

# BIOLOGIE DE *PENAEUS DUORARUM NOTIALIS* EN COTE D'IVOIRE

## IV - RELATIONS ENTRE LA REPARTITION ET LES CONDITIONS DU MILIEU - ETUDE DES VARIATIONS DU SEX-RATIO

Par S. Garcia (1)

### R E S U M E

L'étude de la répartition géographique et bathymétrique de *Penaeus duorarum* et, en particulier, de *P. d. notialis* en Côte d'Ivoire et dans l'ensemble de son aire de répartition, permet de préciser les exigences écologiques de l'adulte (température, salinité, granulométrie, nature chimique du sédiment, matière organique), et le rôle important de la thermocline dans la répartition bathymétrique.

L'étude de la structure de la population met en évidence :

- des variations de la taille en fonction de la profondeur
- des variations du sex ratio, en fonction de la taille, des saisons et de la profondeur.

### A B S T R A C T

The analysis of the geographic and bathymetric distribution of *Penaeus duorarum* and, particularly *P. d. notialis* off Ivory Coast and in its whole distribution area leads to the definition of the adult ecological requirements (temperature, salinity, grain size and sediment composition, organic matter) and the importance of the thermocline in the bathymetric distribution.

The population structure study shows :

- variations of size with depth
- variations of sex ratio, with size, depth and seasons.

(1) Océanographe de l'ORSTOM, Centre de Recherches Océanographiques, Abidjan, Côte d'Ivoire

## S O M M A I R E

### 1.- INTRODUCTION

### 2.- MATERIEL ET METHODES

### 3.- DESCRIPTION DU MILIEU

#### 3.1.- La couverture sédimentaire

#### 3.2.- Le milieu physique

### 4.- REPARTITION DE L'ABONDANCE

#### 4.1.- Répartition géographique

#### 4.2.- Répartition bathymétrique

##### 4.2.1.- En Côte d'Ivoire

##### 4.2.2.- Sur les autres fonds de pêche

#### 4.3.- Facteurs de répartition

##### 4.3.1.- La couverture sédimentaire

###### 4.3.1.1.- Granulométrie

###### 4.3.1.2.- Composition chimique du sédiment

###### 4.3.1.2.1.- Silice et carbonate

###### 4.3.1.2.2.- Azote et matière organique

##### 4.3.2.- Les conditions hydrologiques

###### 4.3.2.1.- Historique

###### 4.3.2.2.- Rôle de la température dans la répartition bathymétrique

###### 4.3.2.3.- Rôle des facteurs hydrologiques dans la répartition géographique

###### 4.3.2.4.- Essai d'interprétation

#### 4.4.- Conclusions

### 5.- REPARTITION DES TAILLES ET SEX-RATIO

#### 5.1.- Répartition bathymétrique des tailles

#### 5.2.- Etude du sex-ratio

##### 5.2.1.- Le sex-ratio à la migration

###### 5.2.1.1.- Variations en fonction de la taille

###### 5.2.1.2.- Variations saisonnières

### 5.2.2.- Le sex-ratio en mer

5.2.2.1.- Variations en fonction de la taille

5.2.2.2.- Variations en fonction de la profondeur

5.2.2.3.- Variations saisonnières

### 5.3.- Conclusions

#### 1.- INTRODUCTION

La grosse crevette rose Penaeus duorarum fait l'objet d'une pêche intensive dans tout l'Atlantique tropical, depuis plus de 20 ans sur la côte américaine et depuis moins de 10 ans sur la côte ouest-africaine. Les 5 dernières années ont vu mettre en exploitation pratiquement tous les fonds de pêche existant entre le Sénégal et le Congo. Certains d'entre eux sont d'ailleurs à l'heure actuelle certainement surexploités.

Il existe deux sous espèces, P.d.duorarum (BURKENROAD 1939) et P.d.notialis (PEREZ-FARFANTE 1967) dont les aires de distribution sont nettement séparées. La première occupe l'Amérique du Nord du Cap Hatteras au Yucatan. La deuxième occupe la côte américaine du Yucatan au Cap Frio (Bresil), les îles Caraïbes et toute la côte intertropicale ouest-africaine.

La biologie de la première sous-espèce a été relativement bien étudiée dans le Golfe du Mexique mais les données concernant la seconde, celle qui couