche est proposée (tab. 9.2.I et fig. 9.2.II).

Tableau 9.2.I : Durée moyenne séparant les stades de reproduction, prérecrutement et recrutement de *Penaeus subtilis* en Guyane.

	Effectif*	Moyenne	Ecart-type	Estimation de Garcia <i>et al.</i> , 1984
Reproduction-Prérecrutement	11	0,82 mois 3,5 semaines	0,56 mois 2 semaines	3 semaines
Prérecrutement-Recrutement	13	4,1 mois	0,74 mois	3,8 mois**

* Nombre de pics pris en compte dans le calcul de la moyenne.

** Age de la taille à la première capture de 4,5 mois.

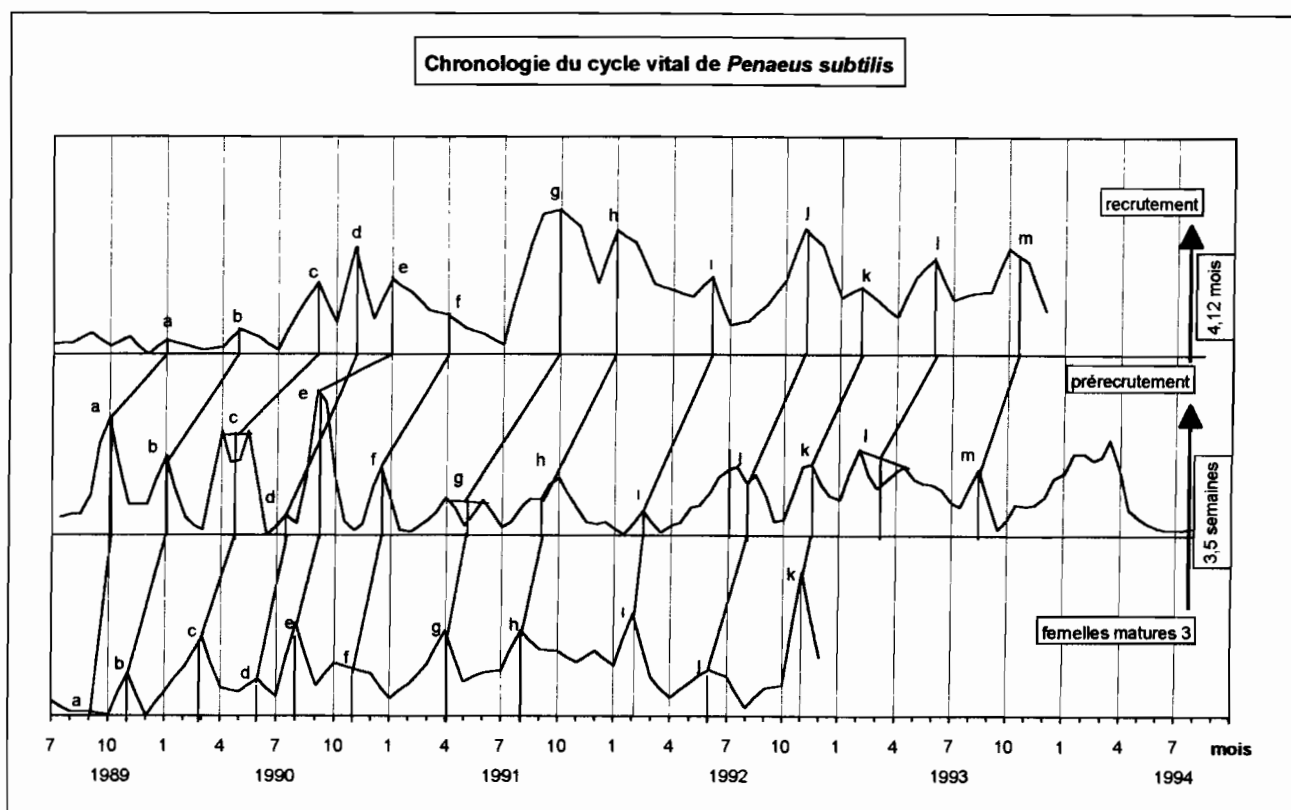


Figure 9.2.1 : Comparaison des variations saisonnières des indices de reproduction (femelles matures 3), de prérecrutement et de recrutement de *Penaeus subtilis* en Guyane et reconstitution du cycle vital.

Sans entrer dans le détail de l'étude de Garcia *et al.* (1984a) qui se veut préliminaire à des recherches futures, les grands traits de la démarche suivie peuvent être exposés.

Les données d'effort de pêche et de captures par classe de taille sont considérées jusqu'à la catégorie 16/20, car, au-delà, l'espèce *Penaeus brasiliensis* apparaît en plus grande quantité, ce qui entraînerait des erreurs. Dans chaque classe de taille commerciale, les effectifs des mâles et femelles sont estimés à partir des relations de sex-ratio par taille établies sur le stock d'une espèce voisine, *Penaeus notialis*, en Côte-d'Ivoire (Garcia, 1977). Les âges moyens et aux bornes des catégories sont calculés en utilisant les relations établies sur cette même espèce. A partir de ces résultats, il est apparu possible d'établir un cycle vital théorique en recalant les périodes de reproduction et de prérecrutement sur la base des informations recueillies par Rossignol (1972a) dans le marais Sarcelle. Les auteurs font l'hypothèse que les postlarves sont âgées de 3 semaines à leur entrée dans le marais et que les juvéniles le quittent à une taille de 70-85 mm. Le calage du cycle a également pris en compte deux pics de recrutement sur la base des pics observés sur les classes 50/60 et 60/70 individus/lb US ; le premier, le plus important, en mars-juin et le second en septembre.

Les deux évaluations, basées sur deux approches différentes, sont très proches.

L'estimation de la durée qui sépare le prérecrutement du recrutement permet également d'estimer la croissance moyenne des juvéniles. En considérant une taille moyenne des postlarves de 9 mm LT et une taille au recrutement de 115 mm, une durée de 4,12 mois conduit à une croissance de 25,7 mm LT par mois, valeur proche de celle calculée à partir de l'analyse des échantillons de juvéniles en estuaire (Cf. § 6.2.2.c) qui est de 26 mm LT par mois (Vendeville, non publié).

9.2.2.a. Interphase reproduction-prérecrutement

Les cycles annuels de reproduction des pénéidés ont longtemps été considérés de deux types : soit ils présentent 2 pics, c'est le cas le plus fréquent ; soit, plus rarement, ils sont de type unimodal (Garcia, 1977). Le cycle de reproduction en Guyane qui présente 3 ou 4 modes, confirmés par les observations sur le prérecrutement de 1972 (Rossignol) et sur la période récente de 1989-1994, échappe donc au schéma général. Le schéma bimodal apparaît pour certain intrinsèque aux espèces de la famille des pénéidés (Longhurst et Pauly, 1987), mais cette règle supporte des exceptions puisque chez une même espèce dans le nord du golfe du Mexique le cycle de reproduction peut être de deux types, bimodal ou unimodal (Garcia, 1977).

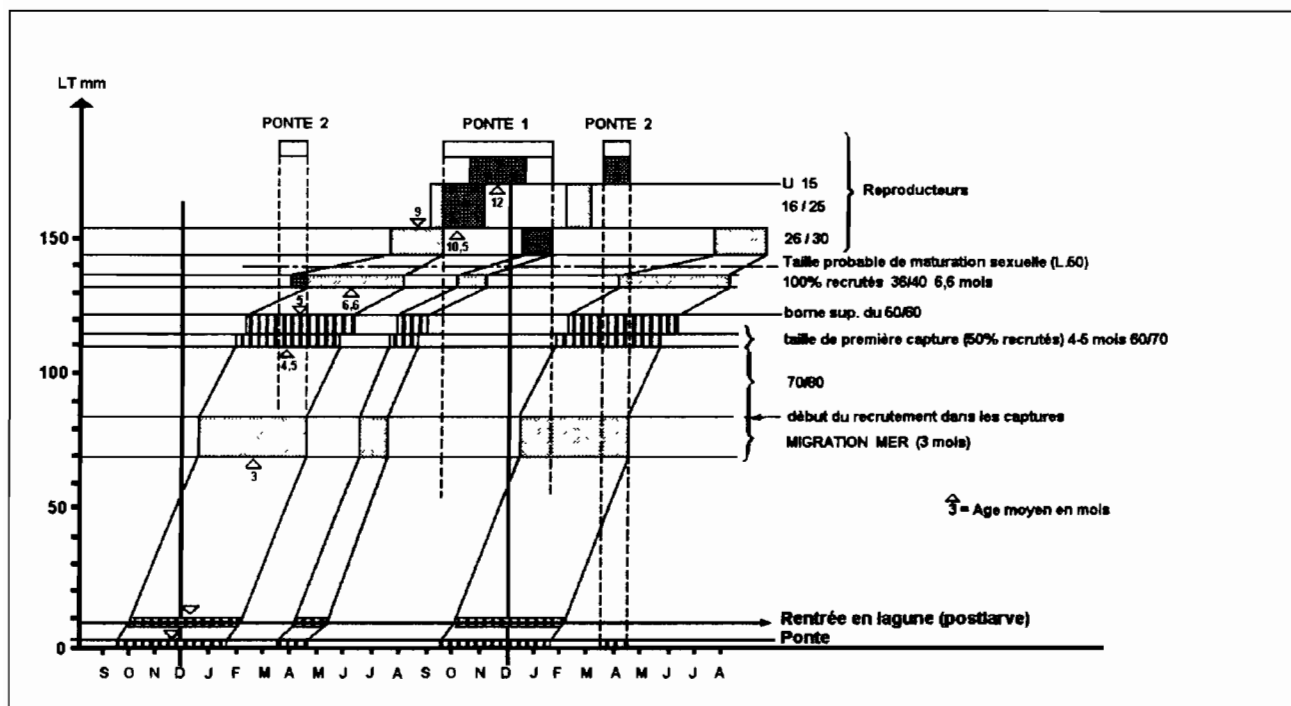


Figure 9.2.II : Reconstitution du cycle vital de *Penaeus subtilis* en Guyane à partir des données de la pêche (d'après Garcia *et al.*, 1984a).

La ponte des pénéidés est souvent liée aux températures élevées, et selon les schémas, la saison de ponte peut être au centre de la saison chaude, ou aux deux inter-saisons encadrant la saison chaude. Mais quelques cas échappent à ces deux modèles ; comme celui du stock de *Penaeus notialis* au Sénégal (Lhomme et Garcia, 1984) où le cycle de reproduction présente 3 pics dont l'un se situe en saison froide (fig. 9.2.III).

Une autre théorie relie le cycle de reproduction à celui de la production primaire (Le Reste, 1973). La ponte serait déclenchée par des explosions zooplanctoniques et phytoplanctoniques. C'est également l'hypothèse qui prévaut chez Rojas-Beltran (1983) dans son étude des crevettes pénéidées en Guadeloupe. L'induction par la température pourrait prévaloir dans les régions où existent des saisons hydrologiques marquées, ce qui n'est pas le cas de la Guyane, dans les autres cas, la production primaire serait un facteur stimulant la ponte.

La seule étude concernant la production primaire réalisée en Guyane est essentiellement descriptive (Paulmier, 1993), il n'existe pas d'évaluation quantitative ni de travaux sur ses variations saisonnières. Il n'est donc pas possible de se prononcer sur le rôle de ce facteur dans le cas du stock de *Penaeus subtilis*. Les décharges des grands fleuves tropicaux sont responsables de blooms planctoniques ; la proximité de l'Amazonie et la position très côtière de sa dérive ouest peuvent favoriser de tels phénomènes au large de la Guyane. C'est le cas au Guyana, une ceinture de productivité primaire relativement élevée se situe entre les isobathes de 20 et 60 m où la transparence des eaux est suffisante (Cadée, 1975) ; cette forte productivité trouverait sa source dans l'apport des fleuves des Guyanes et de l'Amazonie mais également dans celui et d'un fort upwelling permanent (Edmond *et al.*, 1981).

Par ailleurs, les variations saisonnières de la température de l'eau sur le plateau continental guyanais sont très faibles, il n'y a pas à proprement parler de saisons hydrologiques, et ce facteur a vraisemblablement peu d'influence sur les saisons de reproduction de *Penaeus subtilis*.

L'indice de reproduction exprimé en cpue de femelles matures ne tient pas compte de la fécondité des reproducteurs qui dépend de la taille (Garcia, 1977). Chez les pénéidés, par ailleurs, la relation stock-recrutement n'est pas établie formellement et il apparaît que les conditions environnementales jouent un rôle plus important que la taille du stock -reproducteur dans le recrutement de ces espèces à longévité courte (Garcia, 1983 ; Longhurst et Pauly, 1987).

Le rôle des facteurs environnementaux est en effet essentiel dans le prérecrutement, en particulier les conditions hydrologiques dans le milieu d'interface eaux marines et eaux continentales, mais surtout sur le plateau continental où elles régissent le transport des larves de pénéidés jusqu'à la côte. Dans le golfe de Carpentaria (Australie), le stock de crevettes *Penaeus merguensis* connaît deux saisons de reproduction par an qui sont suivies de deux périodes de prérecrutement et de recrutement très inégales en importance (Rothlisberg *et al.*, 1983 ; Staples *et al.*, 1984). La première saison de ponte qui a lieu de février à mars et qui est la plus importante, est suivie d'un faible prérecrutement de postlarves dans les zones de

nourricerie, tandis que la seconde qui a lieu de septembre à octobre, beaucoup moins importante, est suivie du prérecrutement le plus important pour la pêche (fig. 9.2.2.IV). L'étude a montré que la seconde saison de reproduction est optimisée par une circulation des eaux superficielles favorable au transport des larves des zones de ponte vers les nourriceries, distantes de 120 km ; en revanche, la première période de ponte, la plus importante, a lieu à une période où les courants de surface sont en majorité dirigés vers le large et une faible fraction des larves atteint les eaux côtières.

9.2.2.b. Interphase prérecrutement-recrutement

L'analyse des indices de prérecrutement et de recrutement conduit à distinguer de 3 à 4 pics annuels. En ce qui concerne le recrutement, cette analyse peut être étendue à toute la période couverte par la collecte des données statistiques (fig. 9.1.V et 9.2.IV). Selon les années la fréquence des pics varie entre 2 et 4. De 1968 à 1993, les années à 2 pics sont au nombre de 6, celles à 3 pics au nombre de 14 et celles à 4 pics au nombre de 6. Le phénomène de recrutement de *Penaeus subtilis* en Guyane est souvent assimilé au modèle bimodal, le plus fréquent chez les pénéidés (Garcia *et al.*, 1984a ; Dintheer et Rosé, 1989a) ; Les variations dans la composition des déchets et de l'importance des rejets en mer des captures de crevettes de petite taille ont souvent été invoqués pour expliquer à elles seules les fluctuations d'indice de recrutement basé sur les catégories "50 et plus et déchet" ainsi que la présence de pics surnuméraires. La concordance remarquable des fréquences des pics de prérecrutement et de recrutement observée sur la période couverte par cette analyse démontre que ces pics ne sont pas dus à des artefacts, les indices de prérecrutements obtenus de 1989 à 1994 n'étant pas sensibles aux sources de biais invoqués dans le cas de l'indice de recrutement.

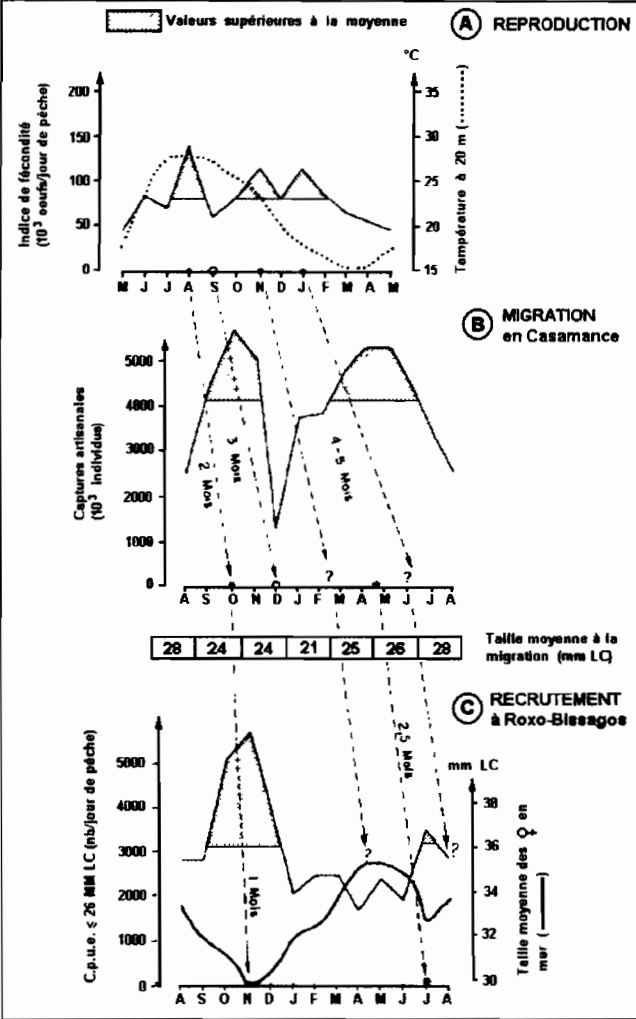


Figure 9.2.III : Chronologie du cycle vital de *Penaeus notialis* : cas du stock de Roxo-Bissagos au Sénégal (d'après Lhomme et Garcia, 1984).

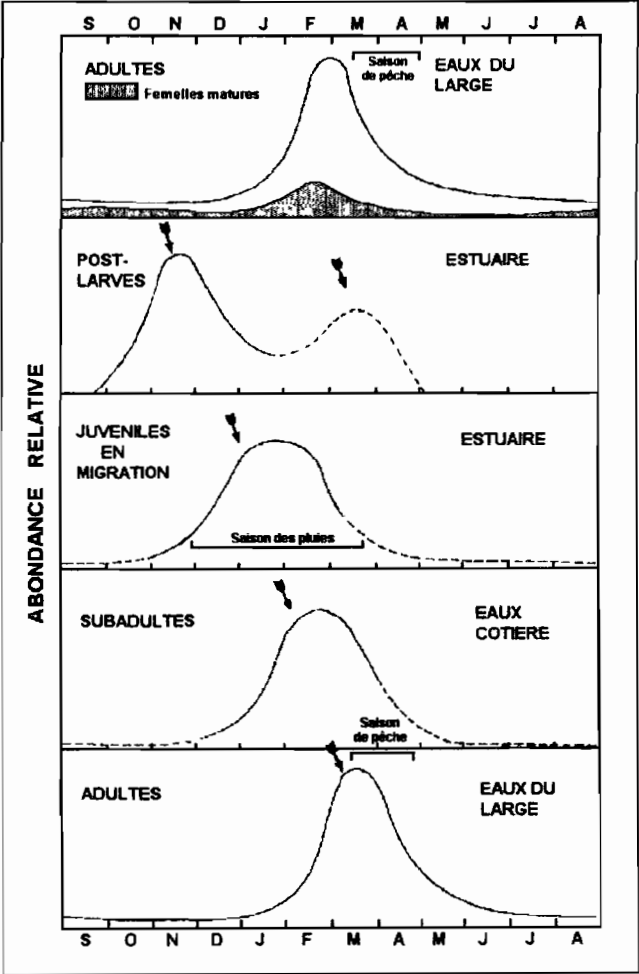


Figure 9.2.IV : Cycle vital de *Penaeus merguensis* dans le sud est du golfe de Carpentaria. Distribution de l'abondance aux principaux stades. Les flèches indiquent la progression des cohortes de septembre-octobre (trait plein) et de février-mars (tirets) (d'après Staples *et al.*, 1984).

En revanche, on n'observe pas de relation entre les amplitudes des pics des deux séries ; on peut attribuer ces différences à la variabilité de la mortalité dans les nourriceries (larves et juvéniles), à la sensibilité de l'indice d'abondance en postlarves, aux variations dans la distribution de l'effort de pêche selon les gammes de sonde, celles-ci pouvant fausser l'évaluation de l'indice de recrutement et, enfin, aux variations évoquées plus haut concernant la stratégie des professionnels vis à vis des crevettes de petite taille qui jouent certainement un rôle à ce niveau.

En conclusion, le phénomène de recrutement de *Penaeus subtilis* dans cette région ne peut donc pas être réduit à un modèle bimodal.

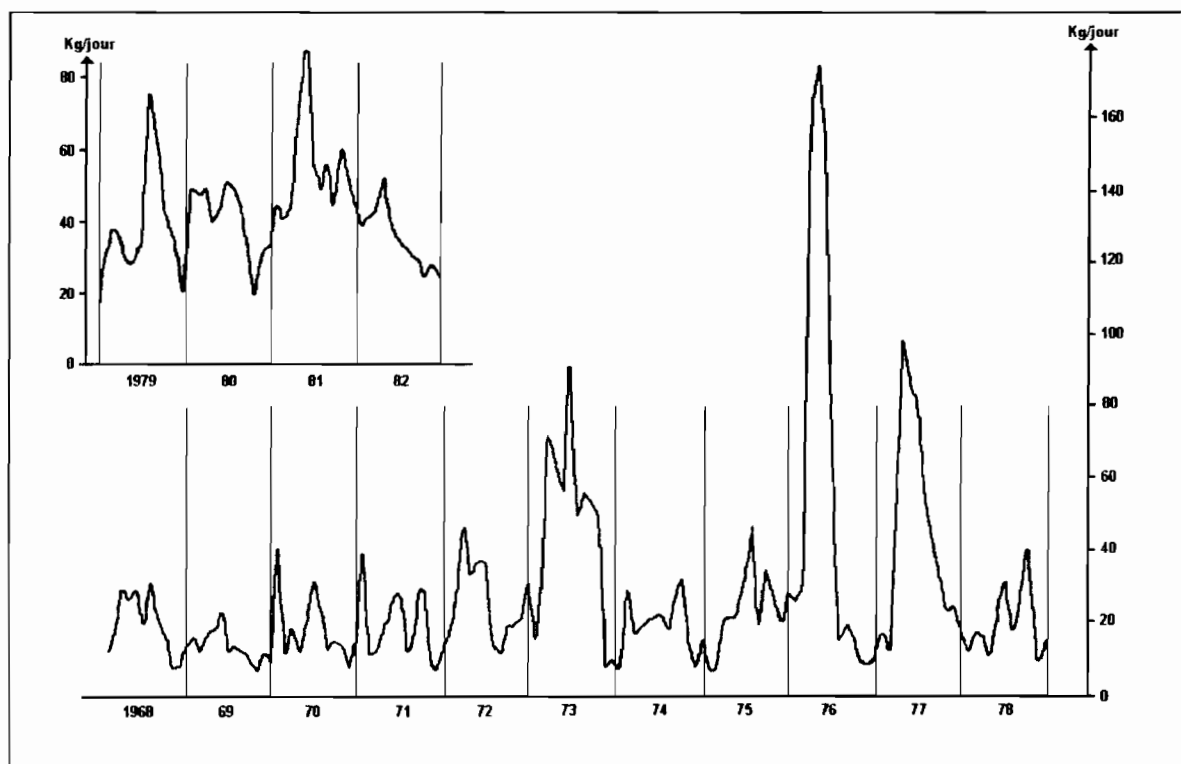


Figure 9.2.V : Variation des cpue des crevettes de la catégorie 50/80+déchets en Guyane de 1968 à 1982 (d'après Garcia *et al.*, 1984a).

9.3. Conclusion

Le cycle vital de la crevette *Penaeus subtilis* en Guyane semble échapper aux schémas les plus répandus dans les stocks de pénéides, tout du moins par la fréquence des principales phases qui le constituent. Les résultats du programme de recherche de l'ORSTOM vont dans le sens des conclusions des récents travaux effectués par l'IFREMER sur la même ressource qui sont résumés en ces termes par Moguedet (1995a) :

"...En résumé, les évolutions de l'indice de recrutement dépendent de la flottille. Ainsi, en l'état actuel des connaissances, il apparaît difficile de pouvoir qualifier de manière définitive le type de recrutement de *Penaeus subtilis* (recrutement continu, saisonnier, etc.) et d'autre part se prononcer sur un éventuel impact environnemental susceptible d'agir sur les tendances à long terme de ce recrutement. Il convient donc de rester plus que réservé quant aux conclusions concernant la variabilité du recrutement de *P. subtilis*, tout au moins à partir des éléments obtenus à partir des données commerciales de la pêche."

Ils tendent cependant à montrer que le recrutement de la crevette est continu tout au long de l'année avec des phases de plus forte activité qui peuvent varier en nombre, en durée et en intensité.

Cette étude menée sur 5 ans complète l'ébauche du modèle proposé par Rossignol (1972a) sur une année d'observation. Elle permet de préciser la chronologie du cycle vital proposée en 1984 à partir des données de la pêche (Garcia *et al.*, 1984a). Les résultats ont pu être affinés par l'acquisition de 1986 à 1993 de données sur la reproduction et par un suivi rigoureux du prérecrutement sur une longue période et plusieurs sites. L'acquisition de données environnementales sur le plateau continental, comme la circulation des eaux et leur composition, la production primaire (phytoplancton et zooplancton), la localisation des nourriceries suivie d'opérations de marquage de juvéniles, permettrait de préciser la chronologie du cycle vital et de déterminer quels sont les facteurs environnementaux qui interviennent.

10 les relations pêche environnement

10.1. Aperçu général

Depuis longtemps, des méthodes sont recherchées qui permettent de gérer au mieux les pêcheries et optimiser le profit, par la mise en place de réglementations de la pêche basées sur des critères scientifiques. Des modèles mathématiques sont développés ; ils visent à maximiser la production, c'est la notion de MSY^{25} , dans un premier temps, puis, dans un second temps, le profit économique, c'est la notion de MEY^{26} . Etablis à partir de séries de données pluriannuelles, ils ont pour vocation de prévoir la production et éventuellement les profits dégagés.

Le principe consiste à établir une relation quantitative suffisamment précise entre l'abondance et un ou plusieurs paramètres biologiques ou climatiques qui permette de prévoir les variations interannuelles des captures. L'utilité d'un modèle dépendra de ses capacités à offrir la possibilité d'établir des prévisions précises suffisamment tôt.

Dans le cas des crevettes, la prise annuelle dépend essentiellement du recrutement de l'année et la prédiction ne peut être faite qu'à court terme. Seule la tendance générale pourra être prédite à long terme si elle peut être reliée à un ou plusieurs paramètres climatiques périodiques.

Deux types de modèles peuvent être distingués suivant que les relations sont établies à partir de facteurs biologiques (en général l'abondance d'un stade antérieur dans le cycle vital) ou à partir de facteurs climatiques (pluies, crues, ensoleillement, activité solaire). Seul le second type de relation sera traité dans ce chapitre, le premier type ayant été abordé plus haut (Cf. § 9).

Rechercher l'existence de relations "pêche-environnement" chez les crevettes pénéides découle de plusieurs constatations, les principales étant que :

- les crevettes ont un cycle vital court et le stock réagit rapidement aux variations de l'effort de pêche et des conditions du milieu ;
- des anomalies sont observées sur certaines pêcheries (très bonnes ou très mauvaises années) en l'absence de variations notables de l'effort de pêche ;
- les phases postlarvaires et juvéniles du cycle se déroulent dans le milieu margino-littoral où elles peuvent être soumises à de fortes variations de paramètres environnementaux.

Il est surprenant de constater la disproportion qui existe entre le nombre important d'études sur les relations avec les crues et les pluies et le faible nombre de celles qui mettent en jeu d'autres facteurs de l'environnement. La majorité des études ont été réalisées dans le golfe du Mexique en particulier entre 1955 et 1975. Les références sur ce sujet sont nombreuses dans la littérature, l'exposé s'appuiera sur quelques exemples sélectionnés.

10.1.1. Relations avec la pluviométrie et les régimes des fleuves

10.1.1.a. La pluviométrie

Etant donné l'importance des zones côtières dans le cycle vital des crevettes et le rôle que semblent jouer les gradients côte-large dans les processus de migration au cours du développement, l'importance des apports continentaux a été étudiée en premier lieu. Les résultats de ces études sont contradictoires car les relations mises en évidence sont positives ou négatives selon les cas. Elles peuvent dans certains cas, s'inverser à partir d'un certain seuil.

Dès 1953, Hildebrand et Gunter mettent en évidence au Texas une bonne relation entre les captures totales de *Penaeus setiferus* et les pluies de l'année en cours et des 2 années précédentes. Les prises importantes apparaissent liées aux fortes pluies. Ce paramètre semble agir par l'intermédiaire de la dessalure ; le temps de latence correspondrait au délai nécessaire pour que les pluies se transcrivent dans le milieu par une baisse sensible de la salinité, puis pour que la dessalure agisse sur la production. Ces résultats sont ensuite confirmés par Gunter et Edwards (1969) par l'analyse de données portant sur une longue période (1927-1964). En revanche, en Louisiane, aucune relation ne peut être mise en évidence et les auteurs supposent que dans ce cas, la dessalure est toujours supérieure au minimum nécessaire.

En Australie, Penn et Caputi (1986) intègrent la pluviométrie dans l'étude des relations stock-recrutement chez *Penaeus esculentus*, en tant qu'indicateur des cyclones. Une relation stock-

²⁵ MSY = Maximum Sustainable Yield des anglo-saxons. Production maximale équilibrée.

²⁶ MEY = Maximum Economic Yield. Profit maximal ; il est généralement obtenu à un niveau d'effort de pêche inférieur à celui correspondant au MSY .

recrutement entre le stock reproducteur de printemps et le recrutement d'automne suivant est établie. Seules 2 années sur 14, durant lesquelles il y a eu des cyclones, s'écartent du modèle. Afin de prendre en compte ce type de situation météorologique particulière, les pluviosités de janvier et février sont incorporées dans le modèle comme variables représentatives des cyclones. Il semble que l'influence des cyclones sur le recrutement d'automne puisse être positive ou négative selon l'époque de l'année où ils surviennent. Leur effet est négatif lorsqu'ils provoquent une baisse de salinité trop forte et trop rapide (chez cette espèce, les postlarves et juvéniles sont normalement à la côte en milieu sursalé : 38 à 42 ‰) ou lorsque l'action des vagues dues au vent occasionne des modifications bathymétriques et morphologiques des aires de nourriceries, et enfin lorsque les courants induits par le vent déplacent les postlarves et les juvéniles vers des zones défavorables. Mais leur effet peut être positif dans la mesure où l'augmentation de la turbidité due à la remise en suspension des sédiments du fond, causée par la tempête, contribue à faire baisser la prédation.

Dans des conditions d'environnement moyennes et en présence d'un effort de pêche élevé, le passage d'un cyclone aura pour conséquence le déplacement du recrutement vers un nouvel équilibre situé à un niveau plus bas, du fait de l'existence d'une relation stock-recrutement robuste.

Les travaux de Le Reste (1992) au Sénégal décrivent un tout autre mécanisme qui fait intervenir des variations naturelles de l'âge à la première capture liées à la salinité.

Dans l'estuaire de la Casamance, les années sèches, la salinité est forte, la taille à la migration de *Penaeus notialis* est élevée et la production est importante. Ceci est interprété comme une action de la salinité sur la durée du séjour en estuaire. L'auteur analyse les variations mensuelles et les variations annuelles des captures entre 1965 et 1984. Il existe une corrélation négative entre les prises d'une année et les pluies des années précédentes. Sur la période analysée, la salinité varie de 1 à 69 ‰. La série de données de salinité étant incomplètes, une corrélation avec la pluviométrie a été recherchée. Un déficit persistant de la pluviométrie est constaté depuis 1968. Le débit du fleuve est négligeable et les courants de marée sont prépondérants en toute saison. La salinité est maximale de mai à juillet, minimale entre septembre et octobre. Le gradient de salinité est devenu positif dans la partie la plus en amont de l'estuaire depuis 1983.

La salinité est reliée à la pluviométrie des 2 années précédentes en saison sèche, à celle de l'année et des 2 années précédentes en saison humide. Cette situation conduit l'auteur à considérer plusieurs scénarios possibles selon l'intensité des pluies et la saison. En ce qui concerne les captures annuelles, la meilleure corrélation est obtenue avec l'indice pluviométrique déterminant la salinité au premier semestre. Les captures augmentent régulièrement lorsque la pluviométrie diminue. Mais en 1984, les captures particulièrement faibles permettent de supposer l'existence d'un seuil à partir duquel la relation s'inverse ; les captures seraient alors reliées positivement à la pluviométrie ; cependant, l'existence d'une seule année présentant ce cas n'a pas permis de calculer une relation.

Lorsque l'estuaire est sursalé, les captures annuelles sont corrélées négativement avec la pluviométrie. Ce résultat est dû à l'augmentation de la taille à la migration qui se traduit par une augmentation du nombre de crevettes de taille commercialisables (supérieure à 8 cm LT) pêchées. Lorsque la pluviométrie devient inférieure à 0,9 m, le nombre et le poids des captures de la pêche artisanale s'effondrent : ce qui tendrait à démontrer que la relation générale serait parabolique. Le poids individuel des crevettes pêchées varie de façon parabolique en fonction de la pluviométrie et est maximum pour 1 à 1,2 m soit pour une salinité de 35 ‰.

10.1.1.b. Le régime des fleuves

Au Texas, Chapman (1966) met en évidence l'importance des estuaires. Il observe une relation apparente positive entre le débit moyen annuel et la production de crevettes (surtout la "brown shrimp") entre 1956 et 1962. Il en conclut que la production est généralement plus forte pendant une série d'années humides que pendant une série d'années sèches.

En Louisiane, la corrélation est négative entre les captures de *Penaeus aztecus* et les décharges fluviales de printemps ainsi qu'entre les captures de *Penaeus setiferus* et les décharges fluviales de l'été (Barrett et Gillespie, 1973, 1975). Selon les auteurs, des décharges excessives dans cette région limiteraient le nombre et la surface des nourriceries disponibles et par suite la production. Dans les estuaires de Louisiane la production de *Penaeus aztecus* est d'autant plus forte que la salinité est élevée au printemps. Les apports d'eau douce apparaissent donc favorables à la production de cette espèce au Texas et défavorables en Louisiane : il semble donc exister un seuil au-delà duquel la relation s'inverse. Griffin *et al.* (1976) ont utilisé les résultats précédents sur *Penaeus setiferus* en Louisiane pour élaborer un modèle de production prenant en compte l'effort de pêche et les décharges des fleuves.

Browder (1985) montre en Floride l'existence d'une relation positive entre le débit des estuaires du parc des Everglades estimé à partir du niveau de l'eau et les cpue aux Tortugas. Il souligne l'importance de l'utilisation de l'effort de pêche ; il utilise un découpage du temps par trimestre et par "année biologique" établie à partir du pic de ponte.

Au Mozambique, Da Silva (1986) met en évidence une relation entre le débit du fleuve Zambèze et les cpue de *Penaeus indicus* en mer un mois plus tard. Ce travail est repris par Gammelsrod (1992). Des modèles descriptifs et prédictifs sont développés. L'abondance annuelle peut être prédite à partir du débit de la saison humide. Le fonctionnement du barrage peut être planifié pour augmenter la production de crevettes par des lâchers d'eau.

10.1.2. Relations avec d'autres facteurs

Les relations avec d'autres facteurs environnementaux ne seront pas abordés ici. A titre indicatif, elles peuvent concerner par exemple la température de l'air ou de l'eau, l'activité solaire, la latitude, la surface des zones intertidales ou de la végétation (Cf. § 7.1.2.), le niveau de la mer. Dans certaines pêcheries, lorsque des relations entre la production et des facteurs environnementaux ont pu être clairement établies, une surveillance de l'état du stock peut être exercée indirectement par des mesures de paramètres du milieu (fig. 10.1.I)

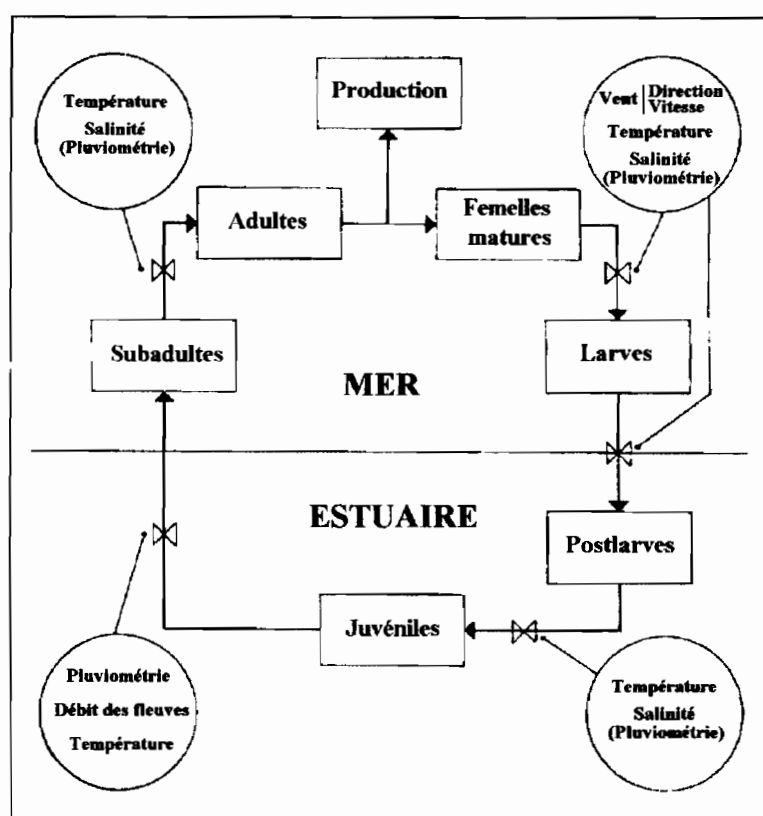


Figure 10.1.I : Modèle du cycle vital de la crevette *Penaeus merguensis* en Australie indiquant les facteurs abiotiques utilisés dans l'analyse des variations interannuelles des rendements (d'après Vance *et al.*, 1985).

10.2. Cas de la Guyane

Les études des relations entre le recrutement et les paramètres environnementaux en Guyane sont rares et sont apparues tardivement.

10.2.1. Pluviométrie et activité solaire

Lors de leur étude du recrutement de la crevette *Penaeus subtilis*, Garcia *et al.* (1984a) abordent la question des interactions avec des facteurs climatiques et environnementaux. Selon les auteurs la compréhension du phénomène de variations du recrutement de la crevette en Guyane, de par sa complexité, passe par l'extraction des effets de l'environnement avant de tenter d'établir une relation stock-recrutement. L'étude couvre la période de 1968 à 1982. Les résultats sont hétérogènes et les relations de cause à effet ne sont pas claires. En résumé, trois séquences sont identifiées (fig. 10.2.I et 10.2.II) :

- 1968-1971 : correspond à la fin d'accroissement de la pluviométrie ; la relation entre le recrutement et la pluviométrie n'est pas significative ;
- 1972-1976 : correspond à une diminution rapide des pluies et de l'activité solaire ; la relation entre le recrutement et la pluviométrie est positive ;
- 1977-1982 : correspond à l'augmentation rapide de l'activité solaire ; la relation entre le recrutement et la pluviométrie est négative.

Devant cette complexité, les auteurs envisagent que l'interférence d'un autre facteur environnemental non mesuré comme par exemple la dynamique sédimentaire (envasement) pourrait s'y ajouter la contribution des apports d'eau douce de l'Amazonie et des grands fleuves guyanais.

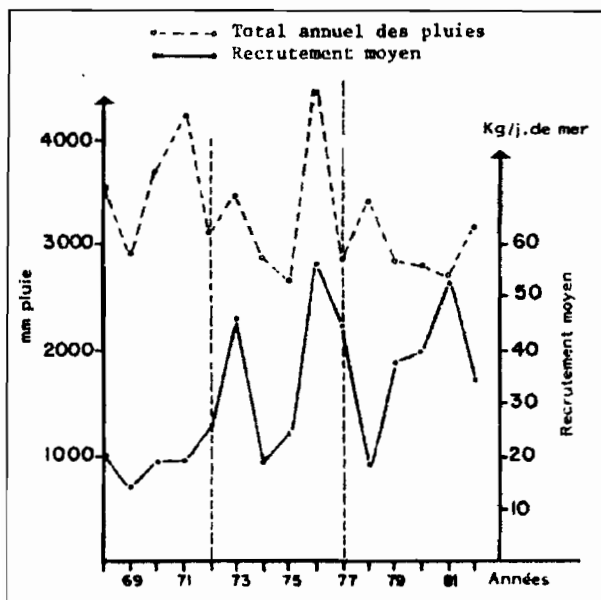


Figure 10.2.I : Variations des indices de recrutement et de pluviométrie annuels (d'après Garcia et al., 1984a).

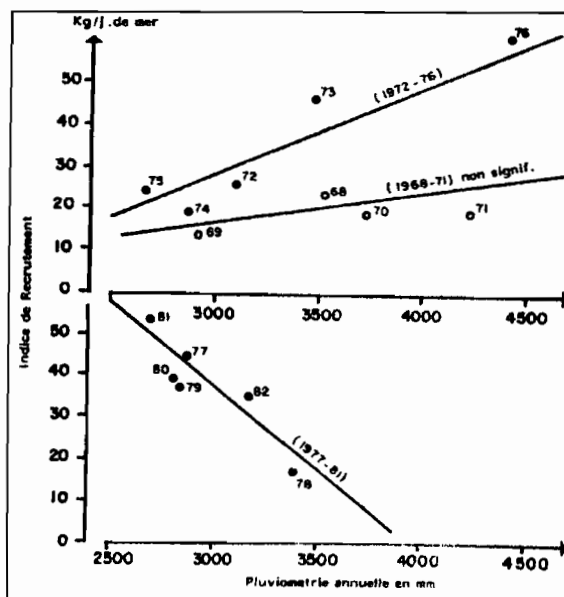


Figure 10.2.II : Relation entre le recrutement annuel et la pluviométrie (d'après Garcia et al., 1984a).

10.2.2. Le régime des fleuves

En Guyane, une relation a été mise en évidence entre les cpue annuelles de la pêche industrielle de crevettes et le débit moyen annuel des deux plus grands fleuves guyanais, Maroni et Oyapok, de l'année précédente (Couturier, 1986). L'analyse montre que sur la période prise en compte, 1978 à 1985, les débits de ces deux fleuves expliquent 70 % de la variabilité du recrutement. Cependant, cette relation établie sur une courte période (8 ans), n'est plus vérifiée à partir de 1989.

10.2.3. Le régime des fleuves et la pluviométrie

Une nouvelle analyse est proposée par Lhomme (1989) couvrant la période de 1968 à 1986. L'auteur utilise l'indice de recrutement défini par Garcia et al. (1984a) : les cpue des crevettes de petite taille (catégories 50 et plus et déchets), les cpue totaux, la pluviométrie mensuelle aux stations météorologiques de Saint-George, Kourou et Mana et les débits cumulés des fleuves Maroni et Oyapock. Deux séquences sont envisagées au préalable : la période de 1968 à 1977 et celle de 1978 à 1986 qui correspondent respectivement aux régimes d'exploitation d'avant et après la création de la ZEE. Les relations avec le recrutement sont recherchées dans un premier temps à l'échelle mensuelle à partir des valeurs moyennes des différents paramètres. L'analyse ne peut que confirmer un effet saisonnier général. L'analyse à l'échelle annuelle sur la période de 1968 à 1986 montre une corrélation significative entre les cpue totaux et le débit des fleuves de l'année précédente, mais non-significative avec la pluviométrie de l'année précédente. Les corrélations ne sont pas significatives entre l'indice de recrutement et la pluviométrie ou le débit des fleuves de l'année précédente. Aucune corrélation n'est observée entre 1968 et 1977. L'auteur l'explique par l'hétérogénéité des données de la pêche concernant à cette période la Guyane et les pays voisins. Entre 1978 et 1986, seule la corrélation entre les cpue et le débit des fleuves est significative ; ce résultat, obtenu avec un couple de valeur supplémentaire ne fait que confirmer celui de Couturier (1986).

Ces résultats montrent la difficulté d'identifier les facteurs environnementaux qui interviennent dans le phénomène de recrutement. Seule une relation entre les cpue et le débit des fleuves Maroni et Oyapock de l'année précédente est mise en évidence mais est infirmée à partir de 1989.

10.2.4. Relation entre le prérecrutement et divers facteurs environnementaux

Plus récemment, Bertrand (1994) étudie les relations entre le prérecrutement des postlarves de *Penaeus subtilis* et l'environnement. L'abondance dans l'estuaire de l'Organabo sert d'indice de prérecrutement. L'influence de nombreuses variables d'environnement est testée : l'heure et la salinité au moment des pics d'abondance, le marnage, les différentes composantes du vent, les débits de plusieurs fleuves de Guyane et de l'Amazonie avec ou sans cumul et avec ou sans décalage. Aucune corrélation linéaire significative n'est mise en évidence. La démarche est intéressante, car il est probable que le prérecrutement soit plus sensible à des variations des facteurs du milieu que le recrutement, mais la durée de la période d'observation, 2 ans, est trop courte pour mettre en évidence des tendances.

10.2.5. Les débits de l'Amazonie et des fleuves locaux

Béné et Moguedet (1993, 1994) dans des travaux récents de l'IFREMER établissent des relations entre le recrutement de *Penaeus subtilis* en Guyane et les régimes de l'Amazonie et des fleuves locaux. L'étude porte sur 11 ans, de 1980 à 1990. L'originalité de l'étude provient de la prise en compte de la dépendance de l'indice de recrutement vis à vis du comportement de la flottille crevettière. En effet, l'estimation de ce paramètre est liée de près aux profondeurs exploitées, le choix de celles-ci découlant d'une stratégie commerciale et d'exploitation.

Au total, 7 variables explicatives sont introduites dans le traitement : les cpue totaux, indicatifs du stock ; les cpue des catégories U10²⁷ et 11/15, indicatifs des crevettes de grande taille ; les cpue des catégories 31/35 et 36/40, indicatifs des crevettes moyennes ; la pluviométrie ; le débit cumulé des fleuves Maroni et Oyapock ; le débit de l'Amazonie à Obidos ; la profondeur moyenne des chalutages de la flottille. Sur ces variables, 3 seulement sont de nature climatique, les autres servant à corriger l'effet de la stratégie de la flottille. L'indice de recrutement diffère de ceux utilisés dans les études précédentes ; il est construit à partir des cpue des catégories commerciales les plus petites, 61/70 et 71/80.

L'analyse est réalisée sur deux échelles temporelles :

- l'échelle semestrielle qui rend compte des rythmes saisonniers en Guyane (saison sèche vs saison humide, crue vs étiage, etc.). Les données mensuelles sont ramenées à une échelle semestrielle par une moyenne mobile sur 6 mois.

- l'échelle mensuelle qui rend compte de phénomènes plus rapides intervenant dans le recrutement qui seraient occultés par une échelle semestrielle. Ainsi, la reproduction des pénéidés qui a lieu toute l'année connaît en Guyane de rapides variations d'un mois sur l'autre.

Les données mensuelles sont traitées par une analyse de série chronologique multivariée, et celles à l'échelle du semestre, par des régressions multiples.

10.2.5.a. L'analyse de la variabilité à moyen terme (semestre)

Le modèle linéaire montre que seule la stratégie de pêche (variable profondeur) a un effet sur l'indice de recrutement ($R^2=41\%$). Les modèles non-linéaires qui sont traités de deux façons : en procédant à des transformations logarithmiques sur les variables (1) et en enlevant les tendances sur l'indice de recrutement (2), mettent en évidence un effet de la stratégie (profondeur et cpue des crevettes de taille moyenne) et du débit de l'Amazonie. Les effets des trois variables explicatives sont simultanés ou différés de 1 ou 2 semestres.

$$(1) \quad \varphi(\text{Log } I_r) = \phi_1(\text{Pr}_t) + \phi_2(\text{Log } A_{m,t-1}) + \phi_3(\text{Log } M_{o,t-2}) \quad R^2 = 73 \%$$

$$(2) \quad \varphi'(I_r) = \phi_2'(\text{Log } A_{m,t-1}) + \phi_3'(\text{Log } M_{o,t-2}) \quad R^2 = 48 \%$$

où t = le temps en semestre, I_r = indice de recrutement, Pr = profondeur, A_m = débit de l'Amazonie et Mo = cpue des crevettes moyennes.

L'effet des cpue des crevettes moyennes de l'année précédente peut être également interprété comme la contribution de cette classe d'âge au recrutement étudié.

10.2.5.b. L'analyse de la variabilité à court terme (mois)

L'analyse au niveau mensuel met en évidence l'effet des fleuves locaux. Elle conduit à deux modèles, l'un linéaire (3) l'autre non-linéaire (4). Les coefficients de corrélation sont élevés (75 % et 81 %). Des essais sur les autres variables n'améliorent pas le modèle. L'effet de la stratégie de pêche sur l'indice de recrutement qui est très important à moyen terme disparaît ici.

$$(3) \quad \text{Log } I_{r_m} = 0,78.\text{Log } I_{r_{m-1}} + 0,23.\text{log } I_{r_{m-12}} - 0,62.10^{-4} F_{g_{m-6}} \quad R^2 = 75 \%$$

²⁷ U 10 : moins de 10 individus/livre US

$$(4) \quad \varphi(\text{Log } I_{r_m}) = \phi_1(\text{Log } I_{r_{m-1}}) + \phi_2(\text{Log } I_{r_{m-12}}) + \phi_3(\text{Log } F_{g_{m-6}}) \quad R^2 = 81 \%$$

où m = temps en mois, I_r = Indice de recrutement et F_g = débits des fleuves guyanais (Maroni et Oyapock).

L'effet du recrutement de l'année précédente ($m-12$), n'est pas sans rappeler celui des cpue de la classe moyenne du modèle à moyen terme.

10.2.5.c. Discussion

Ce type d'analyse, développé et utilisé depuis une quinzaine d'année dans l'étude des stock pélagique (Cury et Roy, 1989), montre par ses résultats sur le recrutement de *Penaeus subtilis* la limite des simplifications des relations avec les paramètres environnementaux par des modèles linéaires dans la compréhension de la variabilité du phénomène. Dans le cas particulier de la pêche crevettière guyanaise, il apparaît impératif de prendre en compte la dynamique de la flottille qui génère un biais sur l'indice de recrutement. L'intérêt d'étudier la variabilité du recrutement sur deux échelles temporelles est démontré, ceci permet de mettre en évidence l'action de facteurs environnementaux qui n'apparaîtraient pas dans l'un ou l'autre cas. L'étude montre que les effets de deux facteurs agissent par combinaison plutôt que par addition, d'où l'intérêt de ce type d'analyse par rapport aux modèles plus simples classiquement utilisés chez les pénéidés (fig. 10.2.III).

Les influences de l'Amazonie à moyen terme et des deux grands fleuves locaux à court terme ont été mises en évidence (fig. 10.2.III et 10.2.IV).

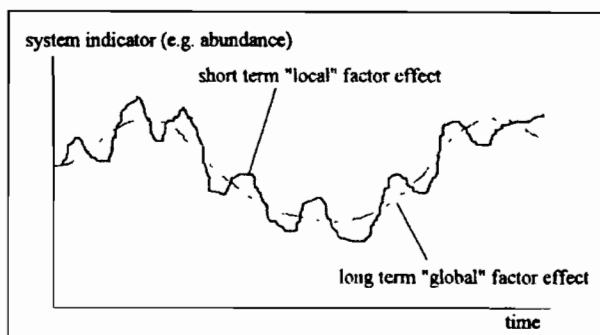


Figure 10.2.III : Diagramme illustrant les effets de facteurs environnementaux agissant à moyen terme et à court terme (d'après Béné et Moguedet, 1994).

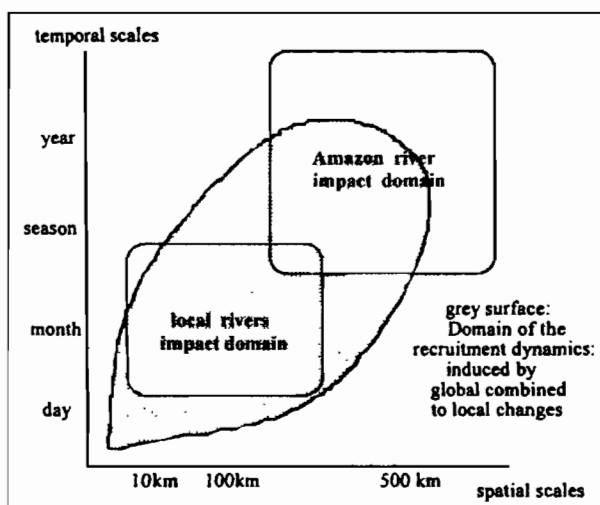


Figure 10.2.IV : Illustration de la contribution de plusieurs facteurs environnementaux agissant à des échelles temporelles différentes (d'après Béné et Moguedet, 1994).

10.3. Conclusion

De nombreux indices montrent que la production annuelle des crevettes varie d'une année à l'autre en relation avec des facteurs climatiques à grande échelle. La relation sous-jacente de cause à effet sera toujours difficile à démontrer car les mécanismes par lesquels les facteurs climatiques interfèrent sur les paramètres biologiques (fécondité, prérecrutement, chronologie des migrations, croissance, survie, capturabilité) sont complexes. L'aperçu général montre à la fois une disparité géographique des études (les recherches sont plus nombreuses dans les pays à haut potentiel scientifique) et une disparité entre les facteurs environnementaux étudiés. Le débit des fleuves, la pluviométrie et la salinité sont les paramètres abiotique les plus souvent pris en considération. Les paramètres climatiques mesurés (pluies, crues, bilan thermique annuel ou activité solaire) peuvent n'être finalement que des indicateurs globaux de variations climatiques affectant d'autres paramètres (ensoleillement, production primaire et photopériode, salinité, chronologie ou durée relative des saisons, déplacement de fronts, direction et intensité des courants et sous-courants) qui sont également susceptibles d'influencer la production des stocks. L'approche de l'IFREMER par une démarche et des techniques différentes, semble offrir des perspectives prometteuses dans la compréhension des interactions de nombreux facteurs environnementaux qui agissent, de plus, à des échelles temporelles différentes et dont les effets ne sont pas additifs.

11. Conclusions générales

Ce document a permis de rendre compte des travaux sur le terrain et des analyses réalisés dans le cadre du programme "recrutement de la crevette *Penaeus subtilis* en Guyane" ; à cette occasion, une synthèse des connaissances acquises en Guyane depuis une cinquantaine d'années sur le sujet a été établie.

Après un rapide bilan des résultats, des conclusions de nature prospective seront exposées, à l'heure où l'ORSTOM s'engage dans un nouveau programme de grande envergure dans la région.

11.1. Bilan des résultats acquis

Les résultats obtenus pendant la durée du programme concernent pour l'essentiel les stades jeunes du cycle vital de la crevette *Penaeus subtilis*, des informations préliminaires ont déjà été diffusées, mais les connaissances acquises entre septembre 1994 et décembre 1996 (Vendeville, non publié), ne figurent encore dans aucun article ou rapport.

11.1.1. Méthodologie d'étude du prérecrutement en Guyane

Le terme de méthodologie recouvre le protocole d'acquisition de données sur le terrain et le choix d'indices descripteurs pertinents qui permettent de décrire l'ensemble du phénomène étudié.

Un protocole d'étude sous forme de suivi et de prospection a été mis au point en deux étapes. Entre 1989 et 1990 les grandes lignes ont été établies et éprouvées. En 1991, des modifications sont intervenues dans deux directions : l'amélioration de la précision des mesures par l'augmentation de leur fréquence et le choix de nouvelles techniques et d'unités de mesures pertinentes et objectives, la prise en compte d'un plus grand nombre de paramètres abiotiques afin de mieux appréhender le phénomène. Dès 1992, L'extension des échantillonnages à 3 estuaires répartis sur 180 km de côte, a permis d'acquérir une vision spatio-temporelle du phénomène, précisée par des prospections ponctuelles sur un dizaine d'autres sites.

Un indice de prérecrutement est défini : l'abondance en postlarves la plus élevée observée pendant le flot de l'après-midi en vives-eaux (exprimée en densité numérique par volume d'eau filtré). L'importance primordiale de la période d'échantillonnage a été testée par des opérations en vives-eaux de nuit ainsi que de jour sur un demi-cycle lunaire. Ces conditions d'applications imposent une maille temporelle d'environ 15 jours, en-deçà de laquelle il n'est pas possible d'obtenir un indice de prérecrutement pertinent.

11.1.2. Dynamique des jeunes crevettes dans les estuaires - l'intrusion

L'entrée des postlarves et des juvéniles de crevettes dans les estuaires pendant le flot a été décrite dans le détail. En période de crue des fleuves la montée des postlarves en vives-eaux est ralentie. L'entrée des postlarves des 3 espèces *Macrobrachium carcinus*, *Xiphopenaeus kroyeri* et *Penaeus subtilis* a lieu dans cet ordre chronologique qui reflète un degré d'inféodation décroissant aux eaux dessalées. Un certain nombre d'observations ont permis de mettre en évidence le phénomène d'intrusion des crevettes *Penaeus subtilis* dans les estuaires : les crevettes entrent dans l'estuaire au flot et en ressortent quelques heures après, au jusant.

Deux expérimentations semi-quantitatives sur un cycle de marée complet ont confirmé et précisé cette dynamique. Ce résultat, observé chez les postlarves mais également chez les juvéniles, est capital, car il conduit à situer les nourriceries de *Penaeus subtilis* sur l'extrême frange littorale, invalidant l'hypothèse de nourriceries de type estuarien, tout du moins dans les fleuves qui ont été visités. La comparaison des tailles des postlarves du flux d'entrée et du flux de sortie a montré qu'elles appartiennent à la même population, la différence de taille observée, minime, s'expliquant par la croissance des individus entre les deux passages. Cette dynamique en apparence atypique, est en cohérence avec les comportements connus des pénéidés vis à vis des conditions environnementales particulières qui règnent dans les estuaires de Guyane.

Ce résultat ne met pas en cause la pertinence de l'indice de recrutement basé sur l'abondance maximale en postlarves entrant dans les estuaires pendant les flots de vives-eaux ; cet indice est représentatif de l'abondance en postlarves des nourriceries littorales.

Enfin, sur un même cycle lunaire, l'abondance en postlarves en estuaire est liée étroitement à l'abondance en postlarves dans la nourricerie littorale et à l'amplitude de la marée.

11.1.3. Distribution spatio-temporelle du prérecrutement

La prospection des estuaires a couvert une large zone qui s'étend de l'embouchure du fleuve Mana à l'ouest jusqu'à l'estuaire de la rivière de Kaw à l'est ; elle a intéressé 13 estuaires, répartis sur environ 220 km de côte sur les 21 qui sont répertoriés en Guyane. La même dynamique des crevettes a été observée dans les 13 estuaires.

Le suivi sur plusieurs années de 3 estuaires (rivière de Cayenne, fleuves Sinnamary et Organabo) répartis sur 180 km de côte, a permis de préciser les variations saisonnières du prérecrutement qui apparaît sensiblement synchrone sur les 3 fleuves, des écarts de 15 jours à un mois pouvant être parfois constatés.

Un indice régional de prérecrutement a été établi. L'étude de ses variations a montré des disparités spatiales. Il est établi que le phénomène a nettement plus d'ampleur à l'ouest, dans la région d'Organabo. Ce résultat confirme les observations sur le recrutement dans la pêcherie basées sur les données de la profession.

Le prérecrutement a lieu toute l'année mais il se renforce à certaines périodes dont le nombre varie entre 3 et 4. Les principales saisons se situent entre mars et mai, août et octobre, décembre et février ; une quatrième vague de prérecrutement, plus occasionnelle, peut survenir aux alentours de janvier.

11.1.4. Croissance en milieu naturel

Les croissances des postlarves et des juvéniles en milieu naturel ont été calculées. Leurs estimations sont voisines de celles observées dans la nature chez d'autres espèces du genre *Penaeus*. Celle des postlarves est estimée à 1,32 mm LT/jour et celle des juvéniles à 26 mm LT/mois. Cette dernière valeur permet d'évaluer la durée de leur séjour en nourricerie à 2,3-2,9 mois et de situer le recrutement dans la pêcherie 4 mois après l'arrivée des postlarves dans les nourriceries.

11.1.5. Croissance en captivité

Une méthodologie d'élevage en aquarium a été mise au point. La survie maximale observée sur l'ensemble des expérimentations est de 139 jours. Au cours des 3 essais entrepris, la mortalité a baissé considérablement d'un essai à l'autre.

La plus forte croissance moyenne des lots testés est de 13 mm LT/mois, ce qui correspond à la moitié de la valeur estimée en milieu naturel.

Ces résultats sont positifs et permettent d'envisager dans l'avenir des expérimentations contrôlées en laboratoire sur la crevette *Penaeus subtilis*, moyennant quelques améliorations.

11.1.6. Chronologie du cycle vital

La durée moyenne des deux principales étapes des stades jeunes de la crevette *Penaeus subtilis* ont été évaluées. La durée séparant la ponte de l'arrivée des postlarves dans les nourriceries est estimée à 3 semaines. Ce résultat est comparable aux valeurs généralement rencontrées chez les pénéidés. La durée séparant le prérecrutement du recrutement est estimée à 4,1 mois. Cette valeur est très proche de celle déduite de la croissance en milieu naturel.

Les variations des indices de prérecrutement et de recrutement présentent la même fréquence d'apparition de pics, ce qui montre que les pics secondaires de recrutement souvent observés à partir des données de la pêcherie sont liés au cycle vital, contrairement à l'hypothèse la plus répandue selon laquelle ils ne seraient dus qu'à un artefact engendré par des changements de stratégie de pêche ; en revanche, ce dernier facteur explique probablement la disparité entre les intensités des pics de prérecrutement et de recrutement. Dans le cas où une relation serait mise en évidence entre les amplitudes des prérecrutements et du recrutement en mer, ce qui ne pourrait être obtenu qu'après une correction des données de la pêcherie tenant compte de la stratégie de pêche, le suivi du prérecrutement pourrait être un moyen de suivre l'évolution de la ressource par un indicateur non biaisé tout en permettant d'anticiper de 4 mois sur les effets dans la pêcherie. Ceci pourrait constituer un premier pas vers l'acquisition d'outils prévisionnels.

11.1.7. Localisation des nourriceries

Cette question était et reste primordiale. En début de programme, la seule nourricerie connue est celle du marais Sarcelle ; en fin de programme, une opération de courte durée a permis de vérifier que ce site remplit toujours le même rôle. Il est communément admis que la taille de cette nourricerie est insuffisante pour alimenter à elle seule le stock exploité de *Penaeus subtilis* dans toute la région. L'hypothèse de départ admettait l'existence de nourriceries estuariennes ; ce cas est le plus répandu, celles des lagunes ivoiriennes et des estuaires du Sénégal étant encore maintenant érigées en modèles (Garcia et Le Reste, 1981), alors que la littérature fait état d'exceptions de plus en plus

nombreuses à travers le monde. C'est celle que propose en 1984 Garcia *et al.*, et elle prévaut pendant la moitié de la durée du programme. On doit admettre, avec du recul, qu'elle a constitué, par elle-même un handicap majeur dans l'avancée de l'étude. Ce n'est qu'à partir de 1991, quand les captures de juvéniles montant pendant le flot ont été prises en compte dans l'analyse que le rôle de nourricerie des estuaires a été remis en question et que l'intérêt s'est reporté sur la frange littorale (Vendeville, 1993a). Il y a lieu toutefois de souligner que les 3 plus vastes estuaires (Maroni, Approuague et Oyapock) n'ont pas été prospectés et que les deux principales zones de recrutement dans la pêche se situent au large de ces fleuves.

S'il subsiste une incertitude concernant ces 3 estuaires, il apparaît que l'extrême frange littorale joue le rôle de nourricerie ; des juvéniles et des postlarves ont été capturés sur les fonds de 1 à 2 m dans la zone ouest de l'embouchure du fleuve Organabo entre juillet 1993 et avril 1994. Les résultats de la prospection de la campagne "Epaulard", ont contribué à faire ressortir sans ambiguïté que la frange littorale présente les caractéristiques d'un milieu margino-littoral, milieu où se rencontrent habituellement les nourriceries de pénéidés du genre *Penaeus*. Ces fonds abritent en effet les nourriceries de nombreuses espèces de poissons et de quelques crevettes qui habituellement côtoient celles de *Penaeus subtilis*. En revanche, les résultats n'ont pas permis de mettre en évidence de façon formelle la présence des nourriceries de cette dernière espèce. Plusieurs explications sont proposées :

- la prospection correspond à une période creuse de prérecrutement et recrutement, ce que confirment les résultats de campagnes d'évaluation sur le plateau continental à la même période de l'année : les juvéniles ont probablement déjà quitté les fonds du littoral.
- Les nourriceries se situeraient plus près de la côte que ne l'est la limite inférieure de la prospection.
- Le rythme d'activité des juvéniles pourrait être nocturne, les jeunes *Penaeus subtilis* restant enfouis plus profondément dans la vase le jour, peu accessibles au chalut.

11.1.8. Relation entre le recrutement et les facteurs environnementaux

Les analyses qui ont été tentées se sont révélées peu fructueuses. L'étude réalisée plus récemment par l'IFREMER dans le cadre d'Ecolab²⁸ et du XI^{ème} plan, a montré, moyennant une approche nouvelle et moins simplificatrice, l'influence de la décharge fluviale de l'Amazonie à moyen terme et de celle des fleuves locaux à court terme sur la production du stock. La complexité du milieu margino-littoral guyanais est responsable de ce demi-échec. Il y a donc urgence à entreprendre des études aussi complètes que possible sur cet écosystème côtier margino-littoral.

11.2. Spécificité de l'environnement des Guyanes

L'étude réalisée pendant le programme s'est intéressée au milieu compris entre les estuaires et les fonds de 15 m qui avait jusqu'alors échappé aux investigations scientifiques. Elle a permis de révéler l'extension du domaine margino-littoral très au large de la côte. Ce type de milieu est encore mal connu et les modèles observés dans d'autres situations ne sont pas transposables dans la région des Guyanes, fortement influencée par les apports terrigènes et d'eau douce d'origine amazonienne.

Sur le plan plus pratique, la morphologie côtière et subcôtière rend les investigations techniquement difficiles voire périlleuses : certains estuaires sont inaccessibles soit en raison des conditions de navigation soit par manque d'infrastructures routières quand ils se situent en dehors du rayon d'action des moyens navigants disponibles (cas des estuaires situés à l'est de la presqu'île de Cayenne). L'accès aux mangroves est techniquement difficile en raison de la nature fluide du substrat de vase qui entrave la progression.

Enfin, les 3 plus grands estuaires (Maroni, Oyapock et Approuague), présentent des risques sérieux pour les personnes en raison de leur proximité des frontières de la Guyane où sévit une émigration clandestine de grande envergure ; en l'absence de protection, aucune opération ne peut être raisonnablement envisagée sur ces sites.

11.3. Proposition de recherches futures

11.3.1. Recherche pluridisciplinaire et pluri-organisme

Le particularisme du milieu côtier guyanais rend indispensable l'acquisition de connaissances pluridisciplinaires afin d'en comprendre le fonctionnement. Ceci passe par l'approche de :

²⁸ Programme pluridisciplinaire "Ecosystème côtier guyanais -Ecolab" réalisé par l'ORSTOM, le BRGM et l'IFREMER de 1994 à 1998.

- la dynamique sédimentaire : c'est un trait majeur de ce milieu soumis à une dynamique côtière dominée par les apports terrigènes d'origine amazonienne qui s'accompagne de modifications rapides du trait de côte.
- la circulation des masses d'eau ; encore trop mal connue, elle conditionne tout l'écosystème côtier. Les Guyanes subissent l'influence prépondérante des apports d'eau du plus grand fleuve de la planète. L'Amazonie représente 20 % de la décharge d'eau continentale du monde ; il est à l'origine de la nature margino-littorale du milieu côtier des Guyanes.
- la distribution des faciès sédimentaires de la frange littorale ; elle est indispensable à l'analyse du peuplement benthique dont les espèces sont généralement dépendantes de la nature du substrat.
- la climatologie et l'hydrologie ; car la pluviométrie et le débit des fleuves sont responsables des variations saisonnières locales dans la frange littorale et jouent un rôle sur les stades jeunes des organismes marins. Dans le cas de la crevette, le régime des vents (variations saisonnières de l'intensité et de la direction) intervient directement dans le transport des larves vers la côte par les courants superficiels induits.
- la productivité de l'écosystème littoral ; elle fait intervenir de nombreuses disciplines. Le rôle de la mangrove ainsi que les mécanismes par lesquels elle contribue à la productivité de l'écosystème côtier sont à préciser ; cela comprend sa contribution à la production primaire (phyto et zooplancton).
- l'étude du peuplement ; elle permet de caractériser l'écosystème et donc d'en définir son rôle dans la production de ressources naturelles.

Tous ces objectifs figurent dans la proposition du "Grand Programme" de l'ORSTOM "structure et dynamique des milieux littoraux" dont un des deux grands chantiers a pour site la Guyane. Ce programme confédérateur doit s'appuyer sur les structures scientifiques existantes et les renforcer par le rôle de leader qu'il jouera dans deux programmes nationaux qui y seront étroitement rattachés : le PNOC²⁹ et le PNZH³⁰. En outre et conformément à la vocation de l'ORSTOM, des coopérations actives avec des partenaires scientifiques des pays voisins, permettront d'avoir une vision plus large de l'écosystème littoral des Guyanes qui devra également être comparé à des situations géographiquement proches mais typologiquement différentes, comme les rias de l'état de Para, situé à l'est de l'estuaire de l'Amazonie. Ce programme bénéficiera également de moyens humains qui ont fait défaut lors du précédent programme.

11.3.2. Recherches sur la crevette *Penaeus subtilis*

Si le programme, qui fait l'objet de cette publication, a répondu à quelques unes des nombreuses questions concernant la ressource crevettière en Guyane, certaines sont restées sans réponse ou demandent à être confirmées ou précisées.

La typologie et la localisation des nourriceries devront être précisées.

Trois grands estuaires n'ont pas été prospectés (Maroni, Oyapock et Approuague). Il faut souligner qu'ils n'ont pas fait l'objet par le passé de pêche artisanale qui, traditionnellement, s'implante sur le chemin des migrations massives de juvéniles vers la mer ; la probabilité qu'ils abritent des nourriceries est faible. Néanmoins, la démarche scientifique demande de s'en assurer.

Les marais côtiers devront, dans le cadre du PNZH, faire l'objet d'un inventaire sur tout le littoral guyanais selon leur typologie : d'influence marine, comme le marais Sarcelles, ou continentale. Selon Prost (1993b), sur la côte guyanaise, le marais Sarcelles ferait exception. Une étude du fonctionnement du marais Sarcelle devra être mise en place. Si les entrées de postlarves ont été suivies par le passé (Rossignol, 1972a), le processus de sortie n'a pas été mis en évidence ; il est alors difficile de spéculer sur la contribution de la production de cette nourricerie au renouvellement du stock exploité. Un suivi des entrées et sorties du marais par les deux émissaires côtiers et par la crique Amarante entre le prérecrutement et le départ en migration permettrait d'évaluer la productivité du marais ainsi que la mortalité dans ce type de milieu.

De nouvelles prospections devront être réalisées sur le littoral à des périodes clef situées entre le prérecrutement et le recrutement. L'échantillonnage devra tout d'abord répondre à la question du rythme d'activité des juvéniles de *Penaeus subtilis*. Des prélèvements de jour et de nuit auront lieu en alternance sur les mêmes zones. Des essais d'un échantillonneur benthique équipé de déflecteurs facilitant l'extraction d'organismes du substrat devront être effectués. Ensuite seront entreprises des campagnes d'évaluation par échantillonnage aléatoire stratifié avec une grille bathymétrique différente de celle adoptée lors de la campagne "Epaulard" et une densité plus élevée des prélèvements ; le protocole tiendra compte du rythme d'activité des jeunes crevettes. Ces campagnes permettront d'établir des cartes d'isoabondances des crevettes et des poissons par

²⁹ PNOC : Programme National d'Océanographie Côtière

³⁰ PNZH : Programme National des Zones Humides

structure de taille sur les fonds côtiers compris entre 2 et 15 m. Elles seront complétées par des opérations dans la zone intertidale à partir d'embarcations de faible tonnage. La recherche des nourriceries pourra s'appuyer également sur l'étude des captures de la pêche artisanale ; bon nombre de poissons capturés au filet maillant par les pirogues sont des prédateurs de juvéniles de pénéidés (*Sciaenidae* ou acoupas et *Ariidae* ou machoirans) ; l'analyse systématique des contenus stomacaux pourrait permettre de situer précisément les nourriceries et d'y suivre l'abondance. Enfin une étude à partir de marqueurs biologiques devra être entreprise sur les estuaires, la frange littorale et la zone de pêche ; elle s'appuiera soit sur des composés chimiques ou minéralogiques discriminants du point de vue spatial et fixés par les crevettes, soit sur l'analyse génétique, s'il est possible de mettre en évidence chez *Penaeus subtilis* aux stades jeunes et adultes des sous-populations génotypiques ; l'analyse d'échantillons provenant des captures des crevettiers commerciaux permettrait d'en situer la provenance.

Le traitement des données de mensuration des échantillons récoltés sur la rivière Cayenne permettront à court terme de préciser les résultats obtenus sur celles de l'Organabo. Des échantillonnages fréquents au haveneau sur la pointe Macouria permettront d'avoir une évaluation plus précise du paramètre. Des échantillonnages réguliers sur quelques estuaires, utilisant des filets et des durées de traîne adaptés aux deux stades de la crevette (postlarve et juvénile), seront mis en place ; ils permettront de préciser les estimations présentées dans ce document, des variations saisonnières, des durées des interphases du cycle biologique de *Penaeus subtilis* et de sa croissance. Des échantillonnages dans le marais Sarcelles permettront de comparer les croissances dans deux milieux différents ; une étude sur la mortalité devra également y être entreprise car dans ce milieu les paramètres environnementaux connaissent des variations fortes et rapides.

L'analyse tentée sur les données d'abondance dans l'estuaire de l'Organabo sur 2 années devra être reprise sur 5 ans en utilisant l'indice d'abondance régional défini plus haut (Cf. § 3.5.2). Une attention particulière sera portée au choix des variables et à l'effet d'échelle.

L'étude de la migration est soumise à la localisation des nourriceries. Des opérations de marquage pourraient être réalisées sur des juvéniles. Le marais Sarcelles est susceptible de servir de banc d'essai avant une opération de plus grande envergure ; au préalable, des expérimentations en aquarium permettront de tester la tolérance des juvéniles de *Penaeus subtilis* au marquage. Le marquage des recrues serait également utile afin de préciser le déplacement du stock adulte ; si celui de *Penaeus brasiliensis* ne fait aucun doute (d'ouest en est), celui de *Penaeus subtilis* n'est toujours pas précisé. L'étude à partir de marqueurs biologiques évoquée au sujet de la localisation des nourriceries permettrait de répondre en partie sur ce point. Une opération de marquage a déjà été réalisée en 1982-1983, mais les résultats ont été décevants (Cavalcante et Dragovich, 1985). Depuis, de nouveaux programmes de marquage ont été inscrits dans les recommandations des groupes de travail du COPACO³¹ sans donner de suite. Ce type d'opération est très lourd et peut difficilement être réalisé par un seul pays.

La productivité du système sera analysée à deux niveaux. Celui des juvéniles, produits terminaux des nourriceries ; il s'agira alors de démontrer les mécanismes de transformation de la matière d'origine continentale apportée à l'écosystème côtier, le rôle de la mangrove, par exemple, devra être précisé. Celui du stock adulte ; cela consistera à déterminer les sources d'enrichissement en matière assimilable. Le cas des rejets des crevettiers mérite à ce niveau un intérêt car il représente près de 40000 tonnes par an (Vendeville, 1984). Ces études feront appel à des expérimentations contrôlées en laboratoire ou en bassins.

Un certain nombre d'étude sur la crevette devant faire appel à des expérimentations en aquarium ou en bassin, les techniques dans ce domaine devront cependant être améliorées. Les résultats peuvent également servir à évaluer les potentialités de *Penaeus subtilis* dans le domaine de l'aquaculture.

Le programme a apporté des réponses à un certain nombre d'interrogations. Le particularisme et la complexité du milieu n'ont pas permis de répondre à la totalité des questions posées. A ce sujet les propos visionnaires de Durand (1960) peuvent être rappelés et servir de conclusion à ce document :

"Il reste beaucoup à apprendre sur le comportement des *P. aztecus*³² de Guyane et, en l'état actuel des possibilités, cette étude sera nécessairement longue".

³¹ Commission des pêches pour l'Atlantique centre-ouest (sous l'égide de la FAO)

³² *P. aztecus* : dénomination de *Penaeus subtilis* avant la révision de la taxonomie des crevettes.

Remerciements

Ce document n'aurait pas vu le jour sous sa forme actuelle sans la contribution efficace des collègues chercheurs de l'Antenne ORSTOM de Nantes³³, en particulier celle de Pierre Le Loeuff dans le domaine de l'édition scientifique et celle de Jocelyne Ferraris sur les exposés des traitements statistiques.

Nantes, mars 1997.

³³ l'antenne ORSTOM de Nantes est rattachée au Centre ORSTOM de Brest.

Bibliographie

- Abbes R., Y. Aldebert, D. Dorel, C. Leroy, R. Lemen, J. Prado et C. Saint-Félix, 1972. Reconnaissance des fonds de pêche de la Guyane Française. Campagne de la "Thalassa" dans la région Antilles-Guyane, 15 juin - 1er septembre 1971. *Sciences et Pêche, Bull. Inst. Pêches marit.*, (210), 22 p.
- Aizawa M., T. Arai, E. Fujii, T. Inada, K. Matsuura, T. Mijake, K. Sasaki, Y. Sato, T. Shimizu et T. Uyeno, 1983. Fishes trawled off Suriname and French Guiana. *Japan Marine Fishery Resource Research Center Edit.*, 519 p.
- Allen D.M., J.H. Hudson et T.J. Costellot, 1980. Postlarval shrimp (*Penaeus*) in Florida keys : species, size and seasonal abundance. *Bull. Mar. Sci.*, 30, (1), p. 21-33.
- Aldrich D.V., C.E. Wood et K.N. Baxter, 1968. An ecological interpretation of low temperature response in *Penaeus aztecus* and *P. setiferus* postlarvae. *Bulletin of Marine Science*, n° 18, p 61-71.
- Amouroux I. et S Le Chartier, 1993. Etude sur la localisation des postlarves de *P. subtilis* et hypothèse d'une nurserie estuarienne sur la côte guyanaise. Rap. Stage ISTOM-ORSTOM Cayenne : 32 p.
- Aziz K.A. et J.G. Greenwood, 1982. Response of juvenile *Metapenaeus bennettiae* Racek & Dall 1965 (Decapoda, Penaeidae) to sediments of differing particle size. *Crustaceana*, Vol. 43, p 121-126.
- Barett B.B. et M.C. Gillespie, 1973. Primary factors wich influence commercial shrimp production in coastal Louisiana. *Louisiana Wild. Fish. Comm. Tech. Bull.*, N° 9, p 1-28.
- Barrett B.B. et M.C. Gillespie, 1975. Environmental conditions relative to shrimp production in coastal Louisiana. *Technical Bull. Louisiana Wildlife and Fisheries Commission NMFS, NOAA Washington*, 15, 1-22.
- Baxter K.N., 1962. Abundance of postlarval shrimp - one index of future shrimp success. *Proc. Gulf. Carib. Fish. Inst.*, 15th Ann. Sess., Nov. 1962, p 79-87.
- Baxter K. N. et W.C. Renfro, 1967. Seasonal occurence and size distribution of brown and white shrimp near Galveston, Texas, with notes on species identification. *U.S Fish Wildl. Serv.*, 66, 149-158.
- Berthois L. et J. Hoorelbeck, 1968. Etude dynamique de la sédimentation dans trois cours d'eau de la Guyane Française - La rivière Mahury, La rivière Cayenne et le fleuve Maroni. *Mem. ORSTOM*, 26, 128 p.
- Baumard L., 1996. Dossier Guyane - Entre ciel et mer. *Hebdom. Le Marin*, n°2541, p 17-29.
- Béné C, 1995. La pêcherie crevetteière guyanaise : un oscillateur dynamique forcé. *Recherches Marines* n°10, p.4-6.
- Béné C., 1996. Effects of market constraints, the remuneration system, and resource dynamics on the spatial distribution of fishing effort. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 53, p 563-571.
- Béné C. et P. Moguedet, 1993. Sustainable fishery development, a theoretical contribution through the french Guyana lorgnette. *Technical consultation on sustainable fisheries development in the WECAFC area*, FAO, Caracas, 15-24 OCTOBER 1993.
- Béné C. et P. Moguedet, 1993. Sustainable fishery development, a theorical contribution through the French Guyana lorgnette. *Technical consultation on sustainable fisheries development in the WECAFC area*, FAO, caracas, 15-24 October 1993.
- Béné C. et P. Moguedet, 1995. Global versus local changes : a digression from the case of penaeid stocks - Application to the french Guyana shrimp stock. *Doc. prélim.*, 43 p.
- Béné C. et P. Moguedet et F.Gueguen, 1994. Evaluation du volume et cartographie des captures accessoires de la pêcherie de crevettes pénéidés en Guyane Française. *Contrat d'étude CEE-DG XIV 92-3504, IFREMER rapport final*.
- Benfield M.C., Bosschie J.R. et A.T. Forbes, 1990. Growth and emigration of *P. indicus* H. Milne-Edwards (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) in the St. Lucia Estuary, Southern Africa. *Fish. Bull.*, (88), p 21-28.
- Ben-Ouada H., 1983. Etude économique comparative des embarcations pratiquant la pêche à la "follette" dans les eaux de la Guyane Française. *Mémoire D.A.A. ENSAR*, 63 p.
- Berthois L. et J. Hoorelbeck, 1968. Etude dynamique de la sédimentation dans trois cours d'eau de la Guyane Française - La rivière Mahury, La rivière Cayenne et le fleuve Maroni. *Mem. ORSTOM*, 26, 128 p..
- Bertrand A., 1994. Contribution à l'étude du cycle vital de la crevette pénéide *Penaeus subtilis* en Guyane Française. *Rapport DAA, ENSAR-ORSTOM Cayenne*, Rennes, 56 p.
- Blancaneaux P., 1981. Essai sur le milieu naturel de la Guyane Française. *Travaux et Documents ORSTOM*, n° 137.
- Boerema L.H., 1980. Expected effects of possible regulatory measures in the shrimp fishery with special reference to fisheries of the Guianas and Northern Brazil. *In WECAFC*, Vol 28 p. 144-155.

- Bonnet M., M. Lemoine et J. Rosé, 1975a. Une ouverture nouvelle pour les cultures marines. L'ostréiculture en Guyane. *Science et Pêche, Bull. Inst. Pêches Marit.*, (249), 12 p.
- Bonnet M., M. Lemoine et J. Rosé, 1975b. Possibilités de développement de la pêche côtière en Guyane. Première prospection (17 février au 1er mars 1975). *Science et Pêche, Bull. Inst. Pêches Marit.*, (245), 12 p.
- Bossier H., 1980. L'élevage de crevettes pénéides. *Thèse Doct. Univ. Paul Sabatier, Toulouse*, 107 p.
- Boujard T. et R. Rojas Beltran, 1988. Zonation longitudinale du peuplement ichtyque du fleuve Sinnamary (Guyane Française). *Rev. Hydrobiol. trop.*, 21 (1), p. 47-61.
- Bouysse P., H.R. Kudrass et F. Lelann, 1977. Reconnaissance sédimentologique du plateau continental de la Guyane Française (mission Guyanmer 1975). *Bull. BRGM*, (2), IV, 2, p 141-179.
- Brandford J.R., 1981. Sediments and the distribution of penaeid shrimp in the Sudanese Red Sea. *Estuarine coastal Shelf Sci.*, Vol.13, p 349-354.
- Brisson S. et P. Lucet, 1975. Estudo da população de peneidos na area de Cabo Frio, estado de Rio de Janeiro, Brasil : 1 Estudo da influencia do ciclo diurno noturno sobre entrada de postlarvas de peneidos no canal de Cabo Frio. *Publ. de Inst. Pesq. Marin., Rio de Janeiro, Brasil*, 88, 5 p. & fig.
- Browder J. A., 1985. Relationship between pink shrimp production on the Tortugas Grounds and water flow patterns in the Florida Everglades. *Bull. Mar. Sci.*, 37(3), p. 839-856.
- Brugière J.M., 1963. Présence de la crevette Sea-bob (*Xiphopenaeus kroyeri*) dans la rivière Cayenne ; son absence dans le Mahury. Première note : étude en période de vives eaux et débits de moyennes crues des fleuves. *Doc. ORSTOM, Cayenne* : 7 p.
- Bullis H.R. et J.R. Thompson, 1959. Shrimp exploration by the M/V OREGON along the northeast coast of South America. *Commerc. Fish. Rev.*, 21, (11), 9 p.
- Cadee G.C., 1975. Primary production off the Guyana Coast. *Neth. J. Sea. Res.*, 9, p 128-143.
- Cahu C., 1979. Croissance et physiologie des stades larvaires, postlarvaires et juvéniles de *Penaeus japonicus* (Crustacé, Décapode). *Thèse Doct. Univ. Pierre et Marie Curie, Paris VI*, 125 p.
- Castaing P et M Pujos, 1976. Interprétation de mesures hydrologiques effectuées sur le plateau continental de la Guyane Française. *Bull. Inst. Géol. Bassin d'Aqu.* 20, p 99-106.
- Cavalcante P.P.L. et A. Dragovich, 1985. The international shrimp tagging programme off the northeastern coasts of South America and its currents status. *WECAFC, FAO Fish. Rep.*, 327, p 126-136
- Chakborti R.K., P. Ravichandran, D.D. Halder, S.K. Mandal et D. Sanfui, 1985. Some physico-chemical characteristics of kakdwip brackishwater ponds and their influence on the survival growth and production of *Penaeus monodon* (Fabricius). *Ind. J. Fish.*, (32), p 224-235.
- Chapman C.R., 1966. The Texas basins project. *Spec. Publ. Am. Fish. Soc.*, 3, p. 83-92.
- Charlier P., 1989. Fisheries in Suriname. Current status and potential for development. *Rap. Sujet E.D.F 6605, 36.59.003. Paramaribo*, 162 p.
- Chong V.C., A. Sasekumar, M.U.C. Leh et R. D'CRUZ, 1990. The fish and prawn communities of a Malaysian coastal mangrove system, with comparison to adjacent mud flats and inshore waters. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, (31), p. 703-722.
- Colin C. et B. Bourles, 1993. Western boundary currents and transports off French Guiana as inferred from *Pegasus* observations. *Oceanologica Acta*, 17 (2), p 143-157.
- Cook H.L., 1966. A generic key to the protozoan, mysis and postlarval stages of the littoral Penaeidae of the Northeastern Gulf of Mexico. *Fish. Bull. U.S. Dept. Int.*, 65 (2), p. 437-447.
- Copeland B.J. et M.V. Truitt, 1965. Fauna of the Aransas Pass inlet, Texas. II. penaeid shrimp postlarvae. *Tex. J. Sci.*, Vol. 18, p 65-74.
- Costello Y.J. et D.M. Allen, 1960. Notes on the migration and growth of pink shrimp *Penaeus duorarum*. *Proc. Gulf. Carib. Fish. Instit.*, (12), p 5-9.
- Coutuner C., 1986. Hydrologie fluviale en Guyane française. 2ème partie : régime des fleuves et recrutement de la crevette *Penaeus subtilis* en Guyane française. *Rap. de stage, ENSEIHT Toulouse, Centre ORSTOM Cayenne*. 25 p. et annexes.
- Criales M.M. et T.N. Lee, 1995. Larval distribution and transport of penaeid shrimps during the presence of the Tortugas Gyre in may to june 1991. *Fish. Bull.*, (93), n°3, p. 471-482.
- Cummins R.C.Jr et A.C. Jones, 1973. Distribution of commercial shrimp off the northeastern coast of South America. *Mar. Fish. Rev.*, 35, (3-4), p. 31-35.
- Cury P. et C. Roy, 1989. Optimal environmental window and pelagic fish recruitment success in upwelling areas. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 46 (4), p. 670-680.

- Dall W., B.J. Hill, P.C. Rothlisberg et D.J. Staples, 1990. The biology of penaeidae. *Advances in marine biology*, vol. 27, 489 p.
- Da Silva J. A., 1986. River runoff and shrimp abundance in a tropical coastal ecosystem : The example of the Sofala Bank (central Mozambique). *In* The Role of Fresh Water Outflow in Coastal Marine Ecosystems(Workshop, Norway). *Nato Adv. Stud. Inst. Serv. Ser. G. Ecol. Sci.*, 7, p. 329-344.
- De Bondy E., 1968. Observations sur la biologie de *P. duorarum* au Sénégal. *Doc. Sci. Prov. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye*, (16), 50 p.
- De Freitas A.J., 1986. Selection of nursery areas by six southeast African Penaeidae. *Estuarine Coastal Shelf Sci.*, n°23, p 901-908.
- Dessier A., 1990. L'impact des effluents fluviaux sur les écosystèmes marins - L'amazone et l'Atlantique tropical nord-ouest. Comilation bibliographique. *Rap. Centre ORSTOM Brest*, 43 p.
- Detante B., 1987. Suriname. Marine shrimp culture in Suriname. A report prepared for the project for the development of marine shrimp culture in tidal ponds. *FAO Tech. Coop. Programme Rome Italy*, FAO FI/TCP /SUR/6651, 81 p.
- Devi S.L., 1986. Growth and population dynamics of the Indian white prawn *Penaeus indicus* H.M. Edwards from Kakinada. *Proc. Indian Sci. (Anim. Sci.)*, (95), p. 629-639.
- D'Incao F., 1984. Study on the growth of *Penaeus (Farfantepenaeus) paulensis* Pérez-Farfante, 1967, from Patos Lagoons, RS, Brazil (Decapoda Penaeidae). *Atlantica*, (7), p 73-84.
- Dintheer C., 1986a. Conséquences de la création de la ZEE sur les résultats d'exploitation et le recrutement de la pêche crevette de la Guyane Française. *Doc. Scient. Pôle de Recherche Océanologique et Halieutique Caraïbe*. Vol. 10, p 24-57.
- Dintheer C., 1986b. Le développement économique guyanais et ses ambiguïtés : la controverse pêche-riziculture. *Rap. IFREMER, Dept Ressources halieutiques, Cayenne*, *in* "l'environnement aux Antilles-Guyane", Ministère de l'intérieur, 25-28/02/86, 17 p.
- Dintheer C et S. Duvivier, 1985a. Aménagement intégré de la pêche crevette en Guyane Française. Utilisation du système Argos. 3ème partie : Expérience à la mer et premières conclusions. *IFREMER, DRV, Dept ressources halieutiques*, 13 p.
- Dintheer C et S. Duvivier, 1985b. Aménagement intégré de la pêche crevette en Guyane Française. Adaptation du système Argos à la collecte des données de pêche. *IFREMER, Rap. intermédiaire de décision d'aide S.E.Mer*, n° 85-01-10, 12 p.
- Dintheer C et S. Duvivier, 1986. Aménagement intégré de la pêche crevette en Guyane Française. Adaptation et utilisation du système Argos pour la collecte des données de pêche. *IFREMER, DRV, Dpt ressources halieutiques. Rap. final décision S.E.Mer* n°85-01-10, 52 p.
- Dintheer C. et J.Y. Le Gall, 1988. Analyse et modélisation des composantes biologiques de la pêche crevette de Guyane Française. *Rap. int. IFREMER/DRV*, 88.026-RH/Cayenne, 50 p.
- Dintheer C et J. Rosé, 1986. Gestion de stock, droit de la mer et environnement : l'exemple de la pêche crevette de la Guyane Française. *SEPANGUY/SEPANRIT, Le littoral Guyanais, fragilité de l'environnement*, p 205-216.
- Dintheer C et J. Rosé, 1988. Bilan 1986 et 1987 des activités crevettières en Guyane Française. *Rap. IFREMER Cayenne*, 20 p.
- Dintheer C et J. Rosé, 1989a. Report on 1986 and 1987 shrimp activities in French Guiana. *In* *Report of the 2nd workshop on the biological and economical modelling of the shrimp resources of the Guyana-Brazil shelf, WECAFC-COPACO, 1989, op. cit.*, p 39-52.
- Dintheer C et J. Rosé, 1989b. Distribution spatio temporelle de *Penaeus subtilis* au large de la Guyane Française. Bien fondé de l'interdiction de pêche dans les 30 mètres et propositions d'aménagement. *Rap. conv. IFREMER/Aménagements crevettiens guyanais 1986-1987, conv. IFREMER/Région Guyane* n°1/87. *IFREMER Cayenne*, 88 p.
- Dintheer C, Y. Cadiou et C. Leroy, 1987a. Aménagement intégré de la pêche crevette de la Guyane Française. Adaptation du système Argos à la collecte des données de pêche. *Rap. final de la convention DRV 87/012 RH, IFREMER Cayenne*, 52 p.
- Dintheer C, Y. Cadiou et J. Rosé, 1987b. Gestion et aménagement de la pêche crevette en Guyane Française intégrant l'utilisation élargie du système Argos. *IFREMER, Rap. final contrat IFREMER/CEE XIV B.1 86/1210 436/F*, 20 p.
- Dintheer C, Y. Cadiou et J. Rosé, 1989. Gestion et aménagement de la pêche crevette en Guyane française intégrant l'utilisation élargie du système Argos. *IFREMER, Rap. final contrat C.E.E.*, 4 p.
- Dintheer C., R. Abbes, J.M. Fritsch et P. Charlier, 1985. Pêche et riziculture au Surinam. Impact de la riziculture sur les ressources halieutiques. *Rapport de mission, contrat SEDETOM/IFREMER*, n°84/3313/F, miméo, 50 p.

- Dintheer C., J. Rosé, J.B. Perodou et E. Prevost, 1988. Informations et recommandations scientifiques pour l'élaboration des règlements communautaires 1989 régissant les pêches hauturières dans la ZEE de la Guyane Française. *Rap. IFREMER Cayenne*, 20 p.
- Dintheer C., B. Gilly, J.Y. Le Gall, M. Lemoine et J. Rosé, 1989. La recherche et la gestion de la pêche de crevettes péneïdes en Guyane Française de 1958 à 1988 : trente années de surf. *Equinoxe*, n°28, p 21- 33.
- Doré I. et C. Frimodt, 1987. An illustrated guide to shrimp of the world. Ed. Osprey books, Huntington, New-York : 229 p.
- Dragovich A., 1981. Guyanas-Brazil shrimp fishery related U.S. research activity. *Mar. Fish. Rev.*, 43, (2), p 9 - 19.
- Dragovich A. et E.M. Coleman, 1983. Participation of U.S. trawlers in the offshore shrimp fisheries of French-Guiana, Surinam and Guyana, 1978-79. *Mar. Fish. Rev.*, 45, (4-6), p 1-9.
- Dragovich A., A.C. Jones et G.C. Boucher, 1978. United States shrimp surveys off Guianas and Northern Brazil (1972-76). *NMFS, NOAA, Miami, Florida, (miméo)*.
- Dragovich A. et L. Villegas, 1982. Small-scale fisheries of northeastern Brazil (Para), French Guyana, Suriname and Guyana. Rapports des pays et communications présentés à la troisième session du groupe de travail sur l'évaluation des stocks de poissons marins. *FAO., Rap. Pêches*, (278) suppl. , p 192-213.
- Dragovich A. et L. Villégas, 1983. Small scale (artisanal) fisheries of northeastern Brazil (Para), French Guyana, Suriname and Guyana. *In WECAFC-COPACO 1983b, op. cit.*, p 192-213.
- Durand J., 1955a. Possibilités de pêche des crevettes en Guyane Française - Campagne de l'"ORSOM II", *Rap. IFAT, (miméo)*, 6 p.
- Durand J., 1955b. Etat actuel de la pêche en Guyane. *Rap. IFAT, (miméo)*, 6 p.
- Durand J., 1960. Notes sur le plateau continental Guyanais. Les éléments principaux de la faune et leurs relations avec le fond. *Cahier ORSTOM*, n°3, 93 p et annexes.
- Duronslet M.L., J.M. Lyon et F.Manullo, 1972. Vertical distribution of postlarval brown, *Penaeus aztecus*, and white shrimp, *P. setiferus*, during immigration through a tidal pass. *Trans. Am. Fish. Soc.*, Vol 101, p 748-751.
- Duvivier S., C. Dintheer et C. Leroy, 1985. Shrimps stock assessment in french Guiana : the Argos system utilisation. *11th Argos users conference, New-Orleans, Louisiana, USA, 23-25 sept. 1985*, 8 p.
- Edmond J.M., E.A. Boyle, B. Grant et R.F. Stallard, 1981. The chemical mass balance in the Amazon plume. I- The nutrients. *Deep. Sea Res.*, 12 (3 / 4), p 255-272.
- Edwards R.R.C., 1977. Field experiments on growth and mortality of *Penaeus vannamei* in a Mexican coastal lagoon complex. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, (1), p. 107-121.
- Edwards R.R.C., 1978. The fishery and fisheries biology of penaeid shrimp on the Pacific coast of Mexico. *Oceanogr. mar. Biol. Ann. Rev. (Harold Barnes Ed.)*, p 145-180.
- Ehrhardt N.M., 1987. Draft report of the workshop on the biological and economic modelling of the shrimp resources on the Guyana Brazil shelf. Miami, USA. 26-28 june 86. *WECAFC/87/Inf. 5*, 47 p.
- Eldred B., R.M. Ingle, K.D. Woodburn, R.F. Hutton et A. Jones, 1961. Biological observations on the commercial shrimp *P. duorarum* Burkenroad in Florida waters. *Fla. State Bd. Conser. Prof. Pap. Ser 3*, 139 p.
- Eldred B., 1965. Seasonal distribution of penaeid larvae of the Tampa Bay area, Florida. *Tech. Ser. Flo. State Boat Conserv. Mar. Res. Lab.*, (3), 193 p.
- Engel N.S., 1983. The shrimps fishery of Suriname. *In WECAFC, FAO Fish. Rep.*, (278) Supl., p. 48-55.
- Estève R., 1981. Bilan et perspectives de la pêche en Guyane. *Rap. Chambre de commerce et de l'industrie de la Guyane Française, E.C.T.I.*, 37 p.
- FAO, 1972. FAO catalogue of fishing gears designs. *FAO Fish. News, London*, 155 p.
- FAO, 1978. Species identification sheets for fishery purposes Western Central Atlantic Fishing Area 31. *Fisher. Edit.*, Rome, Vol. 1 à 6.
- FAO, 1982. Assessment of the shrimp stocks of the West Coast of the Gulf between Iran and the Arabian Peninsula. *Fish. Develop. in the Gulf, Bahrain, Iran, Iraq, Kuwait, Oman, Qatar, Saudi Arabia, United arab emirates*, FI:DP/RAB/80/015, 163 p.
- Forbes A. T. et M. C. Benfield, 1986. Tidal behaviour of post-larval penaeid prawns (Crustacea : Decapoda : Penaeidae) in a southeast African estuary. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, Vol. 102, p 23-34.
- Ford T.B. et L.S. Saint Amant, 1971. Management guidelines for predicting brown shrimp, *Penaeus aztecus*, production in Louisiana. *Gulf Carib. Fish. Inst.*, (23), p. 149-161.
- Fourmanoir P., 1967. Statistique de pêche au chalut à crevettes au large de l'Amazonie. juin-septembre 1966. *ORSTOM Cayenne*, 11 p.

- Frontier S. et D. Pichod-Viale, 1991. Ecosystèmes. Structure - Fonctionnement - Evolution. *Masson Ed., Paris, Coll. d'Ecologie*, (21), 392 p.
- Furnell D.J., 1983. Prises secondaires dans le chalutage des crevettes dans les eaux guyanaïses. *In La pêche secondaire ... un cadeau des mers*, FAO, Rome, CRDI, Ottawa, 43-50.
- Gaidry W.J. et C.J. White, 1973. Investigations of commercially important penaeid shrimp in Louisiana estuaries. *La. Wildl. Fish. Comm. Tech. Bull.*, (8), 154 p.
- Galois R., 1974. Biologie de la phase lagunaire de *Penaeus duorarum* en Côte d'Ivoire - Biométrie et croissance. *Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan*, vol V, n°1-2, p 53-71.
- Galois R., 1976. Biologie de la phase lagunaire de *Penaeus duorarum* en Côte d'Ivoire - Ecologie et dynamique. *Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan*, vol VIII, n°1, p 1-44.
- Gammelsrod T., 1992. Variation in shrimp abundance on the Sofala Bank, Mozambique and its relation to the Zambezi River runoff. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 35, p. 91-103.
- Garcia S., 1972. Etude du projet de création d'une station maricole expérimentale dans le marais de Mana pour évaluer les possibilités d'élevage semi-extensif des crevettes péneïdes (présenté par M. Rossignol). *Rap. Mission ORSTOM, Cayenne*, 12 p.
- Garcia S., 1977. Biologie et dynamique des crevettes roses (*Penaeus duorarum notialis*, Pérez-Farfante, 1967) en Côte d'Ivoire. *Trav. Doc. ORSTOM, Paris*, (79), 271 p.
- Garcia S., 1983. The stock-recruitment relationship in shrimps : reality or artefacts and misinterpretations ? *Oceanogr. Trop.* Vol. 18 (1), p 25-48.
- Garcia S. et L. Le Reste, 1981. Cycles vitaux, dynamique, exploitation et aménagement des stocks de crevettes péneïdes côtières. *FAO, Doc. Tech. Pêches*, (203), 210 p.
- Garcia S., E. Lebrun et M. Lemoine, 1984a. Le recrutement de la crevette *Penaeus subtilis* en Guyane Française. *Rapp. Tech. ISTPM*, n°9, 43 p.
- Garcia S., E. Lebrun et M. Lemoine, 1984b. Seasonal and long term variability of recruitment in french guiana shrimp fishery on *Penaeus subtilis*. *FAO Rapp. pêche* (327 suppl.) : 242-250.
- Garcia S., 1989. The management of coastal penaeid shrimp fisheries. *In, Marine invertebrate fisheries : their assessment and management*, J.F. Caddy (Ed.), Edit. J. Willey and s., p. 281-306.
- George M.J., 1962. Preliminary observations of the recruitment of postlarvae and growth of juveniles of the brown shrimp, *Penaeus aztecus*, in Barataria Bay, Louisiana. *La Wildl. Fish. Comm.*, 9th Bien. Rep., p 160-163.
- Gilly B. et Y. Cochet, 1988a. Analyse économique de la pêcherie crevettière de Guyane Française. *Rap. Int. IFREMER, DRV-88.023-SDA/Paris*, 47 p.
- Gilly B. et Y. Cochet, 1988b. Analyse bioéconomique de l'exploitation des crevettes en Guyane Française. *Rap. Int. IFREMER, SDA-87-16*, 40 p.
- Gimenez E., J. Paez et B. Guitart, 1980. Relaciones morfométricas de algunos peneidos de la plataforma Guyanesa. *WECAF Reports. Proc. of the Working Group on Shrimp Fish. Of the Northeastern South America*, 23-27 April 1979, Panama, 28, 215-232.
- Gordon R.M., 1983. Développements régionaux et nationaux : La Guyane. *In La pêche secondaire ... un cadeau des mers*, FAO, Rome, CRDI, Ottawa, 129-132.
- de Granville J.J., G. Cremers, M. Hoff, J. Lescure et O. Tostain, 1993. Les zones humides de Guyane. Séminaire RAMSAR sur les zones humides. Cayenne, 26 avril - 1^{er} mai 1993. *Ed. spéciale SEPANGUY*, 16 p.
- Griffin W.L., R.D. Lacewell et J.P. Nichols, 1976. Optimum effort and rent distribution in the gulf of Mexico shrimp fishery. *Am. J. Agric. Econ.*, 1976, p. 645-652.
- Griessinger J.M., D. Lacroix et P. Gondouin, 1991. L'élevage de la crevette tropicale d'eau douce. *Rapport IFREMER*, 388 p.
- Gueguen F., 1991a. Les crevettes profondes du talus continental de la Guyane française. 1 - Résultats des deux campagnes de prospection réalisées en 1990 (août et novembre) *Doc. IFREMER Cayenne, Conseil Régional*, 66 p.
- Gueguen F., 1991b. Les crevettes profondes du talus continental de la Guyane française. 2. Etude biométrique de quatre crevettes profondes de la Guyane française. *Doc. IFREMER Cayenne, Conseil Régional*, 91 p.
- Guitart B. et I. Fraga, 1980. Observaciones biológicas sobre el *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller) en la plataforma de Guyana. *WECAF Reports*, 28, 187-196.
- Gulland J.A., 1969. Manuel des méthodes d'évaluation des stocks d'animaux aquatiques. 1^{ère} partie. Analyse des populations. *FAO man. Sci. Halieut.*, (4), 160 p.

- Gunter G. et J.C. Edwards, 1969. The relation of rainfall and water drainage to the production of the Penaeid shrimp *Penaeus fluviatilis* and *Penaeus aztecus* in Texas and Louisiana waters. *FAO Fish. Rep.*, 57(3), p. 875-892.
- Gurney R., 1942. Larvae of Decapod Crustacea. *The Ray Society*, (126), 306 p.
- Hatanaka H., I. Ikeda, S. Kawahara, H. Kono, T. Nagai, T. Sasaki, T. Sato et T. Uyeno, 1976. Colored illustrations of bottomfishes collected by Japanese trawlers. Volume II. *Far Seas Fisheries Research Laboratory Ed.*, Tokyo, Japan, 187 p.
- Haywood M.D.E et D.J. Stapples, 1993. Field estimates of growth and mortality of juvenile banana prawn (*Penaeus merguensis*). *Mar. Biol.*, 116 (3), p. 407-416.
- Higman J.B., 1959. Suriname fishery explorations, may 11-july 31, 1957. *Comm. Fish. Rev.*, 21 (9), p. 8-15.
- Hildebrand H.H. et G. Gunter, 1953. Correlation of rainfall with Texas catch of white shrimp *Penaeus setiferus*. *Trans Amer. Fish. Soc.*, 82, p.151-155.
- Hoese H.D., 1960. Juvenile penaeid shrimp on the shallow Gulf of Mexico. *Ecology*, Vol. 41, p 592-593.
- Holthuis L.B., 1952. A general revision of the Palaemonidae (Crustacea Decapoda Natantia) of the America. Allan Hancock Foundation Pub., n°2 : 396 p.
- Holthuis L.B., 1959. The crustacea Decapoda of Suriname (Dutch Guiana). Description des crevettes capturées par le chalutier surinamien "Coquette" : *Penaeus schmitti* Burkenroad, 1936 ; *Penaeus aztecus* Ives, 1891 ; *Penaeus brasiliensis* Latreille, 1817 ; *Penaeus duorarum* Burkenroad, 1939, etc...) *Zoologis. Verhand.*, (44), 296 p.
- Holthuis L.B., 1980. FAO species catalogue. Vol.I : shrimps and prawns of the world. An annotated catalogue of species of interest to fisheries. *FAO Fish. Synopsis*, 125, vol.1, 271p.
- Hughes D.A. 1966. Investigations of the "nursery areas" and habitat preferences of juvenile penaeid prawns in Mozambique. *J. Appl. Ecol.*, Vol. 3, p 349-354.
- Hughes D.A. 1969 a. Responses to salinity changes as atidal transport mechanism of pink shrimp, *Penaeus duorarum*. *Biol. Bull.*, Vol. 136, p 43-53.
- Hughes D.A. 1969 b. Evidence for the endogenous control of swimming in pink shrimp, *Penaeus duorarum* Burkenroad *Biol. Bull.*, Vol. 136, p 398-404.
- Hughes D.A. 1969 c. On the mechanism underlying tide-associated movements of *Penaeus duorarum* Burkenroad, *FAO Fish Rep.*, Vol. 57, 3, p 867-874.
- Hughes D.A. 1972. On the endogenous control of tide-associated displacements of pink shrimp, *Penaeus duorarum* Burkenroad. *Biol. Bull.*, Vol. 142, p 271-280.
- IFREMER, 1987. Les poissons et crustacés de la Guyane française à caractère commercial. *Doc. IFREMER Cayenne*, 40 p.
- Inada T., M Hasegawa, K. Funato, K. Mito, T Murata et M. Dodo, 1983a. Preliminary report of the resources survey on the deep sea shrimps in the waters off Surinam and French Guiana. *JAMARC report*, Tokyo, 12 p.
- Inada T., K. Funato et M. Hasegawa, 1983b. Report of the resource survey on the deep sea shrimps and bottom fishes in the waters off Surinam and French Guiana, 1980-1981. *JAMARC report*, 21/1980, 55 p.
- Inada T., K. Funato et T Murata, 1983c. Report of the resource survey on the deep sea shrimps and bottom fishes in the waters off Surinam and French Guiana, 1981-1982. *JAMARC report*, 19/1981, 65 p.
- Iversen E. S. et C.P. Dyll, 1960. Aspects of the biology of the Tortugas Pink shrimp *P. duorarum*. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 89 (1), p 1-8.
- Jacob J.S., 1971. Observations on the distribution, growth and biomass of juvenile and subadult *Penaeus aztecus* in southern Louisiana. *M. S. Thesis, Louisiana State University*, Baton Rouge, 68 p.
- JAMARC, 1984. Report of the resources survey on the deep sea shrimps and bottom fishes in the waters off Suriname and French Guiana 1982-1983. *JAMARC Rep. 1982*, (17), 64 p.
- JAMARC, 1987. Summary report of the resources survey on the deep sea shrimps and bottom fishes in the waters off Suriname and French Guiana 1979-1983. *JAMARC Rep. 1982*, (19).
- Jones A.C., D.E. Dimitriou, J.J. Ewald et J.H. Tweedy, 1970. Distribution of early development stages of pink shrimp, *Penaeus duorarum*, in Florida waters. *Bull. Mar. Sci.*, Vol. 20, p 634-661.
- Jones A.C. et A. Dragovich, 1973. Investigations and management of the Guianas shrimp fishery under the U.S.-Brazil agreement. *Proc. Gulf. Caribb. Fish. Inst.*, (25), p 26-33.
- Jones A.C. et A. Dragovich, 1974. The U.S. shrimp fishery off the Guianas and Northern Brazil (1972-1974), with some considerations on the fishery. *N.M.F.S.*, 13 p.
- Jones A.C. et A. Dragovich, 1974. A preliminary report on catches by U.S. vessels in the Guianas shrimp fishery (july 1972 - Dec. 1973). *Southeast Fisheries Center, N.M.F.S., Miami, Florida*, 25 p.

- Jones A.C. et A. Dragovich, 1977. The United States shrimp fishery of Northeastern South America (1972-74). *Fish. Bull.*, 75, (4), p 703-716.
- Jones A.C et L. Villégas, (eds), 1980 a. Proceeding of the Working Group on Shrimp Fisheries of the Northeastern South America, Panama City, 23-27 april 1979. *WECAF Rep.*, (27) : 89 p.
- Jones A.C et L. Villégas, (eds), 1980 b. Proceeding of the Working Group on Shrimp Fisheries of the Northeastern South America, Panama City, 23-27 april 1979. *WECAF Rep.*, (28) : 232 p.
- Kapp I., 1992. La Guyane Française : riche potentiel crevettier. *Rap. mém. fin d'étude, I.S.T.O.M.-ORSTOM Cayenne*, 57 p.
- Kawahara S., 1983a. Distribution, stock sizes and length frequencies of the shrimps of continental shelf of Suriname and French Guiana. *FAO Fish. Rep., Rapport des pays et Communications. 3ème session du GT sur l'évaluation des stocks, Kingston, Jamaica, 17-21 mai 1982*, 278, p. 83-110.
- Kawahara S., 1983b. Japanese shrimp fishery off Guianas and Northern Brasil. *FAO Fish. Rep., FIP/R278, Supl. Groupe de Travail COPACO 278*, p. 33-44.
- Kawahara S., 1985. Distribution and migration of the pinkspotted shrimp *Penaeus brasiliensis* off the northeastern coast of South America. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. /NISSUISHI* 51 (3) : p. 413-418.
- Kawahara S., 1986a. Bimonthly length compositions of shrimp landed by Japanese boats in Brazil, French Guiana, Surinam and Guyana, 1986. *JAMARC Rep. Annexe 7*, p. 1-9.
- Kawahara S., 1986b. Japanese national report for the shrimp fishery off Guianas and Northern Brasil. *Far Seas Fisheries Research Laboratory, Japan*, p. 1-7.
- Kawahara S., 1986c. Distribution and migration of pink-spotted shrimp (*Penaeus brasiliensis*) and brown shrimp (*P. subtilis*) off Surinam and French Guiana - Submitted to Workshop on the status of exploitation of shrimp stocks on the Guianas-Brazil shelf. *Non publié, in WECAFC-COPACO, 1989, op. cit.*, 19 13 p.
- Kawahara S., 1989. Bimonthly length compositions of shrimp landed by japanese boats in Brazil, French Guiana, Surinam and Guyana, 1986. *In WECAF-COPACO 1989, op. cit.* : p 70-81.
- Kawahara S., K. Funato, T. Inada et K. Mito, 1983. Distributions, stock sizes and length frequencies of the shrimps on the continental shelf of Surinam and French Guyana. *In WECAFC-COPACO 1983b, op. cit.*, p 83-119.
- Keiser R.K. et D.V. Aldrich, 1973. A gradient apparatus for the study of salinity preference of small benthic and free swimming organisms. *Contr. mar. Sci.*, Vol. 17, p 153-162.
- Keiser R.K. et D.V. Aldrich, 1976. Salinity preference of postlarve of brown and white shrimp (*Penaeus aztecus* and *P. setiferus*) in gradient tanks. *Dept of Wildl. Fish. Sci. Pub.*, Texas Agricultural Experimental station, TAMU-SG-75-208, 260 p.
- Khandker N.A., 1967. Quelques aspects de la biologie de la crevette *Penaeus schmitti* Burkenroad, dans le lac Unare, Venezuela. *FAO Fish. Rep.*, 57, Vol.2, p 505-512.
- Knight-Jones E.W. et E. MORGAN, 1966. Responses of marine animals to changes in hydrostatic pressure. *Oceanogr. Mar. Annu. Rev.*, Vol. 4, p. 267-299.
- Knudsen E.E., W.H. Herke et J.M. Mackler, 1976. The growth rate of marked juvenile brown shrimp, *Penaeus aztecus*, in a semi impounded Louisiana coastal marsh. *Proc. Gulf Caribb. Inst., 29th Annual Session*, p 144-159.
- Kristensen J., 1964. Hypersaline bays as an environment of young fish. *Proc. Gulf Caribb. Inst.*, Vol. 16, p 139-142.
- Kutkhun J.H., 1966. The role of estuaries in the development and perturbation of commercial shrimp resources. *Spec. Publ. Am. Fish. Soc.*, Vol. 3, p 16-36
- Kutkhun J.H., 1966. Dynamics of a penaeid shrimp population and management implications. *Fish. Bull.*, 65 (2), p 313-338
- Ladurelle C., 1982. Reconnaissance des ressources en poissons chalutables sur le plateau continental de la Guyane Française. *ISTPM, doc. int., (miméo)*, 12 p.
- Laney R.W., 1981. Population dynamics of penaeid shrimp in two North Carolina tidal creeks. *Ph. D. Thesis, Graduate Faculty of North Carolina State University*.
- Laurec A. et J.C. Leguen, 1980. Dynamique des populations marines exploitées. Tome I : Concepts et modèles. *Rap. Sci. Tech. CNEXO*, (45), 118 p.
- Le Bail P.Y., P. Planquette et J. Gery, 1984 a. Clé de détermination des poissons continentaux et côtiers de Guyane. I Clé simplifiée des familles. *Bulletin de liaison CRAAG, INRA*, (6), 63 p.
- Le Bail P.Y., P. Planquette et J. Gery, 1984 b. Clé de détermination des poissons continentaux et côtiers de Guyane. III clé simplifiée des espèces. *Bulletin de liaison CRAAG, INRA*, (8), 67 p.
- Le Bail P.Y., P. Planquette et J. Gery, 1984 c. Clé de détermination des poissons continentaux et côtiers de Guyane. IV Espèces dulçaquicoles non suliriformes. *Bulletin de liaison CRAAG, INRA*, (8), 63 p.

- Le Brun E. et M. Lemoine, 1985. Approche bioéconomique de la pêche de crevettes pénaeides de Guyane Française en vue de son aménagement. *Doc. Int. IFREMER Cayenne*, 60 p.
- Le Cabellec, 1984. Analyse économique de la pêche crevettière en Guyane Française. *Doc. Int. IEDOM Cayenne*, 63 p.
- Le Cour Grandmaison S., 1995. Etude de la localisation des nurseries de crevettes *Penaeus subtilis* en Guyane. *Mémoire de fin d'étude ISTOM-ORSTOM-Cayenne*, 46 p et annexes.
- Ledouble O., 1992. Etude des postlarves et des juvéniles de *Penaeus subtilis* - Recrutement postlarvaire, croissance et maintien de juvéniles en aquarium. *Rap. stage INTECHMER-ORSTOM Cayenne*, 34 p.
- Lemoine M., 1983. Developpements régionaux - La Guyane Française. In La pêche secondaire ... un cadeau des mers. Rapport d'une consultation technique sur l'utilisation des prises secondaires dans la pêche des crevettes, tenue à Georgetown (Guyane) du 27 au 30 octobre 1981. *Ottawa, Ont., CRDI Edit.*, p 133-134.
- Lemoine M. et J. Rosé, 1977. Possibilités d'ostréiculture en Guyane. *Science et Pêche, Bull. Inst. Pêches Marit.*, (272), 29 p.
- Lemoine M. et R. Abbes, 1981. Distributions of shrimps, bottom fishes and squids off Surinam and French Guiana. *JAMARC Rep.*, p. 1-9.
- Lemoine M., P. Vendeville et C. Ladurelle, 1982. Examen des prises accessoires de la pêche de crevettes pénaeides du plateau continental de la Guyane Française. *Science et Pêche, Bull. Inst. Pêches marit.*, (324), 11 p.
- Le Reste L., 1973. Etude du recrutement de la crevette *Penaeus indicus* H. Milne Edwards dans la région de Nosy-Bé (Côte N.O. de Madagascar) *Cah. ORSTOM, sér. océanogr.*, 11 (2), pp 171-178.
- Le Reste L., 1978. Biologie d'une population de crevettes, *Penaeus indicus* H. Milne Edwards sur la côte nord-ouest de Madagascar. *Trav. Doc. ORSTOM, Paris*, (99), 291 p.
- Le Reste L., 1981. Etude de la croissance de la crevette *P. (Farfantepenaeus) notialis* (Pérez Farfante). *Doc. Sci. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye*, (80), p 1-83.
- Le Reste L., 1987. Influence de la salinité et du courant sur la taille de migration des crevettes *Penaeus notialis* dans l'estuaire de la Casamance (Sénégal). *Rev. Hydrobiol. trop.*, 20 (3-4), p 279-289.
- Le Reste L., 1992. Pluviométrie et captures des crevettes *Penaeus notialis* dans l'estuaire de la Casamance (Sénégal) entre 1962 et 1984. *Aquat. Living Resour.*, 5, p 233-248.
- Le Reste L., 1994. Variations spatio-temporelles des prises des crevettes *Penaeus notialis* dans l'estuaire sursalé du Saloum (Sénégal). *Non publié*. 23 p et figures.
- Lhomme F., 1978. Biologie et dynamique de *Penaeus duorarum notialis*, au Sénégal. I - Sélectivité. *Doc. Sci. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye*, (63) : 16 p.
- Lhomme F., 1981. Biologie et dynamique de *Penaeus (Farfantepenaeus) notialis* (Pérez-Farfante, 1967) au Sénégal. *Thèse Doct., Univ. Paris VI*, 255 p.
- Lhomme F., 1989. Etude du recrutement de la crevette *Penaeus subtilis* en Guyane (étude des nurseries). *Pôle de Recherche Océanologique et Halieutique Caraïbe, Doc. Sci.*, 23, 79 p.
- Lhomme F., 1991. Etude du recrutement de la crevette *Penaeus subtilis* en Guyane (Evaluation quantitative et qualitative des nurseries). *Rapp. Centre ORSTOM Cayenne, Conv. ORSTOM/IFREMER*. 74 p.
- Lhomme F., 1992. Le recrutement des postlarves de la crevette *Penaeus subtilis* dans deux estuaires de la Guyane française. Communication au Colloque national Déterminisme du recrutement, Nantes, 1-3 oct. 1991. *Ann. Inst. Océano.*, n° 68 (1), 10 p.
- Lhomme F., 1996. Le recrutement des postlarves de *Penaeus subtilis* et *Xiphopenaeus kroyeri* dans l'estuaire du Sinnamary. *Rev. Hydrobiol. Trop.*, en préparation.
- Lhomme F. et S. Garcia, 1984. Biologie et exploitation de la crevette pénaeide au Sénégal. In *Penaeid shrimps - their biology and magement. Ed. J.A. Gulland and B.J. Rothschild, Pub; Fishing News Books Ltd - Farnham - Surrey - England*, p 111-144.
- Lhomme, F. et P. Vendeville, 1993. La crevette rose *Penaeus notialis* (Pérez Farfante, 1967) en Côte d'Ivoire. In, *Environnement et ressources aquatiques de Côte-d'Ivoire - Tome I : Le milieu marin, P. Le Loeuff, E. Marchal et J.B. Amon Kothias (Eds), ORSTOM Edition*, p. 489-520.
- L'Hostis D. 1980. Compte-rendu de mission Antilles-Guyane en janvier-février 1980. *Rap. provis., INRA-Economie*, Nantes, 47 p.
- Lindner M.J., 1957. Survey of shrimp of Central and South America. *Fish. Wild. Serv., Spec. Sci. Rep.*, (235), 166 p.
- Lindner M.J. et W.W. Anderson, 1956. Growth, migrations, spawning and size distribution of shrimp, *Penaeus setiferus*. *Fishery Bull. Fish Wildl. Serv. U.S.*, Vol. 56, p 555-645.

- Lins Oliveira L., 1991. Biologie et dynamique des populations de la crevette *Xiphopenaeus kroyeri* (HELLER, 1862) en Guyane Française. *Thèse doct. univ. Paris 6. Doc. Scient. Pôle Océanol. et Halieut. Caraïbe*, n°30, 189 p. et annexes.
- Lins Oliveira J. et F. Lhomme, 1993. Les caractères différenciateurs des espèces *Xiphopenaeus kroyeri* et *Penaeus subtilis*. *Rev. Hydrobiol. trop.* 26 (1), p. 71-76.
- Loesch, H., 1965. Distribution and growth of penaeid shrimp in Mobile Bay, Alabama. *Pub. Mar. Sci. Univ. Texas*, (10), p 41-58.
- Lointier M., 1984. Etude de l'impact de l'aménagement du barrage de Petit-Saut sur le Sinnamary. Dynamique des eaux et de l'intrusion saline dans l'estuaire du Sinnamary. *Rap. EDF/ORSTOM Cayenne*. 39 p.
- Lointier M., 1986. Hydrodynamique et morphologie de l'estuaire du fleuve Sinnamary (Guyane Française). Le littoral guyanais : fragilité de l'environnement. *Nature Guyanaise. Sepanrit-Sepanguy*. p 37-44.
- Lointier M., 1990. Evolution de la qualité des eaux et dynamique de l'intrusion saline dans l'estuaire du Sinnamary. *Rap. Conv. EDF/ORSTOM, Cayenne*. 50 p.
- Lointier M. et M.T. Prost, 1986. Morphologie et hydrologie d'un marais côtier équatorial : La Savane Sarcelle. *Rap. Centre ORSTOM Cayenne*. 16 p et figures.
- Loneragan N.R., R.A. Kenyon, M.D.E. Haywood et D.J. Stapples, 1994. Population dynamics of juvenile tiger prawns (*Penaeus esculentus* and *P. semisulcatus*) in grass habitats of western Gulf of Carpentaria, Australia. *Marine Biology*, 119 (1), p 133-143.
- Longhurst A.R. et D. Pauly, 1987. Recruitment of penaeid shrimps. *In Ecology of tropical oceans. Academic Press, Inc.*, p 313-322.
- Lowe R.H., 1962. The fishes of the British Guiana continental shelf, Atlantic coast of South America, with notes on their natural history. *J. Limn. Soc. London (zool.)*, 44, (310), p 669-700..
- Lowe R.H., 1966. The sciaenid fishes of British Guiana. *Bull. Mar. Science*, 16, (1), p 20-57.
- Mair J. McD., 1980. Salinity and water-type preferences of four species of post-larval shrimp (*Penaeus*) from west Mexico. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, Vol. 45, p 69-82.
- Mair J. McD., J. L. Watkins et D. I. Williamson, 1982. Factors affecting the immigration of post-larval penaeid shrimp into a Mexican lagoon system. *Oceanol. Acta, Proc. Int. Symp. on coastal lagoons, Bordeaux, France, 8-14 September, 1981*, p 339-345.
- Martosubroto P. et N. Naamin, 1977. Relationship between tidal forest (mangroves) and commercial shrimp production in Indonesia. *Mar. Res. Indon.*, 18, p. 81-86.
- Matthews T. R., W.W. Schroeder et D.E. Stearns, 1991. Endogenous rhythm, light and salinity effects on postlarval brown shrimp *Penaeus aztecus* lves recruitment to estuaries. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 154 (1991) 177-189.
- McCoy E.G., 1968. Movement, growth and mortality of brown shrimp (*Penaeus aztecus*) marked and released in Swan Quarter Bay. Pamlico Sounds North Carolina. *Proc. 22nd Ann. Conf. Assoc. Game Fish. Comm.*, 22, p 215-230.
- McFarland W.N. et B.D. Lee, 1963. Osmotic and ionic concentrations of penaeidean shrimps of the Texas coast. *Bull. Mar. Sci. Gulf Caribb.*, Vol. 13, p. 391-417.
- Menz A. et B.F. Blake, 1980. Experiments on the growth of *Penaeus vannamei* Boone. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 48, p 99-111.
- Menz A. et A.B. Bowers, 1980. Bionomics of *Penaeus vannamei* Boone and *Penaeus stylirostris* Stimpson in a lagoon of the Pacific coast. *Estuar. Coast. Mar. Sci.*, 10, p 685-697.
- Minello T.J., R.J. Zimmerman et E.X. Martinez, 1989. Mortality of young brown shrimp *Penaeus aztecus* in estuarine nurseries. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 118, p 693-708.
- Mitchell W.G. et R.H. Mc Connell, 1959. The trawl survey carried out by the R/V "Cape St. Mary" off British Guiana 1957-59, Part I : Summary of the survey ; Part II : the interpretation of the catch records. *Fish. Div., Dpt. Agric., Georgetown, British Guiana, Bull. n°2 ; La Pénitence, B.G. Lithog., Cie E.B., Demerara Edit.*, 53 p.
- Moguedet G., 1977. Etude sédimentologique du plateau continental de la Guyane Française. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, 41, (4), p 389 - 402.
- Moguedet, P., 1993a. Diagnostic sur l'état des ressources de crevettes pénéidées exploitées dans la ZEE de la Guyane française. *Rap. int. IFREMER à diff. restreinte*, n°111, 30 p.
- Moguedet, P., 1993b. Diagnostic sur l'état des ressources de crevettes pénéidées exploitées dans la ZEE de la Guyane française. *Rap. int. IFREMER à diff. restreinte*, n°112, 22 p.
- Moguedet P., 1995a. La crevette guyanaise. *Recherches Marines* n°13, p.14-15.
- Moguedet P., 1995b. Diagnostic sur l'état de la ressource de vivaneau rouge (*Lutjanus purpureus*) exploitée dans la ZEE de la Guyane française. *Rap. IFREMER*, 33p.

- Morice, J. et N. Warluzel, 1968. La pêche à la crevette sur le plateau guyanais, les techniques américaines et l'analyse des captures. *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit.*, 32, (4), p 477-506.
- Naidu D.S. et L.K. Boerema, 1972. The high sea shrimp resources off the Guyanas and Northern Brazil. *FAO Fisheries circular*, 141, (miméo), 18 p.
- Nédélec C., 1975. Catalogue of small-scale fishing gear. Catalogue des engins de pêche artisanales. Catalogo de artes de pesca artesanal. *West Byfleet, Surrey, Fishing News Books Ltd., for FAO*, 191 p.
- Nédélec C., M. Portier et J. Prado, 1979. Techniques de pêche. ISTPM-FAO-ACTIM. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, 43 (2 et 3), p. 147-288.
- Neiva G.d.S., E.P. dos Santos et V. Jankauskis, 1971. Analise preliminar da população de camarão legetimo *Penaeus schmitti*, Burkenroad, 1936, na Baja de Santos - Brasil. *Bol. Inst. Pesca*, 1 (2), p 7-14.
- Nerini D., 1994. Elaboration d'un protocole d'analyses de données pour une typologie des peuplements démersaux du plateau continental Guyanais. *Rap. DEA Univ. Aix-Marseille II, IFREMER Cayenne*, 60 p.
- Nogues J.L., 1984. Etude de l'intrusion saline dans l'estuaire du Sinnamary (Guyane Fr.). *Mém. D.E.A. Univ. Provence ; ORSTOM Cayenne*, 45 p.
- O'Brien C.J., 1994. The effects of temperature and salinity on growth and survival of juvenile tiger prawns *Penaeus esculentus* (Haswell). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 183, p 133-145.
- Odum W.E. et E.J. Heald, 1975. The detritus-based food web of an estuarine mangrove community. *In Cronin, L.E. (ed.) Estuarine research, Vol. 1. Academic Press, New York*, p 265-286.
- ORSTOM-CNRS, 1979. Atlas de Guyane, pages non num.
- Parker J.C., 1970. Distribution of juveniles of brown shrimp (*Penaeus aztecus* Ives) in Galveston Bay, Texas, as related to certain hydrographic features and salinity. *Contr. mar. Sci., Univ. Tex.*, Vol. 15, p 1-12.
- Paul R.K.G., A.B Bowers, 1982. The ecology and *Penaeus* fishery of a coastal lagoon system in west Mexico. *Oceanol. Acta*, 1982. *Proceedings International Symposium on coastal Lagoons. SCOR/IABO/UNESCO, Bordeaux, France, 8-14 Sept., 1981*, p 383-388.
- Paul S., P. Aumedieu, M. Claisse, C. Deschamps, J. Dubar, E. Pauli, M. Thireau et C. Viel, 1993. Dictionnaire de termes normalisés des sciences et techniques. Association Nationale des Docteurs Es Sciences. Publié Par Direction Des Journaux Officiels, .
- Paulmier G., 1993. Microplancton des eaux marines et saumâtres de la Guyane et des Antilles Françaises. *Etudes et Thèses, Edition ORSTOM, Paris*. 438 p.
- Penn J. W., 1975. The influence of tidal cycles on the distributional pathway of *Penaeus latisulcatus* Kishinouye in Shark Bay, Western Australia. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.*, Vol. 26, p 93-102.
- Penn J.W., 1984. The behavior and catchability of some commercially exploited penaeids and their relationship to stock and recruitment, *In Gulland & Rothschild (eds) Penaeid shrimps - their biology and management. Fishery News Books, Farnham, England*, p 173-186.
- Penn J.W. et N. Caputi, 1984. Stock recruitment relationships for the tiger prawn, *Penaeus esculentus*, fishery in the Exmouth Gulf, Western Australia, and their implications for management. *In : Rothlisberg (ed.) Proc. 2nd National Prawn Seminar (NPS2), Cleveland, Queensland, Australia*, p 165-173.
- Penn J.W. et N. Caputi, 1986. Spawning stock-recruitment relationships and environmental influences on the tiger prawn (*Penaeus esculentus*) fishery in Exmouth Gulf, Western Australia. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.*, 37(4), p. 491-505.
- Penn J.W. , N.G. Hall et N. Caputi, 1989. Resource assessment and management perspectives of the penaeid prawn fisheries of western Australia. *In, Marine invertebrate fisheries : their assessment and management, J.F. Caddy (Ed.), Edit. J. Willey and s., p. 115-140.*
- Pérodou J.B., 1994. Dynamique de la population de vivaneau rouge (*Lutjanus purpureus*) de Guyane. Complémentarité des analyses globale et structurale. *Thèse Doct. Univ. Lille 1*, 262 p.
- Petersen E.E., 1983. Le projet guyanais : utilisation industrielle des prises secondaires. *In La pêche secondaire ... un cadeau des mers, FAO, Rome, CRDI, Ottawa*, 69-76.
- Philips T., 1985. Guyana : National Fisheries report. *FAO Fish. Rep.*, 327 sup, 20-21.
- Planquette P., P. Keith et P.Y. Le Bail, 1996. Atlas des poissons de Guyane. Tome 1. *Ed. INRA-SEPANGUY*. 429 p.
- Prevost E., 1989. La pêche au vivaneau en Guyane française : étude comparative et évaluation des trois techniques : (ligne à main, nasse, chalut). *Rap. int. IFREMER*, n° 221, 31 p.
- Prevost E., P. Tous, C. Dintheer, J.P. Delpech, F. Lhomme et J. Rosé, 1989. Evaluation de la ressource en vivaneaux du plateau de la Guyane Française. *Campagne océanographiques Françaises, COF.*, 9, 75 p.

- Prost M.T., 1990. Les côtes des Guyanes. *ORSTOM Cayenne, Programme environnement côtier ; série géomorphologie-sédimentologie*, 212 p.
- Prost M.T., 1993a. Sortie de terrain à l'embouchure du fleuve Organabo le 16.09.93. *Compte-rendu de mission, ORSTOM Cayenne, non publié*, 5 p. + photos.
- Prost M.T., 1993b. L'environnement côtier actuel de la Guyane et quelques aspects de son analyse par télédétection. *Caribea*, 3, p. 125-158.
- Pullen E., C. R. Mock et R. D. Ringo, 1968. - A net for sampling the intertidal zone of an estuary. *Limnol. and Oceanogr.*, 13 (1), p. 200-202.
- Puyo J., 1949. Poissons de la Guyane Française. Faune de l'empire Français. *Off. Rech. Sci. Outre-Mer, Paris*, (12), 280 p.
- Renfro W.C., 1962. Small beam net for sampling postlarval shrimp. *U.S. Fish. Wildl. Serv., Circ.* 161, p 86-87.
- Renfro W.C. et H.L. Cook, 1962. Early larval stages of the Sea Bob *Xiphopenaeus kroyeri* (HELLER). *Fish. Bull.*, 63 (1), p. 165-177.
- Ribeiro-Porto H. L., 1983. -Determinação da estrutura da população do camarão vermelho, *Penaeus* (Farfantepenaeus) *subtilis* Perez Farfante 1967, na ilha de Sao Luis, estado de Maranhao. *Bol. Lab. Hidrob. Sao Luis*, 5/6, (1) : 34-53.
- Richard T., 1974. Contribution à l'étude du développement larvaire et organogénèse chez *Palaemon serratus* et au métabolisme des acides aminés libres chez cette espèce et *Penaeus kerathurus*. Thèse Univ. Aix-Marseille II, 139 p.
- Ringo R.D., 1965. Dispersion and growth of young brown shrimp. *U.S. Fish. Wildl. Serv. Circ.*, 230, p 60-70
- Ringo R.D. et G. Jr. Zamora, 1968. A penaeid postlarval character of taxonomic value. *Bull. Mar. Sci.*, 18 (2), p. 471-476.
- Roche M.A., P. Dubreuil. et M. Hoepfener, 1974. Dynamique des eaux, des sels et des sédiments en suspension dans les estuaires du Mahury et de l'Approuague. Etude en vue de l'alimentation d'une usine de pâte à bois (Guyane Française). *Rap. ORSTOM Cayenne, section hydrologie*. 80 p.
- Roessler M.A. et R.G.Rehrer, 1971. Relation of catches of postlarval pink shrimp in Everglades National Park, Florida, to commercial catches on the Tortugas grounds. *Bull. Mar. Sci.*, Vol. 24, p. 791-805.
- Rogers D., F.S. Richard, H.H. William. et R.H. Blanchet, 1993. Recruitment of postlarval and juvenile brown shrimp (*Penaeus aztecus* Ives) from offshore to estuarine waters of the northwestern Gulf of Mexico. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, n° 36, p 377-394.
- Rojas-Beltran R., 1975. Biologie de deux espèces de crevettes des Caraïbes colombiennes : *Penaeus* (*melicertus*) *duorarum notialis*, Perez-Farfante, 1967, et *P. (lithopenaeus) schmitti*, Burkenroad (1936). *Thèse de Doct. de spécialité. Univ. Paris VI*, 135 p.
- Rojas-Beltran R., 1983. Biologie, écologie et dynamique des crevettes de la mangrove guadeloupéenne (Antilles françaises) : phase lagunaire des pénaéidés. *Thèse Doct. Sci., Univ. Paris VI*. 302 p.
- Rojas Beltran R., 1984. Clé de détermination des poissons continentaux et côtiers de Guyane. - Fasc. II : Siluriformes. *C.R.A.A.G. (I.N.R.A.), Bull de liaison*. N° 7, 63 p.
- Rojas Beltran R., 1986. Rôle de la mangrove comme nourricerie de crustacés et de poissons en Guyane. In : "Le littoral guyanais, fragilité de l'environnement". *SEPENRIT-SEPANGUY, Cayenne*, p. 97-110.
- Rose C.D., A.H. Harris et B. Wilson, 1975. Extensive culture of penaeid shrimp in Louisiana salt-marsh impoundment. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 104 (2), p 296-307.
- Rosé J. et C. Dintheer, 1986. L'huître de palétuvier et son développement économique. In *Le littoral guyanais. Sepenrit-Sepanguy*, 221-228.
- Rossignol M., 1970. Projet d'élevage de crevettes en Guyane Française. *ORSTOM Cayenne, (miméo)*, 6 p.
- Rossignol M., 1972 a. Etude d'un marais de la Guyane Française : le marais Sarcelle - Biologie des crevettes : *Penaeus aztecus subtilis* (formes juvéniles). *Rap. prélim. Centre ORSTOM de Cayenne, (miméo)*, 39 p.
- Rossignol, M., 1972 b. Mariculture dans la région de Mana. Projet de création d'une station maricole expérimentale. *ORSTOM Cayenne, (miméo)*, 5 p.
- Rossignol M., 1972 c. *Penaeus aztecus subtilis* (Perez Farfante, 1967), dans le marais Sarcelle. *ORSTOM Cayenne, (miméo)*, 13 p.
- Rossignol M., 1978. Milieu marin. I : le plateau continental. II : les eaux marines. II : le peuplement. In *ORSTOM/CNRS, Atlas des Départements Français d'Outre-Mer*, planche 14.
- Rothlisberg P.C., 1982. Vertical migration and its effect on dispersal of penaeid shrimp larvae in the Gulf of Carpentaria. *Austr. Fish. Bull.*, 80, n°3, p. 541-554.
- Rothlisberg P.C., J.A. Church et A. M.G. Forbes, 1983. Modelling the advection of vertically migrating shrimp larvae. *J. Mar. Res.*, (41), pp 511-538.

- Ruello N.V. 1973. Burrowing, feeding and spatial distribution of the school prawn *Metapenaeus macleayi* (Haswell) in the Hunter River region (Australia). *J. Expl. mar. Ecol.*, n°13, p. 187-204.
- Rulifson R.A., 1981. Substrate preferences of juvenile penaeid shrimps in estuarine habitats. *Contrib. Mar. Sci. Univ. Texas*, Vol. 24, p. 35-52.
- Ryther J.H., D.W. Menzel et N. Corwin, 1967. Influence of the Amazon River out flow on the ecology of the Western Tropical Atlantic. 1. Hydrography and nutrient chemistry. *J. Mar. Res.*, 25 (1), p 69-83.
- Saint Amant L.S., K.C. Corkum et J.G. Broom, 1963. Studies on growth and dynamics of the brown shrimp, *Penaeus aztecus*, in Louisiana waters. *Proc. Gulf. Caribb. Fish. Inst.*, 15, p 14-26.
- Saint Amant L.S., J.G. Broom et T.B. Ford, 1966. Studies of the brown shrimp, *Penaeus aztecus*, in Barataria Bay, Louisiana. *Proc. Gulf. Caribb. Fish. Inst.*, 18, p 1-17.
- Saloman C.H., 1968. Diel and seasonal occurrence of pink shrimp, *Penaeus duorarum*, in two divergent habitats of Tampa Bay, Florida. *Spec. Sci. Report*, 561, p 1-6.
- Sanite, L.P., 1968. Les crevettes Penaeidés du plateau continental guyanais. Exploitation, production. Ed. *Les Presse du Languedoc, Toulouse*, 88 p.
- Sépia, 1991. Audit de la filière crevettière guyanaise. *Rap. définitif, confid.*, Tomes 1, 64 p ; tome 2, 59 p ; tome 3, 112 p.
- Staples D.J., 1980. Ecology of juvenile and adolescent banana prawn, *Penaeus merguensis*, in a mangrove estuary and adjacent offshore area of the Gulf of Carpentaria. I. Immigration and settlement of postlarvae. *Aust. J. mar. Freshwater. Res.* Vol. 31, p 635-652.
- Staples D.J et D.S. Heales, 1991. Temperature and salinity optima for growth and survival of juvenile banana prawns, *Penaeus merguensis*. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 154, p 251-274.
- Staples D.J., W. Dall et D.J. Vance, 1984. Catch prediction of the banana prawn, *Penaeus merguensis*, in the south-eastern Gulf of Carpentaria. In *Penaeid shrimps - their biology and management - Environmental factors*. Gulland & Rothschild (Edit.) *Fishing News Books Ltd., Farham, Surrey, England*. p 259-267.
- Stevenson D.H., 1981. A review of the marine resources of Western Central Atlantic Fisheries Commission (WECAFC) region. *FAO Fish. Tech. Pap.*, FIRM/T 211, 132 p.
- Stoner A.W., 1985. Macrobenthic consumers in Joyuda Lagoon : residence and transients. In : Stoner, A.W., Lopez, J.M. (eds) *Cycling and transport processes in a tropical lagoon. Proceedings of a workshop on the Joyuda Lagoon ecosystem. Report of the Center for Energy and Environment Research, Univ. Puerto Rico, Mayaguez*, p 34-45.
- Stoner A.W., 1988. A nursery ground for four tropical *Penaeus* species : Laguna Joyuda, Puerto Rico. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, Vol. 42, p 133-141.
- Stoner A.W., 1991. Diel variation in the catch of fishes and penaeid shrimps in a tropical estuary. *Estuarine, Coastal and shelf Science*. n° 33, p 57-69.
- Subrahmanyam et K.J. Rao, 1970. Observations of post-larval prawns (Penaeidae) in the Pulikat Lake with notes on their utilization in capture and culture fisheries. *Proc. IPFC*, 13 (2), p 113-127.
- Suseelan C., 1975. Resource and exploitation of juvenile penaeid prawns from Manakkudi estuary. *Indian J. Fish.*, 22 (1-2), p 96-106.
- Tabb D. C. ,1972. -A manual for culture of pink shrimp *P. duorarum* from egg to postlarvae suitable for stocking. Sea Grant special bulletin (Univ. of Miami) n°7 : 59 p.
- Tabb D.C., D.L. Dubrow et A.E. Jones, 1962. Studies on the biology of the pink shrimp, *Penaeus duorarum* Burk, in Everglades National Park, Florida. *Tech. Ser. Fla. Board Conserv. Mar. Lab. Univ. Miami*, 37, 30 p.
- Takeda M. et T. Okutani, 1983. Crustaceans and molluscs trawled off Suriname and French Guiana. *JAMARC edit.*, 354 p.
- Terver D., 1989. Manuel d'aquariologie. Vol. I : L'aquarium eau douce - eau de mer. *Réalisations Editoriales Pédagogiques (Ed.)*, Paris, 4e édi., 303 p.
- Tito de Morais A., 1993. L'ichtyoplancton de l'estuaire du Sinnamary. I. : Structure et biologie des peuplements ichtyiques du fleuve Sinnamary en Guyane Française. *Lauzanne L., Tito de Morais L., Tito de Morais A., Ponton D. (eds), Rap. Final contrat EDF n° GP7514*, 18 p.
- Tito de Morais A. et L. Tito de Morais, 1994. The abundance and diversity of larval and juvenile fish in a tropical estuary. *Estuaries*, 17, 16 p.
- Travassos P., 1994. Cartographie par télédétection optique et radar du littoral de la Guyane Française. Importance de la mangrove pour la production crevettière. *Mém. fin d'études, DESS télédétection, Univ. Paris VI*, 32 p.
- Venaille L., 1979. La pêche de crevettes péneïdes du plateau continental guyano-brésilien. *Science et Pêche, Bull. Inst. Pêches Marit.*, n°297, 18 p.

- Vendeville P., 1984. La pêche de crevettes tropicales de Guyane Française - Le problème des captures accessoires : estimation et implications. *Thèse Doc. Ing. Inst. Polytech. Toulouse*, 293 p + annexes.
- Vendeville P., 1985. Les pêcheries crevettières tropicales : moyens de production des divers secteurs et sélectivité. *FAO Doc. Tech. Pêches*, 261, 76 p.
- Vendeville P., 1990. Tropical shrimp fisheries : types of fishing gears used and their selectivity. *FAO Fish. Tech. Pap.*, 261 (Rev. 1) 75 p.
- Vendeville P., 1993a. Des nurseries estuariennes de *Penaeus subtilis* en Guyane ? Mythe ou réalité. Quelques réflexions à partir des données recueillies sur les estuaires d'avril 1988 à juin 1992. *Rap. ORSTOM Cayenne*, 56 p.
- Vendeville P., 1993b. A la recherche des jeunes crevettes sur les estuaires de Guyane ou la compilation des rapports de mission du second semestre 1992. *Rap. confident. Centre ORSTOM Cayenne*, 33 p.
- Vendeville P., 1994. La question des nurseries de crevettes en Guyane ... Du concept d'intrusion estuarienne de postlarves à l'hypothèse de nursery littorale. *Rap. ORSTOM Cayenne*, 14 p.
- Vendeville P., 1995. Reconnaissance des fonds de la bande littorale du plateau continental guyanais - Campagne "Epaulard 94". *Rap. Antenne ORSTOM Nantes*, 111 p.
- Verdier E., 1992. Recrutement de *Penaeus subtilis* en Guyane. *Rap. stage Univ. Rennes I-Orstom Cayenne* : 23 p.
- Villégas J. et A. Dragovich, 1984. The Guianas-Brazil shrimp fishery, its problems and managements aspects. In "Penaeid shrimp, their biology and management", *Fishing News Books Ltd, Farham, Surrey, England, J.A. Gulland et B.J. Rothschild Ed.*, p. 60-70.
- Watkins J.L., 1980. The immigration of postlarval penaeid shrimp into a lagoon system on the Pacific coast of Mexico. *Ph. D. Thesis, Univ. Liverpool*, 99 p.
- Watson R.A. et C.T. Turnbull, 1993. Migration and growth of two tropical penaeid shrimps within Torres Strait, Northern Australia. *Fish. Res.*, (17), p. 353-368.
- WECAFC-COPACO, 1981. A review of the marine resource of the Western Central Atlantic Fisheries Commission (WECAFC) region. *FAO Fish. Techn. Rep.* (211), 132 p.
- WECAFC-COPACO, 1983a. Rapport de la troisième session du groupe de travail sur l'évaluation des ressources halieutiques marines. Kingston, Jamaïque, 17-21 mai 1982. *FAO, Rap. Pêches*, (278) : 34 p.
- WECAFC-COPACO, 1983b. National reports and selected papers presented at the third Session of the working party on assessment of marine fishery resources. Kingston, Jamaica, 17-21 May 1982. *FAO Fish. Rep.*, (278), Suppl., 313 p.
- WECAFC-COPACO, 1989. Report of the 2nd workshop on the biological and economical modelling of the shrimp resources on the Guyana-Brazil shelf. Cayenne, French-Guiana, 2-6 may 1988. *FAO Fish. Rep.*, n° 418, 89 p.
- Welker B.D., S.H. Clark, C.T. Fontaine et R.C. Benton, 1975. A comparison of Petersen tags and biological stains used with internal tags as marks for shrimps. *Gulf Res. Rep.*, 5 (1), p 1-5.
- Wells F.E., 1984. Comparative distribution of macromolluscs and macrocrustaceans in a north-western Australian mangrove system. *Aust. J. mar. Freshwat. Res.*, Vol. 35, p 591-596.
- Wengert M.W., 1972. Dynamics of the brown shrimp, *Penaeus aztecus* Ives 1891, in the estuarine area of Marsh Island, Louisiana in 1971. *M. S. Thesis, Louisiana State University, Baton Rouge*, 93 p.
- Williams B., 1959. Spotted and brown shrimp postlarvae (*Penaeus*) in north Carolina. *Bull. Mar. Sci. Gulf Caribb.*, 9, p. 281-290.
- Williams A.B., 1955. A contribution to the life histories of commercial shrimps (*Penaeidae*) in North Carolina. *Bull. Mar. Sci. Gulf. Caribb.*, 5 (2), p 116-146.
- Williamson D.I., 1969. Names of larvae in the Decapoda and Euphosaciacea, *Crustaceana*, 16, p. 210-213.
- Williamson D.I., 1982. Larval morphology and diversity. In "The biology of Crustacea". *Academic Press, New-York and London, L.G. Abele Ed.*, vol.2, *Embriology, Morphology and Genetics*, p. 43-110.
- Willmann R. et S. Garcia, 1986. Modèle bio-économique pour l'analyse des pêcheries de crevettes tropicales séquentielles artisanales et industrielles (exemple de la pêche crevettière au Suriname). *FAO, Doc. Tech. Pêches*, (270), 47 p.
- Wise J.P., 1976. An assessment of the crustacean resources of the Western Central Atlantic and Northern Southwest Atlantic. *WECAFC stud.*, (2), 60 p.
- Witzell W.N. et D.M. Allen, 1983. Summary of studies relating coastal climatological factors and commercial shrimp production, southeastern United States. *FAO Fish. Rep.*, (278), p. 111-119.
- Young PC et S.M. Carpenter, 1977. Recruitment of postlarval penaeid prawns to nursery areas in Moreton Bay, Queensland. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.*, Vol 28, p 745-773.

- Young P.C., 1978. Moreton Bay, Queensland : a nursery area for juvenile penaeid prawns. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.*, Vol. 29, p 55-75.
- Zabi S.G.F. et P. Le Loeuff, 1992. Revue des connaissances sur la faune benthique des milieux margino-littoraux d'Afrique de l'Ouest. Première partie : biologie et écologie des espèces. *Rev. Hydrobiol. trop.*, 25 (3) : 209-251.
- Zamora G. et L. Trent, 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 Fish. Biol. Lab. Galveston. Contribution in Marine Science*, (13), p. 17-19.
- Zimmerman R.J., T.J Minello. et G. Zamora Jr, 1984. Selection of vegetated habitat by brown shrimp, *Penaeus aztecus*, in a Galveston Bay salt marsh. *Fish. Bull. U.S.*, Vol. 82, p 325-334.

Annexe 1 - Liste des Figures

Figure 1.1.I : Cartographie des activités liées au domaine maritime en Guyane (d'après Baumard, 1996).	11
Figure 1.3.I : Pluviosité mensuelle à Rochambeau : moyennes, minima et maxima sur la période 1931-1961 (d'après Garcia <i>et al.</i> , 1984).	11
Figure 1.3.II : Types de situations météorologiques au sol en Guyane en fonction de la position de la zone intertropicale de convergence des alizés (ZIC) (d'après Fougerouze, 1965 <i>in</i> ORSTOM-CNRS, 1979).	13
Figure 1.4.I : Couverture sédimentaire du plateau continental guyanais (d'après, Bouysse <i>et al.</i> , 1977). Gravier (2 à 20 mm) ; sable moyen et grossier (250 à 2000 μ) ; sable fin (125 à 250 μ) ; sable très fin (50 à 125 μ) ; vase silteuse (entre 50 et 90 % de particules inférieures à 50 μ) ; vase argileuse (plus de 90 % de particules inférieures à 50 μ).	14
Figure 1.4.II : Embouchures de la Rivière Cayenne et du fleuve Mahury. Image satellite SPOT du 20 novembre 1986, mettant en évidence les panaches d'eaux turbides par remise en suspension des vases amazoniennes (d'après Lhomme, 1991).	15
Figure 1.4.III : Tracé des isothermes de surface - Campagne de la "Thalassa", 8 juillet - 8 août 1971 (d'après Abbes <i>et al.</i> , 1972).	16
Figure 1.4.IV : Tracé des isothermes de fond - Campagne de la "Thalassa", 8 juillet - 8 août 1971 (d'après Abbes <i>et al.</i> , 1972).	16
Figure 1.4.V : Tracé des isohalines de surface - Campagne de la "Thalassa", 8 juillet - 8 août 1971 (d'après Abbes <i>et al.</i> , 1972).	17
Figure 1.4.VI : Schéma de la circulation au large des côtes de la Guyane et du Nord-Brésil (d'après ORSTOM-CNRS, 1979).	17
Figure 1.4.VII : Direction et intensité des courants de surface - Campagne de la "Thalassa", 8 juillet-8 août 1971 (d'après Abbes <i>et al.</i> , 1972).	18
Figure 2.1.I : Comparaison des différents secteurs de la pêche guyanaise par le nombre d'embarcations inscrites aux Affaires Maritimes de Cayenne.	19
Figure 2.1.II : Comparaison des divers secteurs de la pêche guyanaise d'après le volume de leurs débarquements en 1990.	19
Figure 2.1.III : Comparaison des volumes exportés entre 1988 et 1992 dans les secteurs de la pêche au poisson (vivaneaux) et à la crevette en Guyane	20
Figure 2.1.IV : Silhouette de la crevette <i>Penaeus subtilis</i> adulte, principaux caractères de différenciation de l'espèce et zone géographique de distribution en Atlantique centre-ouest. (d'après Pérez-Farfante <i>in</i> FAO, 1978).	20
Figure 2.1.V : Historique de la pêcherie crevettière basée en Guyane de 1968 à 1993. Les principaux paramètres utilisés dans le suivi halieutique sont représentés.	22
Figure 2.3.I : Cycle vital théorique des crevettes pénéidés (d'après Pérez-Farfante <i>in</i> FAO, 1978).	26
Figure 2.3.II : Schématisation du degré d'inféodation aux eaux dessalées de plusieurs espèces commerciales de crevettes pénéidés (d'après Kutkhun <i>in</i> Garcia et Le Reste, 1981).	26
Figure 2.4.I : Démarche suivie par le programme.	27
Figure 2.4.II : Variations des cpue en fonction de l'effort de pêche de 1968 à 1993.	28
Figure 3.1.I : Incidence de la fréquence des prélèvements sur l'estimation de la valeur de l'abondance maximale pendant le flot ; simulation à partir des résultats d'un échantillonnage intensifié (d'après Vendeville, 1993a).	31
Figure 3.2.I : Postlarves de <i>Penaeus subtilis</i> (d'après Lins Oliveira et Lhomme, 1993).	34
Figure 3.2.II : Postlarves de <i>Xiphopenaeus kroyeri</i> (d'après Lins Oliveira et Lhomme, 1993).	34
figure 3.2.III : Distribution des stades des postlarves de <i>Penaeus subtilis</i> capturées au filet à plancton sur la Rivière de Cayenne (d'après Lhomme, 1989). Observations sur 4 échantillons de postlarves capturées entre juin et décembre 1988.	35
figure 3.2.IV : Distribution des tailles et des stades des postlarves de <i>Penaeus subtilis</i> capturées au filet à plancton sur la Rivière de Cayenne (d'après Lhomme, 1989). Observations sur 4 échantillons de postlarves capturées entre juin et décembre 1988.	36
Figure 3.3. I : Principaux estuaires de la côte guyanaise : estuaires prospectés au moins une fois (*), estuaires suivis sur une période de plus de 4 mois (**) (Adapté de Vendeville, 1993a ; fond de carte d'après l'Atlas de Guyane, ORSTOM- CNRS, 1979).	37
Figure 3.3.II : Estuaire de la Rivière de Cayenne et localisation des deux stations d'échantillonnage (d'après Vendeville, 1993a ; la carte IGN n°4713Y).	41

Figure 3.3.III : Estuaire du fleuve Sinnamary et localisation de la station d'échantillonnage. Les positions approximatives de l'embouchure à diverses époques sont indiquées (d'après Vendeville, 1993a ; fond de carte, IGN n°4708Y).	42
Figure 3.3.IV : Estuaire du fleuve Kourou et localisation de la station d'échantillonnage (d'après Vendeville, 1993a ; fond de carte, IGN n°4710Y).	43
Figure 3.3.V : Estuaire du fleuve Mahury et localisation de la station d'échantillonnage (d'après Vendeville, 1993a ; fond de carte, Service Hydrographique n°6435 de 1962).	44
Figure 3.3.VI : Estuaire du fleuve Organabo et localisation de la station (d'après Vendeville, 1993a ; fond de carte, IGN n° 4705Y).	45
Figure 3.4.I : Variations des principaux paramètres physico-chimiques et de l'abondance en postlarves de <i>Penaeus subtilis</i> dans l'estuaire de la Rivière Cayenne à la station Cayenne-plage, le 30.04.91. L'intensité du courant est notée positivement lorsque le courant est montant et négativement lorsqu'il est descendant..	48
Figure 3.4.II : Débit moyen de l'Amazone à Obidos (Source ORSTOM Brésil).	49
Figure 3.4.III : Débit moyen du fleuve Oyapock (source laboratoire d'hydrologie ORSTOM Cayenne).	49
Figure 3.4.IV : Salinité observée sur 2 mois devant la presqu'île de Cayenne (d'après Vendeville, 1993a).	50
Figure 3.4.V : Variations des paramètres physico-chimiques sur l'Organabo le 12.12.93. (marée de référence aux Iles-du-Salut : basse-mer : 9 h 38 ; haute-mer : 15 h 51).	50
Figure 3.4.VI : Variations des abondances en postlarves de 3 espèces de crevette sur la Rivière Cayenne pendant le flot (d'après Vendeville, 1993a).	52
Figure 3.4. VII : Distribution des abondances en postlarves de 3 espèces de crevette sur la section de l'estuaire de la Rivière Cayenne (d'après Vendeville, 1993a).	52
Figure 3.4.VIII : Variations de l'abondance en juvéniles de <i>Penaeus subtilis</i> (■) et de <i>Xiphopenaeus kroyeri</i> (x) au cours d'un demi cycle de marée sur la rivière Cayenne le 30.04.91, comparaison avec celles des postlarves de <i>Penaeus subtilis</i> (o).	53
Figure 3.4.IX : Variations des abondances en juvéniles de <i>Penaeus subtilis</i> (o) et <i>Xiphopenaeus kroyeri</i> (■) au cours d'un demi cycle de marée sur l'estuaire du fleuve Organabo le 16.09.93. Les intensités de courant sont exprimées en dixièmes de noeud.	53
Figure 3.4.X : Variations du retard du pic d'abondance en postlarves de <i>Penaeus subtilis</i> (exprimé en heures) par rapport à l'heure de basse-mer aux Iles-du-Salut sur la rivière Cayenne. La tendance est exprimée par la courbe de la moyenne mobile.	54
Figure 3.4.XI : Variations du retard du pic d'abondance en postlarves de <i>Penaeus subtilis</i> (exprimé en heures) par rapport à l'heure de basse-mer à la Roche Brigandin sur le fleuve Sinnamary à la station fond. La tendance est exprimée par la courbe de la moyenne mobile.	54
Figure 3.4.XII : Variations du retard du pic d'abondance en postlarves de <i>Penaeus subtilis</i> (exprimé en heures) par rapport à l'heure de basse-mer aux Iles-du-Salut sur le fleuve Organabo. La tendance est exprimée par la courbe de la moyenne mobile.	55
Figure 3.4.XIII : Variations des débits des 4 fleuves les plus importants de Guyane au cours de l'année. Pour chaque fleuve l'indice mensuel de débit est la variable centrée réduite des débits mensuels sur la période 84-90. Les années incomplètes ne sont pas prises en compte. L'indice global est la moyenne des indices des 4 fleuves.	55
Figure 3.4.XIV : Localisations des 3 stations échantillonnées le 5 mai 1993 dans la région de l'estuaire du Sinnamary.	58
Figure 3.4.XV : Variations des abondances en postlarves de <i>Penaeus subtilis</i> sur 3 stations de la zone de l'estuaire du Sinnamary (d'après Vendeville, 1994).	58
Figure 3.4.XVI a & b : Variations de l'abondance en postlarves de <i>Penaeus subtilis</i> en estuaire et en mer dans la région de l'estuaire de l'Organabo. Etude sur un demi-cycle lunaire (d'après Vendeville, 1994).	60
Figure 3.4.XVI c & d : Variations de l'abondance en postlarves de <i>Penaeus subtilis</i> en estuaire et en mer dans la région de l'estuaire de l'Organabo. Etude sur un demi-cycle lunaire (d'après Vendeville, 1994).	61
Figure 3.4.XVI e & f : Variations de l'abondance en postlarves de <i>Penaeus subtilis</i> en estuaire et en mer dans la région de l'estuaire de l'Organabo. Etude sur un demi-cycle lunaire (d'après Vendeville, 1994).	62
Figure 3.4.XVII : Comparaison des indices d'abondance des postlarves de <i>Penaeus subtilis</i> en estuaire et en mer sur un demi-cycle lunaire. L'indice d'abondance en estuaire est la valeur maximale de l'abondance observée et l'indice d'abondance en mer est la valeur moyenne des abondances exprimés en nombre/ 100 m ³ (d'après Vendeville, 1994).	63

Figure 3.4.XVIII : Variations du rapport des indices d'abondance en postlarves de <i>Penaeus subtilis</i> en estuaire et en mer et du marnage de la marée de référence (Iles-du-Salut) sur un demi-cycle lunaire (d'après Vendeville, 1994).	63
Figure 3.4.XIX : Variation de l'abondance en postlarves de <i>Penaeus subtilis</i> au cours d'un cycle de marée à la station de Cayenne-amont (Ligne électrique). L'intensité du courant appréciée à vue est codée en 4 modalités (0, étale ; 1, Faible ; 2, Moyen ; 3, Fort), le sens est codé positivement pour le courant montant et négativement pour le courant descendant.	64
Figure 3.4.XX : Mise en évidence d'un pic de descente des postlarves à la station de Cayenne-plage. Les heures de marées sont corrigées. Les intensités de courant relevées en surface "à vue", sont codées en 4 modalités (0, étale ; 1, faible ; 2, moyen et 3, fort), le signe est positif pour le flot et négatif pour le jusan.	64
Figure 3.4.XXI : Mise en évidence d'un pic de descente des postlarves sur le fleuve Kourou. Les intensités de courant relevées en surface sont exprimées en dixième de noeud. Le signe est positif pour le flot et négatif pour le jusan (d'après Vendeville, 1993a).	65
Figure 3.4.XXII : Mise en évidence du pic de descente des postlarves à la basse-mer de nuit à la station de Sinnamary-fond. Les heures de marées ont été corrigées d'après les données du SHOM pour la roche Brigandin. Les intensités de courant relevées en surface "à vue", sont codées en 4 modalités (0, étale ; 5, faible ; 10, moyen et 15, fort), le signe est positif pour le flot et négatif pour le jusan.	65
Figure 3.4.XXIII : Mise en évidence du pic de descente des postlarves à la basse-mer de nuit à la station de Sinnamary-fond. Les heures de marées ont été corrigées d'après les données du SHOM pour la roche Brigandin. Les intensités de courant sont celles relevées en surface, exprimées en dixième de noeud ; le signe est positif pour le flot et négatif pour le jusan.	66
Figure 3.4.XXV : Etude de l'abondance en postlarves de <i>Penaeus subtilis</i> sur l'estuaire de l'Organabo en hautes-eaux pendant un cycle complet de marée (d'après Vendeville, 1994).	67
Figure 3.4.XXV : Etude de l'abondance en postlarves de <i>Penaeus subtilis</i> sur l'estuaire de l'Organabo en basses-eaux pendant un cycle complet de marée (d'après Vendeville, 1994).	67
Figure 3.4.XXVI : Etude de l'abondance en juvéniles de <i>Penaeus subtilis</i> sur l'estuaire de l'Organabo en haute-eaux pendant un cycle complet de marée.	68
Figure 3.4.XXVII : Différences des amplitudes des marées de vives-eaux nocturnes et diurnes sur une année. Les valeurs positives correspondent à des amplitudes de marée nocturne plus fortes que celles des marées diurnes. (Source, SHOM).	69
Figure 3.4.XXVIII : Comparaison des distributions par classes de taille des postlarves de <i>Penaeus subtilis</i> capturées au filet à plancton sur l'estuaire de l'Organabo au flot et au jusan le 31 août 1993.	71
Figure 3.4.XXIX : Comparaison des distributions par classes de taille des postlarves de <i>Penaeus subtilis</i> capturées au filet à plancton sur l'estuaire de l'Organabo au flot et au jusan et sur l'extrême frange littorale de la région le 29 septembre 1993.	71
Figure 3.4.XXX : Comparaison des distributions par classes de taille des juvéniles de <i>Penaeus subtilis</i> capturés au filet à plancton sur l'estuaire de l'Organabo au flot et au jusan le 31 août 1993.	72
Figure 3.4.XXXI : Comparaison des distributions par classes de taille des juvéniles de <i>Penaeus subtilis</i> capturés au filet à plancton sur l'estuaire de l'Organabo au flot et au jusan et sur l'extrême frange littorale le 29 septembre 1993.	72
Figure 3.4.XXXII : Variations de l'abondance en postlarves et en juvéniles de <i>Penaeus duorarum</i> sur deux cycles de marée complets en Floride (d'après Hughes, 1969 c).	73
Figure 3.4.XXXIII : Fréquence des récoltes de <i>Penaeus subtilis</i> de jour et de nuit, suivant la profondeur sur le plateau continental guyanais (d'après Durand, 1960)	76
Figure 3.4.XXXIV : Réponses des postlarves de <i>Penaeus duorarum</i> à une halocline. La figure indique le pourcentage d'individus ayant franchi la barrière pendant la première (Δ), la seconde (O), et la troisième ($\square$) période d'observation de 5 minutes. (d'après Hughes, 1969a).	77
Figure 3.4.XXXV : Schéma présentant l'hypothèse du mécanisme du prérecrutement dans le cas de marées météorologiques (d'après Rogers <i>et al.</i> , 1993).	78
Figure 2.4.XXXVI : Variation de la taille à la migration de <i>Penaeus notialis</i> en Casamance en fonction de l'intensité du courant et de la salinité (d'après Le Reste, 1987).	79
Figure 3.4.XXXVII : Schéma résumant les principales phases de l'intrusion en estuaire des postlarves de <i>Penaeus subtilis</i> en Guyane.	81
Figure 3.5.I : Variations saisonnières de l'abondance en postlarves sur 3 estuaires de Guyane (valeurs brutes regroupées par quinzaines calendaires).	82
Figure 3.5.II : Variations du marnage en pleine lune et nouvelle lune aux Iles-du-Salut sur deux années (source, SHOM).	84

Figure 3.5.III : Variations saisonnières de l'abondance en postlarves sur 3 estuaires de Guyane : lissage par une moyenne mobile pondérée sur 3 valeurs (poids : $\frac{1}{2}$, 1, $\frac{1}{2}$).	84
Figure 3.5.IV : Mise en évidence des principaux pics saisonniers sur 3 estuaires de Guyane par itération de la moyenne mobile (nombre d'itérations = 3).	85
Figure 3.5.V : Variations de l'indice de prérecrutement régional calculé à partir des 3 séries de données récoltées entre 1989 et 1994 (voir texte).	86
Figure 3.5.VI : Variations de la moyenne de l'indice de prérecrutement régional calculée entre 1989 et 1994. La courbe est répétée 2 fois.	86
Figure 3.6.I : Evolution des deux indices de nourricerie et de l'abondance moyenne en fonction du nombre de données acquises à la station de Sinnamary-Fond et la station de référence (Cayenne-plage).	88
Figure 3.6.II : Evolution des deux indices de nourricerie et de l'abondance moyenne en fonction du nombre de données acquises à la station de Sinnamary-Surface par rapport à la station de référence (Cayenne-plage).	89
Figure 3.6.III : Evolution des deux indices de nourricerie et de l'abondance moyenne en fonction du nombre de données acquises à la station du fleuve Kourou par rapport à la station de référence (Cayenne-plage).	89
Figure 3.6.IV : Evolution des deux indices de nourricerie et de l'abondance moyenne en fonction du nombre de données acquises à la station du fleuve Organabo par rapport à la station de référence (Cayenne-plage).	90
Figure 3.6.V : Evolution des deux indices de nourricerie et de l'abondance moyenne en fonction du nombre de données acquises à la station Cayenne-Ligne-électrique par rapport à la station de référence (Cayenne-plage).	90
Figure 3.7.I : Silhouette de la crevette <i>Xiphopenaeus kroyeri</i> adulte (d'après Pérez-Farfante in FAO, 1978).	92
Figure 3.7.II : Silhouette de la crevette <i>Macrobrachium carcinus</i> adulte (d'après Holthuis, 1952).	92
Figure 3.7.III : Silhouette de la crevette <i>Nematopalaemon schmitti</i> adulte (d'après Pérez-Farfante in FAO, 1978).	93
Figure 3.7. IV : Variations de l'abondance pondérale de <i>Nematopalaemon schmitti</i> , sur la rivière Cayenne en 1988 et 1989.	94
Figure 3.7.V : Silhouette de la crevette <i>Acetes japonicus</i> , espèce très proche de <i>Acetes americanus</i> , rencontrée en Guyane (d'après Doré et Frimodt, 1987).	95
Figure 4.1.I : Le marais Sarcelle et ses principales unités en 1986 (d'après Lointier et Prost 1986).	98
Figure 4.1.II : Coupe schématique sud-nord du marais Sarcelle (d'après Lointier et Prost, 1986).	99
Figure 4.1.III : Plan général du polder rizicole de la Savane Sarcelle en 1994.	99
Figure 4.1.IV : Morphologie du marais de la savane Sarcelle en 1972. La circulation de l'eau est indiquée par des flèches (d'après Rossignol, 1972a).	101
Figure 4.2.I : Variations saisonnières de l'abondance de postlarves de <i>Penaeus subtilis</i> entrant dans le marais Sarcelle par le Goulet entre août 1971 et mai 1972. Courbe établie à partir de la figure 3 du rapport préliminaire de Rossignol (1972).	102
Figure 4.3.I : Histogramme des fréquences de taille des juvéniles de <i>Penaeus subtilis</i> capturés au haveneau dans le marais Sarcelle, à proximité de l'exutoire du Goulet le 21 juillet 1994 (d'après Le Cour Grandmaison, 1995).	105
Figure 5.1.I : Plan du chalut à poissons plats, modèle de celui qui a servi pendant la campagne "Epaulard" en mai 1994 (Nédélec, 1975).	109
Figure 5.2.I : Positions des radiales et des stations de la campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994 (adapté de Vendeville, 1995).	113
Figure 5.2.II : Facies sédimentaires observés sur la frange littorale pendant la campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994 (adapté de Vendeville, 1995).	114
Figure 5.2.III : Distribution des salinités au fond sur la frange littorale pendant la campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994 (adapté de Vendeville, 1995).	116
Figure 5.2.IV : Distribution de la transparence de la couche d'eau de surface sur la frange littorale pendant la campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994 (adapté de Vendeville, 1995).	117
Figure 5.2.V : Distribution des températures au fond sur la frange littorale pendant la campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994.	118
Figure 5.2.VI : Distribution de la densité pondérale totale selon sur les fonds de la frange littorale. Campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994.	126
Figure 5.2.VII : Distribution de la densité totale selon les radiales et les sondes sur les fonds de la frange littorale pendant la campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994 (d'après Vendeville, 1995).	132

Figure 5.2.VIII : Distribution de la densité de <i>Nematopalaemon schmitti</i> selon les radiales et les sondes sur les fonds de la frange littorale pendant la campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994 (d'après Vendeville, 1995).	132
Figure 5.2.IX : Distribution de la densité de <i>Xiphopenaeus kroyeri</i> selon les radiales et les sondes sur les fonds de la frange littorale pendant la campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994 (d'après Vendeville, 1995).	133
Figure 5.2.X : Distribution de la densité de <i>Penaeus subtilis</i> selon les radiales et les sondes sur les fonds de la frange littorale pendant la campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994 (d'après Vendeville, 1995).	133
Figure 5.2.XI : Distribution de la densité de <i>Aspreo aspreo</i> selon les radiales et les sondes sur les fonds de la frange littorale pendant la campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994 (d'après Vendeville, 1995).	134
Figure 5.2.XII : Distribution de la densité de <i>Arius sp.</i> selon les radiales et les sondes sur les fonds de la frange littorale pendant la campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994 (d'après Vendeville, 1995).	134
Figure 5.2.XIII : Distribution de la densité de <i>Macrodon ancylodon</i> selon les radiales et les sondes sur les fonds de la frange littorale pendant la campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994 (d'après Vendeville, 1995).	135
Figure 5.2.XIV : Distribution de la densité de <i>Stellifer rastrifer</i> selon les radiales et les sondes sur les fonds de la frange littorale pendant la campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994.	135
Figure 5.2.XV : Histogramme des fréquences de taille des crevettes <i>Penaeus subtilis</i> capturées pendant la campagne "Epaulard" de mai-juin 1994 (adapté de Vendeville, 1995).	138
Figure 5.2.XVI : Cartographie des estimations de densité par krigeage des recrues de <i>Penaeus subtilis</i> , en mai (a) et octobre (b) 1993. (d'après Nérini, 1994).	140
Figure 5.2.XVII : Variations des abondance en postlarves et en juvéniles de <i>Penaeus subtilis</i> observées sur l'estuaire du fleuve Organabo.	141
Figure 5.2.XVIII : Histogramme des fréquences de taille des crevettes <i>Xiphopenaeus kroyeri</i> capturées pendant la campagne "Epaulard" de mai-juin 1994 (adapté de Vendeville, 1995).	141
Figure 5.2.XIX : Comparaison des fréquences de taille des crevettes <i>Xiphopenaeus kroyeri</i> capturées pendant la campagne "Epaulard" et la campagne "Polca" (voir § 8).	142
Figure 5.2.XX : Variations des distributions des tailles des crevettes <i>Xiphopenaeus kroyeri</i> capturées pendant la campagne "Epaulard" de mai-juin 1994, en fonction de la profondeur.	142
Figure 5.2.XXI : Variations de la taille moyenne des crevettes <i>Xiphopenaeus kroyeri</i> capturées pendant la campagne "Epaulard" de mai-juin 1994, en fonction des radiales et de la profondeur.	143
Figure 5.2.XXII : Comparaisons des distributions des fréquences de taille des crevettes <i>Nematopalaemon schmitti</i> capturées pendant la campagne "Epaulard" en mai-juin 1994, de celles capturées dans l'estuaire de la rivière Cayenne en 1989 par les barrières chinoises et le filet à plancton à la station "ligne-électrique" et de celles capturées au filet luge le 4 janvier 1994 sur le banc de vase de la Pointe Macouria (Cf. § 6.2.1. et fig. 6.2.II).	143
Figure 5.2.XXIII : Histogramme des fréquences de taille des captures de <i>Arius sp.</i> pendant la campagne "Epaulard" de mai-juin 1994 (d'après Vendeville, 1995).	144
Figure 5.2.XXIV : Histogramme des fréquences de taille des captures de <i>Aspreo aspreo</i> pendant la campagne "Epaulard" de mai-juin 1994 (d'après Vendeville, 1995).	144
Figure 5.2.XXV : Histogramme des fréquences de taille des captures de <i>Bagre bagre</i> pendant la campagne "Epaulard" de mai-juin 1994 (d'après Vendeville, 1995).	145
Figure 5.2.XXVI : Histogramme des fréquences de taille des captures de <i>Isopisthus parvipinnis</i> pendant la campagne "Epaulard" de mai-juin 1994 (d'après Vendeville, 1995).	145
Figure 5.2.XXVII : Histogramme des fréquences de taille des captures de <i>Macrodon ancylodon</i> pendant la campagne "Epaulard" de mai-juin 1994 (d'après Vendeville, 1995).	146
Figure 5.2.XXVIII : Histogramme des fréquences de taille des captures de <i>Stellifer rastrifer</i> pendant la campagne "Epaulard" de mai-juin 1994 (d'après Vendeville, 1995).	146
Figure 5.2.XIX : Distribution des diversités selon les sondes pendant la campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994 (d'après Vendeville, 1995).	148
Figure 5.2.XXX : Distribution des diversités selon les salinités pendant la campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994.	148
Figure 5.2.XXXI : Distribution des diversités selon les radiales pendant la campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994 (d'après Vendeville, 1995).	149
Figure 5.2.XXXII : Distribution des diversités selon les radiales et les sondes pendant la campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994 (d'après Vendeville, 1995).	149
Figure 5.2.XXXIII : Diagramme rang-fréquence. Campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994.	150

Figure 5.2.XXXIV : Contributions des axes factoriels de l'analyse factorielle des correspondances simples sur les densités normalisées des 31 espèces benthiques les plus fréquentes. Campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994.	152
Figure 5.2.XXXV : Positions des stations et des espèces sur le premier plan factoriel (axes 1 et 2) de l'analyse factorielle des correspondances simples portant sur les densités normalisées des 31 espèces benthiques les plus fréquentes. Campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994.	153
Figure 5.2.XXXVI : Positions des stations et des espèces sur le plan des premier et le troisième axes factoriels de l'analyse factorielle des correspondances simples portant sur les densités normalisées des 31 espèces benthiques les plus fréquentes. Campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994.	154
Figure 5.2.XXXVII : Positions des stations et des espèces sur le plan des premier et quatrième axes factoriels de l'analyse factorielle des correspondances simples sur les densités normalisées des 31 espèces benthiques les plus fréquentes. Campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994.	154
Figure 5.2.XXXVIII : Dendogramme de la classification ascendante hiérarchique sur les coordonnées des espèces sur les 6 premiers axes factoriels de l'analyse factorielle des correspondances simples portant sur les densités normalisées des 31 espèces benthiques les plus fréquentes. Campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994.	155
Figure 5.2.XXXIX : Dendogramme de la classification ascendante hiérarchique sur les coordonnées des stations sur les 6 premiers axes factoriels de l'Analyse factorielle des correspondances simples portant sur les densités normalisées des 31 espèces benthiques les plus fréquentes. Campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994.	156
Figure 5.2.XL : Superposition de la distribution de la salinité et des résultats de la classification ascendante hiérarchique appliquée aux coordonnées des stations sur les 6 premiers axes factoriels de l'analyse factorielle des correspondances simples réalisée sur les densités normalisées des 31 espèces benthiques les plus fréquentes.	157
Figure 5.2.XLI : Superposition de la distribution de la salinité et des résultats de la classification ascendante hiérarchique appliquée aux coordonnées des stations sur les 6 premiers axes factoriels de l'analyse factorielle des correspondances simples réalisée sur les densités normalisées des 22 espèces benthiques les plus fréquentes.	159
Figure 6.1.I : Variations des abondances en postlarves et juvéniles de <i>Penaeus subtilis</i> et en juvéniles de <i>Xiphopenaeus kroyeri</i> à l'entrée du Goulet du marais Sarcelle entre le 1 ^{er} et le 3 juin 1985 (source IFREMER).	162
Figure 6.1.II : Variations de l'abondance en postlarves de <i>Penaeus subtilis</i> à l'entrée du Goulet du marais Sarcelle, pendant les flots et les jusants entre les mois de mai et octobre 1985 (source IFREMER). L'abondance est représentée sur une échelle logarithmique.	163
Figure 6.1.III : Variations de l'abondance en juvéniles de <i>Penaeus subtilis</i> , en flot et en jasant, à l'entrée du Goulet du marais Sarcelle entre les mois de mai et octobre 1985 (source IFREMER).	163
Figure 6.1.IV : Variations de l'abondance en juvéniles de <i>Xiphopenaeus kroyeri</i> , en flot et en jasant, à l'entrée du Goulet du marais Sarcelle entre les mois de mai et octobre 1985 (source IFREMER).	164
Figure 6.2.I : Plan du cadre du filet traîneau utilisé sur la rivière Cayenne en 1989 (d'après Lhomme, 1989).	165
Figure 6.2.II : Plan du cadre du chalut luge utilisé en 1994 sur les estuaires de la rivière Cayenne et du fleuve Organabo.	166
Figure 6.2.III : Distribution des fréquences de taille des juvéniles de <i>Penaeus subtilis</i> capturés dans la rivière Cayenne, sur le banc de la Pointe Macouria, entre le 4 janvier et le 7 avril 1989. Les courbes des fréquences de taille des échantillons d'effectif supérieur à 50, sont représentées en fonction du temps.	167
Figure 6.2.IV : Exemple de distribution des fréquences de taille de juvéniles de <i>Penaeus subtilis</i> et <i>Xiphopenaeus kroyeri</i> capturés au haveneau dans la rivière Cayenne, sur le banc de la Pointe Macouria, le 29 février 1992.	167
Figure 6.2.V : Relation entre la longueur céphalothoracique et la longueur totale observée chez <i>Penaeus subtilis</i> à partir de mesures effectuées sur des individus capturés dans les estuaires de Guyane au filet à plancton.	168
Figure 6.2.VI : Variations saisonnières des longueurs moyennes des juvéniles, des abondances de juvéniles et de postlarves de <i>Penaeus subtilis</i> sur l'estuaire de l'Organabo.	169
Figure 6.3.I : Variations des teneurs en nitrites au cours du temps dans les 4 aquariums.	173
Figure 6.3.II : Variations du pH au cours du temps dans les 4 aquariums.	173
Figure 6.3.III : Variations des teneurs en oxygène au cours du temps dans les 4 aquariums.	174
Figure 6.3.IV : Variations de la salinité au cours du temps dans les 4 aquariums.	174
Figure 6.3.V : Comparaison des mortalités cumulées dans les 4 aquariums.	175

Figure 6.3.VI : Comparaison des croissances observées dans les 4 aquariums et sur l'ensemble des lots.	178
Figures 6.3.VII : Comparaison des accroissements moyens observées dans les 4 aquariums et sur l'ensemble des lots.	179
Figure 6.3.VIII : Comparaison des accroissements journaliers moyens des juvéniles de <i>Penaeus subtilis</i> dans les 4 aquariums et sur l'ensemble des lots. Comparaison avec les résultats obtenus à 26°C sur des juvéniles de <i>Penaeus japonicus</i> dont la longueur totale était comprise entre 11 et 30 mm LT et entre 35 et 74 mm en début et fin d'expérience (Cahu, 1979).	180
Figure 6.3.IX : Correspondances entre les tailles des deux séries de mesures effectuées sur le lot de crevette du premier aquarium. (?) = incertitude due à l'absence de mesure sur une crevette le 2 décembre.	182
Figure 6.3.X : Correspondances entre les tailles des deux séries de mesures effectuées sur le lot de crevette du second aquarium. (†) = absence de mesure correspondante en raison du décès de la crevette.	182
Figure 6.3.XI : Etude de la relation entre l'accroissement en 17 jours et la taille initiale des juvéniles des deux lots étudiés, pris ensemble et séparément.	183
Figure 7.1.I : Chaîne trophique des détritivores initialisée essentiellement par les apports de feuilles de palétuvier dans les estuaires de Guyane (d'après Rojas-Beltran, 1986).	190
Figure 7.1.II : Comparaison des prévisions par les modèles de Turner (1977) et Martosubroto et Naamin (1977) appliqués au cas de la Guyane. La valeur de la latitude des côtes de la Guyane est fixée à 5°. Les résultats obtenus à partir de deux estimations de superficie occupée par la mangrove sont figurés : 500 km ² (de Granville <i>et al.</i> , 1993) et 275 km ² (Travassos, 1994).	191
Figure 7.1.III : Exemple de traitement d'image satellitaire. Les zones inondables et les divers faciès de végétation de la plaine littorale sont mis en évidence dans la région de la crique Yiyi, à l'est de l'embouchure du fleuve Sinnamary (d'après Travassos, 1994).	192
Figure 7.2.I : Distribution et composition des captures en crevettes par espèces de la flotille américaine entre 1972 et 1974 sur le plateau continental des Guyanes (d'après Jones et Dragovich, 1977)	193
Figure 7.2.II : Vue schématique de la distribution et de la migration de <i>Penaeus brasiliensis</i> sur les côtes nord-est d'Amérique du Sud. Les zones hachurées représentent des informations provenant d'autres sources que celles des campagnes "Nisshin-Marui 801" de 1980-1982 (d'après Kawahara, 1985).	195
Figure 7.2.III : Vue schématique de la distribution et de la migration de <i>Penaeus subtilis</i> sur les côtes nord-est d'Amérique du Sud. Les zones hachurées représentent des informations provenant d'autres sources que celles des campagnes "Nisshin-Marui 201" de 1980-1982 (d'après Kawahara, 1986c).	195
Figure 7.2.IV : Carte des ressources en crevettes de la région Guyane/Brésil (d'après Willmann et Garcia, 1986).	1996
Figure 7.4.I : Carte de Shark Bay, au nord ouest de l'Australie indiquant les principales zones de pêche et de nourriceries dont certaines connaissent des périodes de fermeture à la pêche. L'encart montre les isohyètes dans l'ouest de l'Australie (d'après Penn <i>et al.</i> , 1989).	1997
Figure 7.4.II : Carte du golfe Exmouth indiquant les principales zones de pêche et de nourriceries dont certaines connaissent des périodes de fermeture à la pêche (d'après Penn <i>et al.</i> , 1989).	197
Figure 7.4.III : Localisation des principales concentrations de Pénéidés et de leurs nourriceries dans le golfe Persique (d'après FAO, 1982).	198
Figure 7.4.IV : Localisation d'une zone de nourriceries de pénéidés et de poissons dans la péninsule de Malaisie (d'après Chong <i>et al.</i> , 1990). (●) : échantillonnage en mangrove ; (<) : échantillonnage au filet maillant ; (★) : échantillonnage au chalut.	199
Figure 8.1.I : Schéma du train de pêche d'un crevettier floridien : (A) chalut témoin ou "try-net" ; (B) et (C) chaluts principaux (D'après FAO, 1972)	202
Figure 8.1.II : Déplacement de la crevette <i>Penaeus subtilis</i> entre le jour et la nuit (D'après Durand, 1960).	203
Figure 8.1.III : Déplacement de la crevette <i>Penaeus brasiliensis</i> entre le jour et la nuit (D'après Durand, 1960).	203
Figure 8.2.I : Schéma de regroupements des aires en 5 strates utilisé lors de l'analyse des données des campagnes japonaises d'évaluation par chalutage de 1980-1981 (D'après Vendeville, 1984).	205
Figure 8.2.III : Schéma de stratification utilisé sur l'ensemble de la zone : Guyane et Suriname (D'après Kawahara <i>et al.</i> , 1983).	207
Figure 8.2.IV : Variations de la taille moyenne de <i>Penaeus subtilis</i> en fonction de la profondeur selon les sexes et comparaison entre l'est et l'ouest, en 1981 (D'après Vendeville, 1984).	207

Figure 8.2.V : Distributions des fréquences de taille de <i>Penaeus subtilis</i> par strate de profondeur et selon les sexes (mâles, en haut et femelles, en bas) observées en Guyane lors des campagnes de décembre 1980 et de février 1981 (D'après Vendeville, 1984).	208
Figure 8.2.VI : Distributions des fréquences de taille de <i>Penaeus subtilis</i> par strate de profondeur et selon les sexes (mâles, en haut et femelles, en bas) observées en Guyane lors des campagnes de mai et d'août 1981 (D'après Vendeville, 1984).	209
Figure 8.2.VII : Distributions des fréquences de taille de <i>Penaeus subtilis</i> par secteur, par strate de profondeur et selon les sexes (mâles, en bas et femelles, en haut) observées au Suriname et en Guyane lors de la campagne de février 1981 (D'après Kawahara, Funato, Inada et Mito, 1983).	210
Figure 8.2.VIII : Distributions des fréquences de taille de <i>Penaeus subtilis</i> par secteur, par strate de profondeur et selon les sexes (mâles, en bas et femelles, en haut) observées au Suriname et en Guyane lors de la campagne de mai 1981 (D'après Kawahara, Funato, Inada et Mito, 1983).	211
Figure 8.2.IX : Distributions des fréquences de taille de <i>Penaeus subtilis</i> par secteur, par strate de profondeur et selon les sexes (mâles, en bas et femelles, en haut) observées au Suriname et en Guyane lors de la campagne de août 1981 (D'après Kawahara, Funato, Inada et Mito, 1983).	212
Figure 8.3.I : Secteurs et radiales prospectés lors des 9 campagnes expérimentales "Penju" de juin 1986 à juillet 1988 (D'après Dintheer et Rosé, 1989).	214
Figure 8.5.I : Distribution des fréquences de taille des crevettes <i>Penaeus subtilis</i> capturées lors de la campagne "Juvecre 1" de mai 1989, à bord du "Nizery".	217
Figure 8.5.II : Distribution des fréquences de taille des crevettes <i>Penaeus subtilis</i> capturées lors de la campagne "Juvecre 2" de mars 1990, à bord du "Nizery".	219
Figure 8.6.I : Schéma de la stratification des 2 campagnes de l'IFREMER de mai et octobre 1993 et positions des stations (D'après Nérini, 1994).	220
Figure 8.6.II : Cartographie des estimations des densités totales par krigeage de <i>Penaeus subtilis</i> : (A) en mai 1993 ; (B) en octobre 1993 (d'après Nérini, 1994).	222
Figure 9.1.I : Courbes de sélectivité à différents maillages, cas de la crevette <i>Penaeus notialis</i> au Sénégal (d'après Lhomme, 1978).	227
Figure 9.1.II : Evolution des tailles moyennes de <i>Penaeus subtilis</i> en fonction de la profondeur et selon les sexes dans deux secteurs de Guyane en décembre 1978 (d'après Venaille, 1979).	227
Figure 9.1.III : Distribution de l'effort de pêche selon la profondeur en 1981 (d'après Garcia <i>et al.</i> , 1984).	227
Figure 9.1.IV : Evolution des captures mensuelles des catégories de crevettes de petite taille entre 1978 et 1993. Les débarquements de la catégorie 51/60 sont notés positivement et ceux de la catégorie 61/80, négativement.	228
Figure 9.1.V : Comparaison des c.p.u.e. des catégories 61/80+déchet (notées négativement), 51/60 et 51/80+déchet de 1978 à 1993.	229
Figure 9.1.VI : Comparaison de l'indice de recrutement utilisé en 1993 (Kopp, comm. pers.) et des prises et c.p.u.e. des catégories 51/80 + déchet.	229
Figure 9.2.I : Comparaison des variations saisonnières des indices de reproduction (femelles matures 3), de prérecrutement et de recrutement de <i>Penaeus subtilis</i> en Guyane et reconstitution du cycle vital.	231
Figure 9.2.II : Reconstitution du cycle vital de <i>Penaeus subtilis</i> en Guyane à partir des données de la pêche (D'après Garcia <i>et al.</i> , 1984).	232
Figure 9.2.III : Chronologie du cycle vital de <i>Penaeus notialis</i> , dans le cas du stock de Roxo-Bissagos au Sénégal (D'après Lhomme et Garcia, 1984).	233
Figure 9.2.IV : Cycle vital de <i>Penaeus merguensis</i> dans le sud est du Golfe de Carpentaria. Distribution de l'abondance aux principaux stades. Les flèches indiquent la progression des cohortes de septembre-octobre (trait plein) et de février-mars (tirets) (D'après Staples <i>et al.</i> , 1984).	233
Figure 9.2.V : Variation des c.p.u.e. des crevettes de la catégorie 50/80+déchets en Guyane de 1968 à 1982 (d'après Garcia <i>et al.</i> , 1984).	237
Figure 10.1.I : Modèle du cycle vital de la crevette <i>Penaeus merguensis</i> en Australie indiquant les facteurs abiotiques utilisés dans l'analyse des variations interannuelles des rendements (D'après Vance <i>et al.</i> , 1985).	239
Figure 10.2.I : Variations des indices de recrutement et de la pluviométrie annuels (D'après Garcia <i>et al.</i> , 1984).	238
Figure 10.2.II : Relation entre le recrutement annuel et la pluviométrie (D'après Garcia <i>et al.</i> , 1984).	238
Figure 10.2.III : Diagramme illustrant les effets de facteurs environnementaux agissant à moyen terme et à court terme (D'après Béné et Moguedet, 1994).	240
Figure 10.2.IV : Illustration de la contribution de plusieurs facteurs environnementaux agissant à des échelles temporelles différentes (D'après Béné et Moguedet, 1994).	240

Annexe 2 - Liste des tableaux

Tableau 3.1.I : Paramètres physico-chimiques de l'environnement mesurés.	30
Tableau 3.1.II : Autres paramètres environnementaux pris en compte.	30
Tableau 3.2.I : Caractéristiques morphologiques des postlarves <i>Penaeus subtilis</i> et <i>Xiphopenaeus kroyeri</i> en fonction de la taille. (adapté de Cook, 1966).	33
Tableau 3.3.I : Récapitulatif des prospections d'estuaires en Guyane de 1988 à 1994. Les 3 stations suivies le plus longtemps selon le protocole définitif, sont distinguées par un fond en grisé.	38
Tableau 3.4.I : Comparaison du retard des pics d'abondance en postlarves de <i>Penaeus subtilis</i> sur la marée basse de référence (Iles-du-Salut ou Roche Brigandin) en fonction du débit et du marnage sur la rivière Cayenne et les fleuves Sinnamary et Organabo.	57
Tableau 3.4.II : Etude semi-quantitative de l'intrusion de postlarves sur l'Organabo. Comparaison des courbes de montée et de descente par les valeurs des pics et les valeurs des aires.	68
Tableau 3.4.III : Comparaison des distributions par classes de taille des postlarves capturées au flot et au jusant dans l'estuaire de l'Organabo le 31 août 1993 par un test de χ^2 .	70
Tableau 3.5.I : Nombre d'échecs de mise en évidence des pics d'abondance au flot de l'après-midi dans les séries de données sur les 3 estuaires suivis en routine.	83
Tableau 3.6.I : Comparaison des abondances en postlarves de <i>Penaeus subtilis</i> observées pendant le flot de vives-eaux diurnes sur les estuaires prospectés en Guyane entre 1989 et 1994. N_0 =nombre d'observations ; Y_{max} et Y_{moy} , respectivement la valeur maximale et la valeur moyenne des pics d'abondance (nombre de postlarves/100 m ³) ; N_{IN} =nombre de couples de valeurs ayant servi au calcul des indices de nourricerie ; $IN1$ =indice de nourricerie tenant compte du volume filtré ; $IN2$ =indice de nourricerie calculé avec les densités par volume filtré et S_{IN2} , l'estimation de son écart-type.	88
Tableau 3.7.I : Principaux pics d'abondance mensuels par station et par espèce : <i>Xiphopenaeus kroyeri</i> et <i>Macrobrachium sp.</i>	91
Tableau 5.2.I : Exemple de fiche de chalutage du rapport de la campagne "Epaulard" (Vendeville, 1995).	112
Tableau 5.2.II : Exemple de fiche de mensuration du rapport de la campagne "Epaulard" (Vendeville, 1995).	112
Tableau 5.2.III : Inventaire faunistique des captures de la campagne de chalutage "Epaulard" sur la frange littorale en mai-juin 1994 (adapté de Vendeville, 1995). Les mensurations sont indiquées en longueur totale (moyenne, minimale et maximale).	120
Tableau 5.2.IV : Distribution des fréquences de capture des espèces benthiques sur les fonds de la frange littorale selon un gradient de profondeur. Campagne "Epaulard" de mai-juin 1994 (d'après Vendeville, 1995).	121
Tableau 5.2.V : Distribution des fréquences de capture des espèces en fonction d'un gradient de salinité. Campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994.	123
Tableau 5.2.VI : Distribution des fréquences de capture des espèces en fonction de la longitude (ou des radiales). Campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994.	124
Tableau 5.2.VII : Distribution des densités numériques des espèces benthiques sur les fonds de la frange littorale selon un gradient de profondeur. Campagne "Epaulard" de mai-juin 1994 (Vendeville, 1995).	127
Tableau 5.2.VIII : Distribution des densités numériques des espèces en fonction d'un gradient de salinité pendant la campagne de chalutage "Epaulard" en mai-juin 1994.	128
Tableau 5.2.IX : Distribution des densités numériques des espèces benthiques sur les fonds de la frange littorale selon la longitude (ou les radiales). Campagne "Epaulard" de mai-juin 1994.	129
Tableau 5.2.X : Caractéristiques écologiques et distribution des principales espèces capturées sur les fonds de la frange littorale pendant la campagne "Epaulard" en mai-juin 1994, d'après de précédentes études (adapté de Bertrand, 1994).	131
Tableau 5.2.XI : Distribution des fréquences de taille de <i>Penaeus subtilis</i> par station. Campagne "Epaulard", mai-juin 1994 (d'après Vendeville, 1995).	139
Tableau 5.2.XII : Distribution des fréquences de taille de <i>Xiphopenaeus kroyeri</i> par station. Campagne "Epaulard", mai-juin 1994 (d'après Vendeville, 1995).	139
Tableau 5.2.XIII : Contributions absolues des espèces à chacun des 4 premiers axes résultant de dans l'analyse factorielle des correspondances simples effectuée sur les densités normalisées des 31 espèces benthiques les plus fréquentes. Campagne "Epaulard" de mai-juin 1994.	152
Tableau 5.2.XIV : Contributions absolues des 20 premières stations à chacun des 4 premiers axes résultant de l'analyse factorielle des correspondances simples effectuée sur les densités normalisées des 31 espèces benthiques les plus fréquentes. Campagne "Epaulard" de mai-juin 1994.	153

Tableau 5.2.XV : Test de signification des coefficients de corrélation entre les principaux paramètres environnementaux et les coordonnées des stations sur les six premiers axes factoriels des trois analyses factorielles présentées.	158
Tableau 6.1.I : Effectifs et pourcentages des postlarves et juvéniles de <i>Penaeus subtilis</i> et <i>Xiphopenaeus kroyeri</i> capturés dans le Goulet du marais Sarcelle au filet fixe en 1985 (source IFREMER).	161
Tableau 6.3.I : effectifs initiaux de chaque aquarium.	172
Tableau 6.3.II : Densités maximales dans chaque aquarium et survies maximales.	176
Tableau 6.3.III : Evolution dans le temps de la moyenne (m) et de l'écart-type (s) des longueurs totales de chaque lot de crevettes et de l'ensemble, exprimés en mm LT ; (n) désigne l'effectif mesuré.	177
Tableau 6.3.IV : Evolution dans le temps de l'accroissement moyen de chaque lot de crevettes et de l'ensemble, exprimé en mm LT.	178
Tableau 6.3.V : Evolution dans le temps de l'accroissement journalier de chaque lot de crevettes et de l'ensemble, exprimé en $10^{-1} \times \text{mm LT} / 24 \text{ h}$. L'équivalent exprimé en mm LT par mois, est également indiqué dans le cas du total.	179
Tableau 6.3.VI : Principaux résultats du troisième essai dans 2 aquariums : effectifs, nombres de décès, tailles, accroissements en 17 jours, journaliers et mensuels. (nbr = nombre ; m = moyenne ; s = écart-type).	181
Tableau 6.5.I : Estimations de la croissance des postlarves et juvéniles de <i>Penaeus subtilis</i> en Guyane.	185
Tableau 6.5.II : Exemples d'estimations de la croissance des juvéniles chez plusieurs espèces de pénéidés dans d'autres régions du monde.	187
Tableau 8.2.I : Evaluation des rendements moyens (kg/h) en <i>Penaeus subtilis</i> et <i>P. brasiliensis</i> lors des 3 campagnes japonaises de 1981.	206
Tableau 8.4.I : caractéristiques des navires "Polca" et "André Nizery" (D'après Lins Oliveira, 1991).	215
Tableau 8.4.II : caractéristiques des chaluts utilisés à bord de la "Polca" et du "André Nizery" (D'après Lins Oliveira, 1991).	215
Tableau 8.5.I : Rendements en crevettes et poissons observés lors de la campagne "Juvcre 1" de mai 1989 à bord du "Nizery". Les valeurs exprimées en kg/h ont été multipliées par 2 pour se ramener à un rendement de 2 chaluts.	217
Tableau 8.5.II : Rendements en crevettes observés lors de la campagne "Juvcre 2" de mars 1990 à bord du "Nizery". Les valeurs exprimées en kg/h ont été multipliées par 2 pour se ramener à un rendement de 2 chaluts.	218
Tableau 9.2.I : Durée moyenne séparant les stades de reproduction, prérecrutement et recrutement de <i>Penaeus subtilis</i> en Guyane.	230

Annexe 3 - Liste des photographies

Photo 3.1.I (ci-dessus) : Filet à plancton utilisé pour les prélèvements dans les estuaires (d'après Lhomme, 1989 ; cliché Lhomme).	31
Photo 3.1.II (à droite) : Vue du train de pêche utilisé lors des prélèvements de plancton dans les estuaires (d'après Vendeville, 1993a ; cliché Vendeville).	31
Photo 3.3.I : Exemple de chenal côtier de la région de Kourou (D4APR7S Lhomme, 1991 ; cliché Lhomme).	38
Photo 3.3.II : Vue de l'embouchure du Sinnamary à partir de la Roche Brigandin en 1992. L'érosion a formé une nouvelle passe à l'est et a isolé la partie distale de la Pointe des Palétuviers qui forme à présent un îlot. (cliché Vendeville).	40
Photo 3.3.III : Vue de l'embouchure de l'Organabo en décembre 1993. L'érosion a percé une brèche dans le cordon littoral de palétuviers. Aux marées hautes de vives-eaux, la mer pénètre dans la plaine vaseuse de la rive droite par la nouvelle brèche formée à l'est (cliché Vendeville).	40
Photo 3.3.IV : Estuaire de la crique Canceler. <i>Laguncularia racemosa</i> (premier plan) et <i>Avicennia nitida</i> . (cliché Vendeville).	40
Photo 3.3.V : <i>Rhizophora mangle</i> dans un marais sub-côtier de la Crique Malmanoury. (D4APR7S Vendeville, 1993a ; cliché Vendeville).	40
Photo 3.3.VI : Terrasse haute de la rive droite de l'Organabo, site d'une mangrove haute dégénérée - "cimetière à mangrove" (d'après Vendeville, 1993a ; cliché Vendeville).	46
Photo 3.3.VII : Erosion de la mangrove haute d' <i>Avicennia nitida</i> sur le front de mer à l'embouchure de l'Organabo. (Cliché Vendeville).	46
Photo 4.I : Exemple de marais côtier de la région de Kourou (d'après Lhomme, 1991 ; cliché Lhomme).	97
Photo 4.1.I : Vu de l'exutoire du Goulet dans sa fonction de déversoir du marais à marée basse en juillet 1994. (d'après Le Cour Grandmaison, 1995 ; cliché Le Cour Grandmaison).	100
Photo 5.1.I : Le chalutier côtier "Epaulard" utilisé pour la campagne de prospection des fonds de la frange littorale en mai 1994. (d'après Vendeville, 1995 ; cliché Vendeville).	108
Photo 5.1.II : Vue du chalut et de son cadre muni de deux larges patins lui permettant de travailler sur les fonds de vase fluide (d'après Vendeville, 1995 ; cliché Vendeville).	110
Photo 5.2.I : Collecte de litière végétale dans un coup de chalut au large de l'Approuague. (Cliché P. Vendeville).	115
Photo 6.2.I : Vue du chalut traîneau utilisé en 1989 dans l'estuaire de la Rivière Cayenne (Cliché Lhomme).	165
Photo 8.2.I : Vue du chalutier crevettier "Nisshin Maru 201" à bord duquel se sont déroulées les campagnes japonaises (Cliché Lemoine, <i>in</i> Lemoine <i>et al.</i> , 1982).	204
Photo 8.2.II : Vue d'un crevettier à gréement floridien sur les lieux de pêche. On distingue parfaitement les deux tangons latéraux et les deux chaluts qui viennent d'être remontés (cliché Lhomme).	205
Photo 8.4.I : Chalut d'essai professionnel ou "Trynet" utilisé lors de la campagne à bord de la "Polca". (a) chaîne gratteuse ; (b) et (c) panneaux divergents ; (d) corps du chalut ; (e) poche du chalutoù on distingue, en vert, le doublage extérieur du fourreau protecteur (d'après Lhomme, 1989 ; cliché Lhomme).	216

Annexe 4 - Références bibliographiques sur la zone côtière de Guyane^a

La liste bibliographique ci-dessous témoigne de l'abondance et de la diversité des travaux réalisés sur la zone côtière et le plateau continental de Guyane. Ces acquis scientifiques constituent une solide base pour le développement des actions du PNOC.

Cet inventaire reprend l'essentiel des références répertoriées par Lhomme (1990) complété par les éléments apportés par les participants à la réunion de Brest. Il comprend 277 entrées et servira à la constitution de la base documentaire nécessaire à la synthèse des connaissances sur les côtes de Guyane.

- Abbes R, Y Aldebert, D Dorel, C Leroy, R Lemen, J Prado & C Saint-Felix 1972. Reconnaissance des fonds de pêche de la Guyane Française. *Science et Pêche, Bulletin Institut des Pêche Maritime* 210 : 1-22.
- Aizawa M, T Arai, E Fujii, T Inada, K Matsuura, T Miyake, K Sasaki, Y Sato, T Shimizu & T Uyeno 1983. Fishes trawled off Suriname and French Guiana. *Japan Marine Fishery Ressources Research Centre* : 519 pp.
- Alexander CR, CA Nittrouer & DJ DeMaster 1986. High-resolution seismic stratigraphy and its sedimentological interpretation on the Amazon continental shelf. *Cont. Shelf Res.* 6 : 337-357.
- AmasSeds A 1990. A multidisciplinary Amazon shelf sediment study. *Eos* 71 : 1776-1777.
- Andrieux P 1992. Influence de la variabilité spatiale des caractéristiques physiques des sols sur la dynamique hydrique d'une barre pré-littorale (plaine côtière de Guyane française) In : Prost MT & C Charron (eds.) Evolution des littoraux de Guyane et de la zone Caraïbe méridionale pendant le quaternaire. *Symp. PICG 274/ORSTOM, Cayenne, Guyane, 9-14 nov. 1990* : 7-17.
- Anonyme 1973 L'exploitation de la crevette sur les côtes de Guyane III. *La Pêche Maritime* : 1148.
- Bellemare D 1987. La pêche en Guyane: tradition et modernisme *Antiane* 3 : 16-19.
- Béné C 1995. Analyse d'un système pêche face à la variabilité de son environnement: recherches sur sa dynamique et sa résilience et tentative de modélisation ; le cas de la pêcherie crevette guyanaise. *Thèse de Doctorat*
- Béné C 1995. La pêcherie crevette guyanaise : un oscillateur dynamique forcé. *Recherches Marines (IFREMER)*. 10 : 4-6.
- Béné C & P Moguedet 1994. Global versus local changes: a digression from the case of penaeid stocks. Application to the French Guyana shrimp stock ? : 1-43.
- Ben-Ouada H 1983. Etude économique comparative des embarcations pratiquant lapêche à la "follette" dans les eaux de la Guyane Française. *Mémoire D.A.A. ENSAR* : 1-63.
- Berthois L & J Hoorelbeck 1968. Etude dynamique de la sédimentation dans trois cours d'eau de la Guyane française : la rivière Mahury, la rivière de Cayenne et le fleuve Maroni. *Mémoire ORSTOM* 27 : 128 pp.
- Bertrand A 1994. Etude du cycle vital de la crevette péneïde *Penaeus subtilis* en Guyane Française. *Mémoire DAA ENSAR Rennes, Spécialisation Halieutique* : 56 pp.
- Binet D & P Le Loeuff P 1992. Recherches à l'interface continent-océan. *Rapport Pour C.S.H.O. ORSTOM* : 1-25.
- Blasco F 1991. Les mangroves. *La Recherche* 22 (231) : 444-453.
- Boerema L K 1977. Expected effects of possible regulatory measures in the shrimp fishery, with special reference to the fisheries of the Guianas and Northern Brazil. *FAO* : 1-10.
- Boerema L K 1980. Expected effects of possible regulatory measures in the shrimp fishery with special reference to fisheries of the Guianas and Northern Brazil. *WECAF Rep.* 28 : 144-151.
- Bonnet M, M Lemoine & J Rose 1975. Possibilités de développement de la pêche de la crevette côtière en Guyane. Première campagne de prospection (17-2 au 1-3 1975). *Science et Pêche. Bull. Inst. Pêches Marit.* 245 : 1-12.
- Bonnet M, M. Lemoine & J. Rose 1975. Une ouverture nouvelle pour les cultures marines. L'ostréiculture en Guyane. *Science et Pêche, Bull. Inst. Pêches Marit.* 249 : 12 pp.

^a tiré du rapport : Programme national d'océanographie côtière. Chantier Guyane. Propositions d'actions de recherche et demandes budgétaires pour 1997 - J. Clavier, ORSTOM Brest, Octobre 1997, 37 p.

- Boujard T & R Rojas Beltran 1988. Zonation longitudinale du peuplement ichtyque du fleuve Sinnamary (Guyane Française) *Rev. Hydrobiol. Trop.* 21(1) : 47-61.
- Bouysse P, RR Kudrass & F Le Lann 1977. Reconnaissance sédimentologique du plateau continental de la Guyane française. Mission GUYAMER 1975. *Bull. B.R.G.M.* 2 : 141-179
- Bouysse P, P Vairon & H Zeegers 1980. Géochimie des sédiments superficiels du plateau continental de la Guyane Française. *Bull. Inst. Géol. Bassin d'Aquitaine* 28 : 93-114.
- Boye M 1960. La géologie des plaines basses entre Organabo et le Maroni (Guyane française). *Thèse de 3^{ème} cycle en sédimentologie, Orsay.*
- Boye M, G Cabaussel & Y Perrot 1978. *Climatologie*. In: O.R.S.T.O.M./C.N.R.S. Atlas des dept français d'Outre Mer - IV La Guyane : 7-8
- Briantais A ?. L'exploitation des crevettes en mer des Caraïbes et sur les côtes Atlantiques de l'Amérique du Sud. *La Pêche Maritime* : 1078-1080.
- Brugière JM 1963. Présence de la crevette Sea-bob (*Xiphopenaeus kroyeri*) dans la rivière de Cayenne ; son absence dans le Mahury. Première note : étude en période de marées de vives eaux et débits de moyennes crues. *ORSTOM Cayenne* : 1-7.
- Bullis HR Jr & JR Thompson 1959. Shrimp exploration by M/V Oregon along the northeast coast of South America. *Comm. Fish. Rev.* 21(11) : 1-9.
- Cadee GC 1975. Primary production off the Guyana coast. *Neth. J. Sea Res.* 9 : 126-143.
- Castaing P & M Pujos 1976. Interprétation de mesures hydrologiques effectuées sur le plateau continental de la Guyane Française. *Bulletin Inst. Géol. Bassin d'Aquitaine* 20 : 99-106.
- Cautru JP 1992. L'altération du socle ancien de la région de Cayenne. In : Prost MT & C Charron (eds.) Evolution des littoraux de Guyane et de la zone Caraïbe méridionale pendant le quaternaire. *Symp. PICG 274/ORSTOM, Cayenne, Guyane, 9-14 nov. 1990* : 49-61
- Cavalcante PPL & A Dragovich 1985. The international shrimp tagging programme off the northeastern coasts of South America and its currents status. *FAO Fish. Rep.* 327 : 126-136.
- Chagnaud M 1988. Etude des sédiments carottés du plateau continental de la Guyane Française, recherche sur la nature et l'origine des phyllites aithigènes. *Dip. Et. Sup. Sci. Nat. Bordeaux* : 114 pp.
- Charron C, M Lointier, MT Prost & JP Rudant 1992. Etude du littoral et des estuaires guyanais utilisant l'imagerie SPOT et LANDSAT. In : Prost MT & C Charron (eds.) Evolution des littoraux de Guyane et de la zone Caraïbe méridionale pendant le quaternaire. *Symp. PICG 274/ORSTOM, Cayenne, Guyane, 9-14 nov. 1990* : 61-73.
- Charron C & M Lointier 1990. L'hydrodynamisme des fleuves autour de l'île de Cayenne. Seuillage et classification d'images. *Guide D'Excursion Symposium International PICG274/ORSTOM, Cayenne, Guyane, 9-14 nov. 1990* : 31-39.
- Choubert B 1952. Sédimentation actuelle en Guyane française. *C.R. XIX Congrès Géol. Int., Algersect.* 4 : 65-73
- Choubert B & M Boye 1959. Envasement et dévasement du littoral en Guyane française. *C.R. Acad. Sci.* 249 : 145-147.
- Colin C 1987. Etude de la variabilité spatio temporelle des courants et des structures hydrologiques sur le bord ouest de l'Océan Atlantique (plateau continental de la Guyane Française). *Projet de recherche, centre ORSTOM de Cayenne* : 1-45.
- Colin C & B Bourlès 1990. Western boundary currents in front of French Guiana. In : Prost MT & C Charron (eds.) Evolution des littoraux de Guyane et de la zone Caraïbe méridionale pendant le quaternaire. *Symp. PICG 274/ORSTOM, Cayenne, Guyane, 9-14 nov. 1990* : 73-93.
- Colin C & B Bourlès 1994. Western boundary currents and transports off French Guiana as inferred from Pegasus observations. *Oceanologica Acta* 17
- Colin C, R Chuchla & J Merlivat 1990. Programme NOE : Résultats hydrologiques et courantologiques des campagnes de mai, juin et juillet 1989. *Doc. Scient. n°O.P.II, Centre ORSTOM de Cayenne.*
- Colin C, B Bourlès, R Chuchla & F Dangu 1994. Western boundary current variability off French Guiana as observed from moored current measurements. *Oceanol. Acta* 17(4) : 345-354.
- Conseil régional de Guyane 1991. Schéma directeur de la pêche artisanale en Guyane. Rapport final. Dossier de Synthèse. Document provisoire. *Rapport* : 1-38.
- COPACO 1983. Rapport de la troisième session du groupe de travail sur l'évaluation des ressources halieutiques marines. Kingston, Jamaïque, 17-21 mai 1982. *FAO, Rapp. Pêches* 278 : 34 pp.
- Couturier C 1986. Hydrologie fluviale en Guyane française. E.N.S.E.E.I.H.T. Toulouse, *O.R.S.T.O.M. Cayenne. Rapport de stage 2^{ème} année, 2^{ème} partie : régime des fleuves et recrutement de la crevette Penacus.*

- Cummins RC Jr & AC Jones 1973. Distribution of commercial shrimp off the northeastern coast of South America. *Mar. Fish. Rev.* 35(3-4) : 31-35.
- Desse M 1985 La pêche cotière en Guyane. *Mémoire U.B.O., Départ. de Géographie* : 1-218.
- Desse M 1986 De bons atouts pour un développement de la pêche côtière en Guyane. *France Pêche* 315 : 28-30.
- Desse M 1986. La commercialisation des produits de la mer en Guyane. *Centre Guyanais d'Etudes et de Recherches Equinoxe* 22 : 79-94.
- Desse M 1987. La construction et l'entretien de la flotille de pêche côtière en Guyane Française. *France Pêche* 316 : 12-15.
- Desse M 1988. Les pêches guyanaises à la conquête de nouveaux espaces, analyse des vingt dernières années. *Cahiers d'Outre Mer* 41(164) : 357-378.
- Dessier A, Y Bernard & P Le Loeuff 1990. L'impact des effluents fluviaux sur les écosystèmes marins. L'amazone et l'Atlantique tropical nord ouest. *Doc. Int. ORSTOM. Compilation bibliographique* : 1-44.
- Dintheer C 1986. Conséquences de la création de la Z.E.E. sur les résultats d'exploitation et le recrutement de la pêcherie crevettière de la Guyane française. *Doc. Scient. Pole de Recherche Océanol. Halieut. Caraïbe* 10 : 24-57.
- Dintheer C 1986. Le développement économique guyanais et ses ambiguïtés : la controverse pêche-riziculture. *IFREMER, Ressources Halieutiques, Cayenne « L'Environnement Aux Antilles-Guyane »* : 1-17.
- Dintheer C & S Duvivier 1985. Aménagement intégré de la pêcherie crevettière de la Guyane française. Adaptation du système Argos à la collecte des données de pêche. *IFREMER Rapport Intermédiaire de la Décision d'Aide S.E.Mer. N° 85-01-10* : 1-12.
- Dintheer C & S Duvivier 1985. Aménagement intégré de la pêche crevettière en Guyane Française Utilisation du système Argos. 3ème partie: Expérience à la mer et premières conclusions. *IFREMER. Direction des Ressources Vivantes. Dept Ressources Halieutiques* : 1-13.
- Dintheer C & S Duvivier 1986. Aménagement intégré de la pêcherie crevettière en Guyane Française. Adaptation et utilisation du système Argos pour la collecte de données de pêche. *IFREMER. Direction Des Ressources Vivantes. Dept Ressources Halieutiques. Rapport Final De La Décision S.E.Mer N°850110* : 1-52.
- Dintheer C & JY Le Gall 1988. Analyse et modélisation des composantes biologiques de la pêcherie crevettière de Guyane française. *Rapport de Convention IFREMER Cayenne, nov. 88* : 84 pp.
- Dintheer C & J Rose 1986. Gestion de stock, droit de la mer et environnement : l'exemple de la pêcherie crevettière de Guyane Française de 1958 à 1988. *Le littoral Guyanais SEPANGUY-SEPANRIT* : 205-220.
- Dintheer C & J Rose 1988. Bilan 1986 et 1987 des activités crevettières en Guyane française. *Rapport IFREMER Cayenne* : 20 pp.
- Dintheer C & J Rose 1989. Distribution spatio temporelle de *Penaeus subtilis* au large de la Guyane Française. Bien fondé de l'interdiction de pêche dans les 30 mètres et propositions d'aménagement. *Rapport de Convention IFREMER Cayenne* : 88 pp.
- Dintheer C & J Rose 1989. Report on 1986 and 1987 shrimp activities in French Guiana. *Report of the 2nd workshop on the biological and economical modelling of the shrimp resources of the Guyana-Brazil shelf. WECAFC* : 39-52.
- Dintheer C, Y Cadiou & C Leroy 1987. Aménagement intégré de la pêcherie crevettière de la Guyane française. Adaptation du système Argos à la collecte des données de pêche. *Rapport Final Convention, convention DRV 87/012 RH Cayenne* : 52 pp.
- Dintheer C, Y Cadiou & J Rose 1987. Gestion et aménagement de la pêcherie crevettière en Guyane Française intégrant l'utilisation élargie du système argos. *IFREMER Rapport Final. Contrat IFREMER/CEE XIV B.1 86/1210436/F* : 20 pp.
- Dintheer C., Y Cadiou & J Rose 1989. Gestion et aménagement de la pêcherie crevettière en Guyane française intégrant l'utilisation élargie du système Argos. *IFREMER, rapport final contrat C.E.E.* : 1-4.
- Dintheer C, J Rose, JB Perodou & E Prevost 1988. Informations et recommandations scientifiques pour l'élaboration des règlements communautaires 1989 régissant les pêches hauturières dans la Z.E.E. de la Guyane française. *Rapport IFREMER Cayenne* : 20 pp.
- Dintheer C, S Duvivier, C Leroy & Y Cadiou 1985. Aménagement intégré de la pêcherie crevettière de la Guyane française intégrant l'utilisation élargie du système ARGOS. *Rapport Final. Contrat IFREMER / CEE XIV B186/1210436 /F* : 20 pp.
- Dintheer C, B Gilly, JY Le Gall, M Lemoine & J Rosé 1989. La recherche et la gestion de la pêcherie de crevettes péneïdes en Guyane Française de 1958 à 1988 : trente années de surf. *Equinoxe* 28 : 21-33.
- Diop M 1991. Rapport de stage sur l'étude des crevettes. *Document Interne ORSTOM/IFREMER* : 43 pp.

- Djuwansah M, M Delaune & C Marius 1992. Sédimentologie des formations holocènes de la Guyane française. *In* : Prost MT & C Charron (eds.) Evolution des littoraux de Guyane et de la zone Caraïbe méridionale pendant le quaternaire *Symp. PICG 274 ORSTOM, Cayenne, Guyane, 9-14 nov. 1990* : 133-151.
- Dragovich A 1981. Guyanas - Brazil shrimp related U.S. research activity. *Mar. Fish. Rev* 43(2) : 9-19.
- Dragovich A 1983. National Fisheries Report U.S.A., 1982. *FAO Fish. Rep. FIP/R278 Supl. Groupe de Travail COPACO* 278 : 1-13.
- Dragovich A 1983. Trip report on site visits to the shrimp companies, processing plants, and fisheries research centers in Guiana, Surinam and French Guiana. *Commercial Fisheries Investigation Program, National Marine Fisheries Service, Miami, Florida* : 1-22.
- Dragovich A & EM Coleman 1980. The U.S. shrimp fishery off the coast of Northeastern Brazil, French Guiana, Suriname and Guyana (1975-1977). *WECAFC Reports. Proc. Working Group on Shrimp Fisheries of the NE South America, Panama 23-27 April 1979* 28 : 77-98.
- Dragovich A & EM Coleman 1983. Participation of U.S. trawlers in the offshore shrimp fisheries off French Guiana, Surinam and Guyana. 1978-1979. *Mar. Fish. Rev.* 45(4-6) : 1-9.
- Dragovich A & JE Tashiro ?. Biological sampling of the landings of the Guianas shrimp fishery. *National Marine Fisheries Service, Dept. of Commerce, Miami, Florida* : 1-8.
- Dragovich A & L Villegas 1982. Small scale (artisanal) fisheries of northern Brazil (Para), French Guiana, Surinam and Guiana. *F.A.O. Fish. Rep.* 278(supl.) : 192-214.
- Dragovich A, AC Jones & GC Boucher 1978. United States shrimp survey off the Guianas and Northern Brazil (1972 - 1976). *National Marine Fisheries Service N.O.A.A. Miami, Florida. Doc. Dactylogr.*
- Dufresne R 1976. La pluviométrie exceptionnelle du premier semestre 1976 en Guyane. *La Météorologie 6^{ème} Série, n° Spécial 6* : 27-29
- Durand J 1955. Etat actuel de la pêche en Guyane. *Rap. IFAT* : 6 pp.
- Durand J 1955. Possibilités de pêche des crevettes en Guyane française. *Rap. IFAT* : 6 pp
- Durand J 1959. Notes sur le plateau continental Guyanais : les éléments principaux de la faune et leurs relations avec le fond. *Cah ORSTOM* 3 : 93 pp.
- Duvivier S, C Dintheer & C Leroy 1985. Shrimps stock assessment in french Guiana : the Argos system utilisation. *Argos User Conference New Orleans Louisiana*
- Ehrhardt NM 1987. Draft report of the workshop on the biological and economic modelling of the shrimp resources on the Guyana Brazil shelf. Miami Florida U.S.A 26-28 June 1986 *WECAF/87/Inf 5* : 47 pp.
- Eisma D & H.W. Van der Marel 1971. Marine muds along the Guyana coast and their origin from the Amazon basin. *Contr. Mineral and Petrol.* 31 : 321-334.
- Eisma D, PG Augustinus & C Alexander 1991 Recent and subrecent changes in the dispersal of Amazon mud. *Netherlands Journal of Sea Research* 28 : 181-192.
- Esteve R 1981. Bilan et perspectives de la pêche en Guyane. *Chambre de Commerce et d'Industrie de la Guyane Française E.C.T.I.* : 1-37.
- FAO 1988. Western Central Atlantic Fishery Commission. Report on the second workshop on the biological and economical modelling of the shrimp resources on the Guyana-Brazil shelf. Cayenne, French Guiana. *FAO Fisheries Report FIRM/R418* 418 : 1-89.
- Farrugio H ?. Campagne du N/O "OREGON II" sur le plateau continental Guyano-Brésilien. *ISTPM, Martinique (Rapport De Mission)* : 1-7.
- Frappa M & M Pujos 1994. Late quaternary evolution of the French Guiana continental shelf : evidence from 3.5 kHz data. *Marine Geology* 121 : 231-245.
- Fritsch JM 1985. Use of the Argos system for hydrological study of coastal swamps in French Guyana. *Argos Users Conference, New Orleans, Louisiana 23-25 Sept.* 85.
- Froidefond JM 1984. Processus morphogénétiques et évolution récente du littoral des Antilles et de la Guyane française. *Rapport IGBA/CORDET n°84L0896* : 27 pp.
- Froidefond JM & MT Prost 1985. Etude préliminaire des déplacements du littoral de la Guyane française par survols aériens et comparaisons cartographiques. *Coll Bordomer 85, Bordeaux* : 1 p.
- Froidefond JM & M Pujos 1988. Recognition of net deposition and erosion along French Guiana coast based on comparison of historical amp. *Chapman conf. on Amazon dispersal system, Charleston 29-2/5-3 1988* : 23

- Froidefond JM & M Pujos 1988. Analysis of the displacement of intertidal mud flats in French Guiana between 1973 and 1984. A record of coastal sediment transport. *Chapman Conf. on Amazon dispersal system, Charleston* 29-2/5-3 1988 : 25
- Froidefond JM, R Griboulard & MT Prost 1985 Mesure du déplacement des bancs de vase le long des côtes de la Guyane Française entre 1979 et 1984. *Note IGBA/CNRS France*.
- Froidefond JM, R Griboulard & MT Prost 1986. Mesure du déplacement des bancs de vase le long des côtes de la Guyane française entre 1979 et 1984. *Jour. Rec. Océano, Paris* 11 : 1203-1232.
- Froidefond JM, MT Prost & R Griboulard 1985. Etude de l'évolution morpho-sédimentaire de littoraux argileux sous climat équatorial : l'exemple du littoral guyanais. *Rapport IGBA/CORDET n°84L0897* : 189 pp.
- Froidefond JM, M Pujos & X André 1988. Migration of mud banks and changing coastline in French Guiana. *Marine Geology* 84 : 19-30.
- Froidefond JM, R Griboulard, R Prud'homme & M Pujos 1987. Déplacement des bancs de vase et variation du littoral de la Guyane française. *Bull. Inst. Géol. Bassin d'Aquitaine* 42 : 37.83.
- Funato ITK & M Hasegawa 1983. Report of the resource survey on the deep sea shrimps and bottom fishes in the waters off Surinam and French Guiana, 1980-1981. *Japan Marine Fishery Resource Research Center, Tokyo, Japon, 21* 1980 : 1-55.
- Garcia S 1972. Etude du projet de création d'une station maricole expérimentale dans les marais de Mana pour évaluer les possibilités d'élevage semi-extensif des crevettes penaeidés (prés. par M. ROSSIGNOL). *Rapport de Mission ORSTOM, Cayenne* : 1-12.
- Garcia S, E Lebrun & M Lemoine 1984. Seasonal and long term variability of recruitment in French Guiana shrimp fishery on *Penaeus subtilis* *FAO Rapp. Pêche* 327 Supp : 242-250.
- Garcia S, E Lebrun & M Lemoine 1984 Le recrutement de la crevette *Penaeus subtilis* en Guyane Française *Rapp. Tech. ISTPM* 9 : 43 pp.
- Gibbs RJ 1980. The suspended material of the Amazon shelf and tropical Atlantic ocean. In : *Suspended solids in water. Marine Science series* 4, Plenum Press, New York : 203-210.
- Gilly B & Y Cochet 1988. Analyse économique de la pêche crevettière de Guyane Française. *Rapp. Int. IFREMER, DRV-88 023-SDA/Paris* 47 pp.
- Gilly B & Y Cochet 1988. Analyse bioéconomique de l'exploitation des crevettes en Guyane Française. *Rapp. Int. IFREMER, SDA-87-16* : 40 pp.
- Gimenez E, J Paez & B Guitart 1980. Relaciones morfométricas de algunos peneidos de la plataforma Guyanesa. *WECAF Reports. Proc. of the Working Group on Shrimp Fish. Of the Northeastern South America, 23-27 April 1979, Panama* 28 : 215-232.
- Granville (de) JJ 1986. Les formations végétales de la bande côtière de Guyane Française. *Sepanguy-Sepanrit Le Littoral Guyanais* : 47-64.
- Granville (de) JJ 1992. Les formations végétales actuelles des zones côtières et subcôtières de Guyane. In : Prost MT & C Charron (eds.) Evolution des littoraux de Guyane et de la zone Caraïbe méridionale pendant le quaternaire. *Symp. PICG 274/ORSTOM, Cayenne, Guyane, 9-14 nov. 1990* : 231-251.
- Grimaldi M, C Grimaldi & B Barthes 1992. Variations spatiales des barres pré-littorales de la plaine côtière ancienne de Guyane. In : Prost MT & C Charron (eds.) Evolution des littoraux de Guyane et de la zone Caraïbe méridionale pendant le quaternaire. *Symp. PICG 274/ORSTOM, Cayenne, Guyane, 9-14 nov. 1990* : 251-265.
- Gueguen F 1991. Les crevettes profondes du talus continental de la Guyane française. 1 Résultats des deux campagnes de prospection réalisées en 1990 (août et novembre). *Document IFREMER Cayenne, Conseil Régional* : 1-66.
- Gueguen F 1991. Les crevettes profondes du talus continental de la Guyane. 2 Etude biométrique de quatre crevettes profondes de la Guyane française. *Rapport IFREMER Cayenne. Conseil Régional* : 1-91.
- Gueguen F 1992. Bilan des connaissances sur les crevettes profondes du talus continental de la Guyane française. Perspectives d'exploitation. *Rapport de Convention IFREMER Cayenne* : 126 pp.
- Guillobez S 1980. Déplacement des mangroves de front de mer sur la côte de Guyane entre l'Oyapock et le Maroni. *C.R. Hebd. Séances Acad. Sci. Paris, Ser D.* 291(7) : 641-644.
- Guitart B & I Fraga 1980. Observaciones biológicas sobre el *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller) en la plataforma de Guyana. *WECAF Reports* 28 : 187-196.
- Humbel HX 1989. Qualité et dynamique des eaux fluviales de Guyane Française. *ORSTOM, Centre de Cayenne* : 1-35.

- IEDOM (Institut d'Emission des Départements d'Outre Mer) 1985. Analyse économique de la pêche crevettière en Guyane Française. *Doc. I.E.D.O.M.* : 64 pp.
- IFREMER 1984. La notion d'optimum de gestion en matière de pêche crevettière en Guyane. *Doc IFREMER Cayenne* 40 : 1-7.
- IFREMER 1985. Analyse économique de la pêche crevettière en Guyane Française. *Doc. IFREMER Cayenne* : 1-64.
- IFREMER 1986 Bilan 1985 des pêcheries hauturières en Guyane Française. *Doc. IFREMER Cayenne* : 15 pp.
- IFREMER 1987. Informations et recommandations scientifiques pour l'élaboration des règlements communautaires 1988 régissant les pêches hauturières dans la ZEE de Guyane Française. *Doc IFREMER Cayenne* : 20 pp.
- IFREMER 1987. Les poissons et crustacés de Guyane française à caractère commercial (classés par niveau d'abondance). *Doc. IFREMER Cayenne* : 40 pp.
- IFREMER 1991. Informations et recommandations scientifiques pour l'élaboration des règlements communautaires 1992 régissant les pêches hauturières dans la Z.E.E. de la Guyane française. *Doc. IFREMER Cayenne* : 33 pp.
- IFREMER 1992. Activité crevettière en Guyane française. Bilans mensuels avec cumul depuis le début de l'année. Une feuille par mois. *Rapport IFREMER R.H. Cayenne*.
- IFREMER 1992. Compte rendu de l'activité des ligneurs vénézuéliens en 1991. *Rapport IFREMER R.H. Cayenne* : 17 pp.
- Inada T, K Funato & M Hasegawa 1983. Report of the resources survey on the deep sea shrimps and bottom fishes in the waters off Surinam and French Guiana 1980-1981. *JAMARC Report* 21 : 55 pp.
- Inada T, K Mito & T Murata 1983. Report of the resource survey on the deep sea shrimps and bottom fishes in the waters off Surinam and French Guiana 1981-1982. *JAMARC Report* : 65 pp.
- Inada T, M Hasegawa, K Funato, K Mito, T Murata & M Dodo 1983. Preliminary report of resources survey on deep-sea shrimps in the waters off Surinam and French Guiana. *Japan Marine Fishery Resource Research Center, Tokyo* : 1-12.
- Instituto de pesquisa e desenvolvimento pesqueiro 1986. Relatório da II reunião do grupo permanente de estudos de camarão da costa norte do Brasil - Subgrupo de biologia pesqueira e tecnologia de pesca - Realizada no período de 12 a 15-05 em Belém/PA. *Doc. Ronéo Ministerio Da Agricultura, Brasília* : 1-46
- ISTPM 1977. Le stock de crevettes pénaéidés Guyano-Brésilien. Son exploitation sur le plateau de la Guyane Française. *ISTPM Service IPM* 5 : 1-6.
- JAMARC 1987. Summary report of the resources survey on the deep sea shrimps and bottom fishes in the waters off Suriname and French Guiana 1979, 1983. *JAMARC Report* 1982 : 19.
- Jeantet D 1982. Processus sédimentaires et évolution du plateau guyanais (Guyane Française) au cours du Quaternaire terminal. *Thèse 3^{ème} cycle, Bordeaux* : 336 pp.
- Jones AC & A Dragovich ?. A preliminary report on catches by U.S. vessels in the Guianas shrimp fishery (July 1972-Dec. 1973). *Southeast Fisheries Center, National Marine Fisheries Service, Miami, Florida* : 1-25.
- Jones AC & A Dragovich 1973. Investigations and management of Guianas shrimp fishery under U.S.-Brazil agreement. *Proc. Gulf Carrib. Inst.* 25 : 26-33.
- Jones AC & A Dragovich 1974. The U.S. shrimp fishery off the Guianas and Northern Brazil (1972-1974), with some general considerations of the fishery. *National Marine Fisheries Service* : 1-13.
- Jones AC & A Dragovich 1977. The United States shrimps fishery of northeastern South America (1972-1974). *Fishery Bull.* 75(4) : 703-706.
- Jones AC & L Villegas 1979. Proceeding of the working group on shrimp fisheries of the Northeastern South America. Panama City, Panama, 23-27 april 1979. *WECAF Rep.* 27 : 89 pp.
- Jones AC & L Villegas 1980. Proceeding of the working group on shrimp fisheries of the Northeastern South America, Panama City, Panama, 23-27 april 1979. *WECAF Rep.* 28 : 232 pp.
- Jouanneau JM & M Pujos 1987. Annual variations in the concentration of suspended matter in the Mahury an Maroni rivers (French Guiana). *11th Caribbean geol. Conf. Barbados* : 48-49.
- Jouanneau JM & M Pujos 1987. Suspended matter and bottom deposits in the Mahury estuarine system (French Guiana) . environmental consequences. *Netherlands Journal of Sea Research* 21 : 191-202.
- Jouanneau JM & M Pujos 1988. Annual variations in the concentration of suspended matter in the Mahury and Maroni rivers (French Guiana). *Transaction of the 11th Caribbean geol. Conf., Barbados*. 13/1-13/11.
- Jouanneau JM & M Pujos 1988. Suspended matter and bottom deposits in the Maroni estuarine system (French Guiana) : *Netherlands Journal of Sea Research* 22 : 99-108.

- Jouanneau JM & M Pujos 1988. Variations annuelles des concentrations en matières en suspension et estimation des débits solides des fleuves Maroni et Mahury (Guyane française). *Géologie de France* 2-3 : 163-169.
- Kawahara S 1983. Distribution, stock sizes and length frequencies of the shrimps of the continental shelf of Suriname and French Guiana. *FAO Fish. Rep., Rapport des Pays et Communications. 3ème Session du GT sur L'éval. des stocks, Kingston, Jamaica, 17-21 Mai 1982* 278 : 83-110
- Kawahara S 1983. Japanese shrimp fishery off Guianas and Northern Brasil. *FAO Fish. Rep.FIP/R278 Supl. Groupe De Travail COPACO* 278 : 33-44.
- Kawahara S 1985. Distribution and migration of the pinkspotted shrimp *Penaeus brasiliensis* off the northeastern coast of South America. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. /NISSUISHI* 51(3) : 413-418.
- Kawahara S 1986. Bimonthly length compositions of shrimp landed by Japanese boats in Brazil, French Guiana, Surinam and Guyana, 1986. *Japan Marine Fishery Resource Research Annexe* 7 : 1-9.
- Kawahara S 1986. Japanese national report for the shrimp fishery off Guianas and Northern Brasil. *Far Seas Fisheries Research Laboratory, Japan* : 1-7.
- Kawahara S, K Funato, T Inada & K Mito 1982. Distributions, stocks sizes and length frequencies of the shrimps on the continental shelf of Suriname and French Guyana. *Japan Marine Fishery Resource Research Center, Tokyo* : 83-110.
- Keizai S 1973. La pêche des crevettes au large des trois Guyanes. 1-9.
- Kono H ?. Japanese shrimp fishery off northeastern South America. *WECAFC Working Paper, Far Seas Fisheries Research Laboratory* : 1-6.
- Krook L 1992. Evidence of Amazon provenance of a part of the sandy sediments in the coastal and shelf areas of the Guianas. In : Prost MT & C Charron (eds.) *Evolution des littoraux de Guyane et de la zone Caraïbe méridionale pendant le quaternaire. Symp. PICG 274 ORSTOM, Cayenne, Guyane, 9-14 nov. 1990* : 307-327.
- Laboratoire Central d'Hydraulique de France 1978. Etudes portuaires de la Guyane liées à l'implantation de l'industrie papetière. 4^{ème} partie : Synthèse générale des études. *Rapports et Etudes, R 78071*.
- Ladurelle C 1982. Reconnaissance des ressources en poissons chalandables du plateau continental de la Guyane Française. *ISTPM Doc. Int.* : 12 p.
- Lafond L R 1954. Aperçu sur la sédimentologie des côtes de la Guyane Française. Réunion de sédimentologie estuarienne, Rennes. Etudes littorales et estuariennes en zone intertropicale humide. *Thèse Orsay*.
- Lafontaine E 1990. L'industrie de la crevette. *Version Guyane* : 7.
- Lai Van Chan J 1985 La crevette et la chevrette en Guyane. *IFREMER Cayenne*.
- Le Bail PY, P Planquette & J Gery 1984. Clé de détermination des poissons continentaux et côtiers de Guyane. I-Clé simplifiée des familles III-Clé simplifiée des espèces IV. *Espèces Dulçaquicoles Non Siluriformes INRA Kourou Guyane*.
- Le Bail PY, P Planquette & J Gery 1984. Clé de détermination des poissons continentaux et côtiers de Guyane. *Bull. Liaison CRAAG, INRA* 6 : 63 pp.
- Le Brun E & M Lemoine 1985. Approche bioéconomique de la pêcherie de crevettes péneïdes de Guyane Française en vue de son aménagement. *Doc. Int. IFREMER Cayenne* : 60 pp.
- Le Cabellec 1984. Analyse économique de la pêche crevettière en Guyane Française. *Doc. Int. IEDOM Cayenne* : 63 p.
- Le Cour Grandmaison S 1994. Etude de la localisation des nurseries de crevettes *Penaeus subtilis* en Guyane. *Mémoire de Fin D'Etudes ISTOM. Stage Effectué à Cayenne du 18/4 Au 9/9/94* : 46 pp.
- Le Floch J 1955. Esquisse de la structure hydrologique de l'Atlantique Equatorial au large de la Guyane et de l'embouchure de l'Amazonie. *Bull. Inform. COEC* 7 : 449-467.
- Le Roux Y 1990. La révolution agricole des *Terres Basses* au XVIII^e siècle en Guyane. In : Prost MT & C Charron (eds.) *Evolution des littoraux de Guyane et de la zone Caraïbe méridionale pendant le quaternaire. Symp. PICG 274/ORSTOM, Cayenne, Guyane, 9-14 nov. 1990* : 327-347.
- Ledouble O 1992. Etude des postlarves et des juvéniles de *Penaeus subtilis*. Recrutement postlarvaire ; croissance et maintien en aquarium. Rapport de stage. *Rapport Centre ORSTOM De Cayenne* : 34 pp.
- Lemoine M & J Rose 1977 Possibilités d'ostréiculture en Guyane. *Science et Pêche* 272 : 29 pp.
- Lemoine M, P Vendeville & C Ladurelle 1982. Examen des prises accessoires de la Guyane Française. *Science et Pêche, Bul. Inst. Pêches Marit.* 324 : 1-11.

- Lemoine M & M Abbes 1981. Distributions of shrimps, bottom fishes and squids off Surinam and French Guiana. *Japan Marine Fishery Resource Research Center* : 1-9.
- Leroy C, C Dintheer & A Herbland 1986. Applications halieutiques du système Argos. *Mesogee* 46(2) : 95-103.
- Lescure JP & O Tostain 1990. Les mangroves guyanaises. *Bois et Forêts des Tropiques* 220 : 35-42.
- Lhomme F 1989. Etude du recrutement de la crevette *Penaeus subtilis* en Guyane (étude des nurseries). *Pôle de Recherche Océanologique et Halieutique Caraïbe, Doc. Sci.* 23 : 79 pp
- Lhomme F 1990. La rivière de Cayenne, nurserie de crevettes. *Guide d'excursions, Congrès P.I.C.G.* : 40-48.
- Lhomme F 1990. Les marais côtiers, nurseries de crevettes. *Résumé de Poster, Congrès P.I.C.G.* : 115-120.
- Lhomme F 1990. Bibliographie Guyanes et pays voisins. Thèmes pêche, sédimentologie, hydrologie. *Doc. Centre ORSTOM Cayenne* : 16 p.
- Lhomme F 1991. Etude du recrutement de la crevette *Penaeus subtilis* en Guyane. Evaluation quantitative et qualitative des nurseries. *Rapp. Final Conv. ORSTOM/IFREMER* : 74 pp.
- Lhomme F 1991. Le recrutement des crevettes en Guyane française. *Communication au colloque international ecologie et gestion des milieux cotiers dans les caraïbes et les guyanes, Fort de France 26 au 29 nov. 1991.*
- Lhomme F 1992. Le recrutement des postlarves de la crevette *Penaeus subtilis* dans les deux estuaires de la Guyane Française. *Colloque national Déterminisme du Recrutement, Nantes, 1-3 oct 91. Ann. Inst. Océanogr.* 68 : 10 pp.
- Lhomme F 1992. Le recrutement des crevettes en Guyane. *Bulletin du CRESTIG* (octobre-novembre 92) 25 : 1 p.
- Lhomme F 1992. Le recrutement des postlarves de la crevette *Penaeus subtilis* dans deux estuaires de la Guyane française. *Annales de l'Institut Océanographique (Paris)* 68(1-2) : 168-178.
- Lhomme F 1994. Le recrutement des postlarves de *P. subtilis* et de *X. kroyeri* dans l'estuaire du Sinnamary. *Rev. Hydrobiol Trop. ORSTOM* : 27(4).
- Lindner MJ 1957. Survey of shrimp of Central and South America. *Fish. Wild. Serv. Sp. Sc. Rep., Rep.* 235 : 166 pp.
- Lins Oliveira J 1990. Biologie et dynamique de la sea bob, *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller, 1862) en Guyane française. *Thèse Université Paris 6*
- Lins Oliveira, J., 1991. Biologie et dynamique des populations de la crevette *Xiphopenaeus kroyeri* (heller, 1862) en Guyane Française. *Document scientifique n°30 du pôle de recherche océanologique et halieutique caraïbe*, 189 pp.
- Lins Oliveira J & J Rose 1989. Distribucion y nivel de abundancia del camarón "Siete Barbas" (*Xiphopenaeus kroyeri*) (Heller, 1862) en Guyana Francesa. *Boletín Del Instituto Oceanográfico De Venezuela. Universidad De Oriente.* 28(1 et 2) : 263-268.
- Lins Oliveira J & F Lhomme 1993. Les caractères différenciateurs des postlarves des espèces *Xiphopenaeus kroyeri* et *Penaeus subtilis*. *Rev. Hydrobiol. Trop. ORSTOM* 93(1) : 71-77.
- Living Marine Resources Inc. 1977. The shrimp fishery of the Guianas/ North Brasil region. *Living Marine Resources Inc., San Diego, California* : 1-42.
- Lointier M 1986. Hydrodynamique et morphologie de l'estuaire du Sinnamary. *SEPANGUY SEPANRIT. Le Littoral Guyanais* : 37-44.
- Lointier M 1990. Evolution de la qualité des eaux et dynamique de l'intrusion saline dans l'estuaire du Sinnamary. *Rapport de Convention E.D.F./O.R.S.T.O.M. Cayenne* : 54 pp.
- Lointier M & MT Prost 1986. Morphologie et hydrologie d'un marais côtier équatorial. La savane Sarcelle. *Rapport ORSTOM Cayenne* : 25 pp.
- Manian P 1981. Projet d'implantation de rizières sur la savane Sarcelle. *Lettre au Préfet de Guyane..*
- Mennillo JJ 1988. Restructuration de la Codepeg. Synthèse. *Codepeg 2* : 27-55.
- Mennillo JJ 1989. Restructuration de la Codepeg. Synthèse. *Codepeg 1* : 1-57.
- Milliman JO, CP Summerhayes & HT Barreto 1975. Quaternary sedimentation on the Amazon continental margin : a model. *Geological Society of America Bulletin* 86 : 610-614
- Moguedet G 1972. Contribution à l'étude des sédiments fins du plateau continental de la Guyane Française. *Rap. D.E.A., Lab. Géol. Marine Nantes.*
- Moguedet G 1973. Contribution à l'étude des sédiments superficiels du plateau continental de la Guyane Française. Thèse 3^{ème} cycle géologie Univ Nantes : 143 pp.

- Moguedet G 1974. Influence de l'Amazonie sur le plateau continental de la Guyane Française. *Bulletin de l'Institut de Géologie du bassin d'Aquitaine* 7 : 279-285.
- Moguedet G 1977. Etude sédimentologique du plateau continental de la Guyane Française. *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit.* 41(4) : 489-502.
- Moguedet P 1995. La crevette guyanaise *Recherches Marines* 13 : 14-15.
- Morice J & N Warluzel 1968. La pêche à la crevette sur le plateau Guyanais, les techniques américaines et l'analyse des captures. *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit.* 32(4) : 477-506.
- Naidu KS & LK Boerema 1972. The high sea shrimp resources off Guianas and Northern Brazil. *FAO FIRS/C 141 Rome* : 1-18.
- Nitttrouer CA, SA Kuehl, DJ De Master & RO Kowsmann 1986. The deltaic nature of Amazon shelf sedimentation. *Geol. Soc. Am.* 86 : 610-614.
- Nogues JL 1984. Etude de l'intrusion saline dans l'estuaire du Sinnamary (Guyane Fr.). *Mémoire De D.E.A., Université De Provence. Centre ORSTOM De Cayenne* : 45 pp.
- Odin GS, IDR Mackinnon & M Pujos 1988. The verdine facies off French Guiana. In : GS Odin (ed.), *Green Marine Clays (Developments in Sedimentology, 45)*. Elsevier, Amsterdam : 105-130.
- ORSTOM, & Conseil Général de la Guyane 1991. Annuaire hydrologique de Guyane. *Années 1989-90. Doc. Centre ORSTOM De Cayenne.*
- Pascual A & M Pujos 1996. Analisis micropaleontológico del sedimento holoceno de la plataforma de las Guayanas : interpretación paleoceanográfica. *Geogaceta* 20 : 213-216.
- Paulmier G 1993. Microplancton des eaux marines et saumâtres de la Guyane et des Antilles Françaises. *ORSTOM Editions* 436 pp.
- Paulmier G, C Dintheer & J Rose 1984. Les pêcheries et les ressources marines de la Guyane Française de 1976 à 1979. *Inst. Sci. Technique des Pêches Maritimes, Dept Ressources Halieutiques* 29 : 1-83.
- Perodou JB 1992. Complémentarité des analyses globales et structurales dans l'étude de la dynamique du stock de vivaneau rouge de Guyane. *Premier Forum Halieumétrique ENSAR De Rennes., Comm.* 26.
- Perodou JB & L Berti 1990. Observations préliminaires à la gestion du stock de vivaneau rouge *Lutjanus purpureus* de la Guyane française. *Rapport IFREMER Cayenne DRV 90 XXX RH/CAYENNE* : 1-68.
- Prevost E, P Tous, C Dintheer, JP Delpech, F Lhomme & J Rose 1989. Ressources en vivaneaux du plateau de la Guyane Française. *IFREMER Campagnes Océanographiques Françaises* 9 : 118 pp.
- Prevost E 1989. La pêche au vivaneau en Guyane française : étude comparative et évaluation de trois techniques : ligne à main, nasse, chalut. *Rapport Interne, Direction des Ressources Vivantes IFREMER. RH Cayenne, DRV89036* : 1-31.
- Pritchard PCH 1971. Sea turtles in French Guiana. *IUCN Pub.* 5 : 38-40.
- Prost MT 1986. Morphologie et dynamique côtière dans la région de Mana. *SEPANGUY SEPANRIT Le Littoral Guyanais* : 31-36.
- Prost MT 1987. Beaches and cheniers in French Guiana. *PIGC-201 Meeting Ushuaia. Argentine Déc.* 1987.
- Prost MT 1987. Les côtes de Guyane : état des études. *Projet PIGC 201: Quaternaire de L'Amér. du Sud* : 23 pp.
- Prost MT 1987. Shoreline changes in French Guiana. *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula Ed. by: RABASSA (J.) BALKELMA (A.A.) /Rotterdam/ Brookfield* 5 : 291-299.
- Prost MT 1989. Coastal dynamics and chenier sands in French Guiana. In : *Cheniers and Chenier Plains, PGEF Augustinus, ed. Marine Geology* 90 : 259-267.
- Prost MT 1990. Les côtes de Guyane. *ORSTOM doc. Int., Programme environnement côtier, géomorphologie et sédimentologie* : 213 pp.
- Prost MT 1992. Sédimentation côtière et formation de cheniers de Guyane : la zone de Cayenne. In : Prost MT & C Charron (eds.) *Evolution des littoraux de Guyane et de la zone Caraïbe méridionale pendant le quaternaire. Symp. PIGC 274/ORSTOM, Cayenne, Guyane, 9-14 nov. 1990* : 397-415.
- Prost MT 1993. L'environnement côtier actuel de la Guyane et quelques aspects de son analyse par télédétection. *Caribera* 3 : 125-158.
- Prost MT & C Charron (eds.) 1992. Evolution des littoraux de Guyane et de la zone Caraïbe pendant le quaternaire. *Symposium PIGC 274. Editions de l'ORSTOM. Coll Colloques et Séminaires* : 578 pp.

- Prost MT & M Lointier 1986. Sédimentologie et stratigraphie des formations holocènes de la plaine côtière de Guyane Française. *PIGC. Quaternaire De L'Amér. Du Sud (Projet 201) ORSTOM Cayenne*. : 1-12.
- Pujos M 1987. Présentation des analyses physico-chimiques des eaux et du matériel particulaire effectuées au cours de la campagne CARACOLANTE II. *Bull. Inst. Géol. Bassin d'Aquitaine* 42 : 105-141.
- Pujos M 1991. Rapport de la mission Guyante II. *Rapp. Inst. Géol. Bassin d'Aquitaine* : 32 pp.
- Pujos M & P Bouysse 1988. The heavy minerals of the continental shelf of French Guiana : value of study for paleogeographic reconstitutions of the quaternary period. *Chapman conf. on Amazon dispersal system, Charleston, 29-2/5-3 1988*. 23.
- Pujos M & JM Froidefond 1995. Water masses and suspended matter circulation on the French Guiana continental shelf. *Continental Shelf Research* 15 : 1157-1171.
- Pujos M & S Odin 1986. La sédimentation au Quaternaire terminal sur la plate-forme continentale de la Guyane Française. *Oceanologica Acta* 9 : 363-382.
- Pujos M & GS Odin 1987. Late quaternary sedimentation on the shelf off French Guiana. *11th Caribbean geol. Conf. Barbados* : 81-82.
- Pujos M & A Pascual 1992. Los paléoambientes costeros de la plataforma continental de Guyana y Surinam en el Quaternario terminal. *8 Congr. Latino-Américano Geol. (Salamanca)* 2 : 161-165.
- Pujos M & JC Pons 1986. Similitudes et divergences morphosédimentaires sur les plateaux continentaux et insulaires en milieu tropical (Guyane, Colombie, Martinique). In : Le littoral guyanais fragilité de l'environnement. *1^{er} Congrès Régional de la SEPANGUY, X, Coll. SEPANRIT, Cayenne 27-29 avril 1985* : 7-18.
- Pujos M, P. Bouysse & JC Pons 1989. Heavy minerals and late quaternary paleoenvironments of the French Guiana continental shelf. *Compilation of extended abstracts, Chapman conf. On Amazon dispersal system* : 179-181.
- Pujos M, P. Bouysse & JC Pons 1990. Sources and distribution of heavy minerals in Late Quaternary sediments of the French Guiana shelf. *Cont. Shelf. Res.* 10 : 59-79.
- Pujos M, M Caralp & M Vigneaux 1977. La campagne Guyante. *Le courrier du CNRS* 23 : 25-32.
- Pujos M, JM Jouanneau & C Pawilowsky 1988. Premiers résultats d'analyses des échantillons d'eau et de sédiments prélevés dans l'Oyapock (Guyane). *Bull. Inst. Géol. Bassin d'Aquitaine, Bordeaux* 44 : 71-79.
- Pujos M, C Latouche & N Maillet 1996. Late quaternary paleoceanography of the French Guiana shelf : clay mineral evidence. *Oceanologica Acta*.
- Pujos M, G Odin, O Renie & P Bouysse 1984. Paléogéographie du Quaternaire terminal de la Guyane française d'après les sédiments du plateau continental. *10^e Réunion annuelle des Sciences de la Terre, Bordeaux. Soc. Géol. Fr., Paris* : 465.
- Pujos M, M Parra, JC Pons & JM Jouanneau 1992. Forçage amazonien sur la plate-forme continentale de la Guyane Française : mythe ou réalité d'une sédimentation allochtone. In : Prost MT & C Charron (eds.) Evolution des littoraux de Guyane et de la zone Caraïbe méridionale pendant le quaternaire. *Symp. PIGC 274/ORSTOM, Cayenne, Guyane, 9-14 nov. 1990* : 149-151.
- Pujos M, M Dignan, M Frappa, JM Froidefond, P Guillaume, JM Jouanneau, G Lavaux, M Parra & A De Resseguier 1993. Résultats des mesures d'hydrologie et de courantologie sur le plateau continental de la Guyane Française (campagnes GUYVASE et GUYANTE). *Bull. Inst. Géol. Bassin d'Aquitaine* 53/54 : 307-356.
- Pujos M, C. Bobier, M Chagnaud, C Fourcassies, JM Froidefond, D Gouleau, P Guillaume, JM Jouanneau, M Parra, JC Pons, A Pujos, A De Resseguier & C Viguié 1989. Les caractères de la sédimentation fine sur le littoral de la Guyane Française (région de Cayenne) : nature, origine et périodicité de l'envasement. *Rapport CORDET, 87001/88310 77 pp.*
- Puyo J 1949. Poissons de la Guyane Française. *Paris-ORSTOM. Faune de l'Empire Français* : 280 pp.
- Ramirez, AJ, JL Mogollon, C Bifano & CE Yanes 1992. Water, dissolved solids and suspended sediment discharge to Venezuelan coastline. In : Prost MT & C Charron (eds.) Evolution des littoraux de Guyane et de la zone Caraïbe méridionale pendant le quaternaire. *Symp. PIGC 274/ORSTOM, Cayenne, Guyane, 9-14 nov. 1990* : 437-456.
- Rathjen WF & BCC Hsu 1970. Sea bob fishery of the Guianas. *Comm. Fish. Rev.* 32(10) : 38-44.
- Reynaud PA 1992. Importance of littoral mudflats for migrant and resident avifauna. In : Prost MT & C Charron (eds.) Evolution des littoraux de Guyane et de la zone Caraïbe méridionale pendant le quaternaire. *Symp. PIGC 274/ORSTOM, Cayenne, Guyane, 9-14 nov. 1990* : 457-469.

- Roche MA, P Dubreuil & M Hoepfner 1974. Dynamique des eaux, des sels et des sédiments en suspension dans les estuaires du Mahury et de l'Approuague. Etude en vue de l'alimentation d'une usine de pâte à bois (Guyane française) *Rapport ORSTOM. Centre de Cayenne. Section Hydrologie* : 1-80.
- Rojas Beltran R 1984. Clé de détermination des poissons continentaux et côtiers de Guyane II Siluriformes. *INRA Kourou, Guyane* : 63 pp.
- Rojas Beltran R 1986. Rôle de la mangrove comme nourricerie des crustacés et des poissons en Guyane. *SEPANGUY-SEPANRIT Le Littoral Guyanais* : 97-110.
- Rojas-Beltran R 1986. Clé de détermination des poissons continentaux et côtiers de Guyane. *Bulletin de liaison CRAAG, INRA* 9 : 63 pp.
- Rossignol M 1970. Projet d'élevage de crevettes en Guyane Française. *ORSTOM Cayenne* : 6 pp.
- Rossignol M 1972. Etude d'un marais de la Guyane Française : le marais Sarcelle. Biologie des crevettes *Penaeus aztecus subtilis* (formes juvéniles). *Rapp. Prélim. Centre ORSTOM de Cayenne* : 39 pp.
- Rossignol M 1972. Mariculture dans la région de Mana. Projet de création d'une station Maricole Expérimentale. *ORSTOM Cayenne* : 5 pp.
- Rossignol M 1972. *Penaeus aztecus subtilis* (Perez Farfante 1967), dans le marais Sarcelles. *Rapport ORSTOM Cayenne* : 13 pp.
- Rossignol M 1978. La frange marine continentale de la Guyane Française. Contribution à l'étude de la dynamique d'un écosystème. Ebauche d'une théorie climatique globale. *Cayenne ORSTOM* : 250 pp.
- Rossignol M 1979. Milieu marin: I: le plateau continental. II: les eaux marines III: le peuplement. In : *ORSTOM/CNRS "Atlas des Depts. Fran. D'Outre-Mer"* : planche 14.
- Rostain S 1992 L'occupation amérindienne ancienne du littoral de la Guyane In : Prost MT & C Charron (eds.) Evolution des littoraux de Guyane et de la zone Caraïbe méridionale pendant le quaternaire. *Symp. PICG 274 ORSTOM, Cayenne, Guyane, 9-14 nov. 1990* : 481-507.
- S.D.A T, & I.S.T P.M ?. Valorisation du poisson guyanais. La crevette guyanaise peut participer au redéploiement des pêches françaises. La pêche guyanaise attend un meilleur soutien logistique Une ouverture possible. *IFREMER* : 1-27.
- Sanite LP 1968. Les crevettes Penaeidés du plateau continental Guyanais. Exploitation, production. *Les Presses Du Languedoc, Toulouse* : 1-88.
- SATEC 1976. Perspectives de la pêche industrielle en Guyane. *DDI/Pêche. Soc. D'Aide Technique et de Coopération* : 1-5.
- Sicard MO 1993. Pour une réconciliation de l'environnement et du développement. Propositions pour la Guyane à partir de l'étude d'un foyer de conflit. *Rapport Université des Sciences et Techniques de Lille Flandres Artois* : 105 pp.
- Stevenson DH 1981. A review of the marine resources of the Western Central Atlantic fisheries commission (WECAFC) region. *FAO Fish. Tech. Pap., FIRM/T 211* : 132 pp.
- Tadashi I & S Usami 1987. Summary report of the resource survey on the deep sea shrimps and bottom fishes in the waters off Suriname and French guiana, 1979-1983. *Japan Marine Fishery Resource Research Center, Tokyo* : 1-5.
- Takeda M & T Okutani 1983. Crustaceans and mollusks trawled off Suriname and French Guiana. *Japan Marine Fishery Ressource Research Centre* : 354 pp.
- Tito de Morais A 1993. L'ichtyoplancton de l'estuaire du Sinnamary. In : Structure et biologie des peuplements ichtyques du fleuve Sinnamary en Guyane Française. Lauzanne L, Tito de Morais L, Tito de Morais A, Ponton D (eds.), *Rapport final contrat EDF n° GP7514* : 18 pp.
- Tito de Morais A & L Tito de Morais 1994. The abundance and diversity of larval and juvenile fish in a tropical estuary. *Estuaries* 17 : 16 pp
- Tokusa ITK & M Dohudoh 1984. Report of the resource survey on the deep sea shrimps and bottom fishes in the waters off Surinam and French Guiana, 1982-1983. *Japan Marine Fishery Resource Research Center, Tokyo, 17 1982* : 1-64
- 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 D.E.S.S. GDTA, ENSG* : 62 p.
- Turenne JF 1978. Sédimentologie (plaines côtières) In : *ORSTOM/CNRS, Atlas des Depts. Fran.d'Outre-Mer"*, IV La Guyane : planche 6.
- Venaille L 1979. La pêcherie des crevettes pénéides du plateau guyano-brésilien. *Science et Pêche, Bull. Inst. Pêches Maritimes* 297 : 18 pp.
- Vendeville P 1984. La pêcherie de crevettes tropicales de Guyane française. Le problème des captures accessoires : estimations et implications. *Thèse de Docteur-ingénieur. Institut National Polytechnique De Toulouse 11 Sept. 84* : 293 pp.

- Vendeville P 1985. Les pêcheries crevettières tropicales : moyens de production des divers secteurs et sélectivité. *FAO Doc. Tech. Pêches* 261 : 76 pp.
- Vendeville P 1993. Des nurseries estuariennes de *Penaeus subtilis* en Guyane. Mythe ou réalité ? Quelques réflexions à partir des données recueillies sur les estuaires d'avril 1988 à juin 1992. *Centre ORSTOM de Cayenne* 56 pp.
- Vendeville P 1993. Les nurseries estuariennes de *P. subtilis* en Guyane. Etat d'avancement de leur inventaire au 1-6-92. *Centre ORSTOM De Cayenne, Document Préliminaire* : 54 pp.
- Vendeville P 1996. Campagne de chalutage "Epaulard 94". *Doc. Antenne ORSTOM Centre IFREMER de Nantes* : 111 pp.
- Villegas J & A Dragovich 1984. The Guianas-Brazil shrimp fishery, its problems and management aspects. In : *Penaeid Shrimps. Their Biology and Management. Workshop on the Scientific Basis for the Management of Penaeid Shrimp*, Key West FL. USA Nov 1981 : 60-70.
- Visser MP 1976. Physical oceanography in the waters off Surinam and French Guiana during 1970-71. In : *Cooperative investigations of the Caribbean and adjacent regions. II Symp. on progress in marine research in the Caribbean and adjacent regions*, Caracas. 12-16 juin 1976. Paris UNESCO, COI.
- WECAFC 1981. A review of the marine resource of the Western Central Atlantic Fisheries Commission (WECAFC) region. *FAO Fish. Techn. Rep.* 211 : 132 pp.
- WECAFC 1983. National reports and selected papers presented at the third session of the working party on assessment of marine fishery resources. Kingston, Jamaica, 17-21 May 1982,. *FAO Fish. Rep.* 278 suppl. : 313 pp.
- WECAFC 1989. Report of the 2nd workshop on the biological and economical modelling of the shrimp resources on the Guyana - Brazil shelf. Cayenne, French Guyana, 2-6 may 1988. *F.A.O. Fisheries Report, FIRM/R* 418 : 89 pp.

Annexe 5 - Termes de référence

**REPUBLIQUE FRANCAISE
PREFECTURE DE LA REGION GUYANE
97307 CAYENNE CEDEX**

**CONTRAT DE PLAN
ETAT/REGION**

Le Préfet de la Région Guyane
Préfet de la Guyane,

ARRETE N° 2155
ACCORDANT UNE SUBVENTION DE 120 000 F à l'ORSTOM
(Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération),
Centre de Cayenne ,

POUR REALISER L'OPERATION :

"RECRUTEMENT DES JUVÉNILES DE CREVETTES"

Le Préfet de la Région Guyane, ordonnateur secondaire du budget de la Recherche et de la Technologie,

Vu la loi n° 82-213 du 2 mars 1982, relative aux droits et aux libertés des communes, départements et régions,

Vu la loi n° 82-653 du 29 juillet 1982, portant réforme de la planification,

Vu le décret n° 82-387 du 10 mai 1982, relatif aux pouvoirs des commissaires de la République et à l'action des services et organismes publics de l'Etat et les collectivités territoriales,

Vu le décret n° 83-82 du 21 janvier 1983, relatif aux contrats de plan entre l'Etat et les collectivités territoriales,

Vu le décret n° 59-1397 du 9 décembre 1959, portant création d'un fonds de développement de la recherche scientifique et technique,

Vu l'arrêté du 16 février 1984, portant règlement de comptabilité publique pour la désignation des ordonnateurs secondaires et de leurs délégués,

Vu l'instruction du 1er octobre 1973, définissant les conditions d'attribution des aides à la recherche,

Vu le décret n° 88-838 du 20 juillet 1988, relatif aux attributions du Ministère de la Recherche et de la Technologie,

Vu le décret n° 88-1169 du 27 décembre 1988, portant répartition des crédits ouverts par la loi de finances pour 1989 (n° 88-1149 du 23 décembre 1988),

Vu la délégation globale d'autorisation de programme de catégorie 2, N° 87 Y Y 0084, du 4 juin 1992, imputée sur le chapitre 6604 article 10 du budget du Ministère de la Recherche et de la Technologie,

Vu la décision d'utilisation de ces crédits,

Vu la Convention pluriannuelle d'exécution conclue entre l'Etat, la Région et le ORSTOM, le 25 novembre 1991

Vu l'Avenant à la Convention Pluriannuelle d'Exécution signé entre l'Etat, la Région et l'ORSTOM le 18 novembre 1992.

Sur la proposition de M. le Secrétaire Général pour les Affaires Economiques.

ARRETE

ARTICLE 1. - Une subvention d'un montant de 120 000F est accordée au Centre ORSTOM

(Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération),
Centre de Cayenne,
 pour assurer la réalisation de l'opération:

"Recrutement des Juveniles de crevettes"

ARTICLE 2 - Cette subvention est imputée sur le chapitre 6604, article 10 du budget du Ministère de la Recherche et de la Technologie dont les fonds sont destinés au financement des opérations indiquées dans le volet "Recherche" du Contrat de plan Etat-Région, signé le 24 juin 1989, au titre des années 1989, 1990, 1991.

ARTICLE 3 - Les paiements seront effectués, dans la limite des crédits disponibles :

a) dès la décision attributive:

- la part de l'aide destinée à l'achat des matériels nécessaires à l'exécution du programme

- une part des frais de fonctionnement correspondant à un semestre.

Ce premier versement pourra être augmenté pour tenir compte de dépenses spécifiques à engager au cours du premier semestre, au vu d'un état provisionnel, si ces dépenses sont distinguées au sein du fonctionnement par une ligne "divers". Il ne saurait en aucun cas excéder 60% de l'aide.

b) par tranches semestrielles égales sur la durée d'exécution du programme: le reliquat de l'aide diminué de 10% de l'aide. La première de ces tranches est payée six mois après la décision attributive.

c) après production du compte rendu final et de toutes les justifications demandées: 10 % de l'aide.

ARTICLE 4 - Cette subvention sera versée au compte au compte 440-09 N° 10 ouvert au nom de l'Agent Comptable de l'ORSTOM dans les écritures du Receveur Général des Finances de Paris - 19, rue Scribe, 75009 PARIS.

ARTICLE 5 - Le présent arrêté vaut engagement de dépenses en application de l'article 29 du décret 62-1587 du 29/12/1962.

ARTICLE 6 - M le Secrétaire Général pour les Affaires Economiques, M. le Trésorier-Payeur Général et le Délégué Régional à la Recherche et à la Technologie sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté qui sera notifié au bénéficiaire.

TRESORERIE GENERALE DE GUYANE

AVIS FAVORABLE

Cayenne, le 28 OCT. 1993.....

Le Trésorier Payeur Général

Contrôleur Financier Local

11
M. MEDA
INSPECTEUR DU TRÉSOR

Cayenne, le 04 NOV. 1993

Signé : **Xavier DUPONT**

Pour Amplification
le Chef du Bureau de la Programmation

Colette COGNET

Original 1

Amplifications

Trésor	2
ORSTOM-GUYANE	1
SG	3
2D/18	3
DRRT	1
SGARE	1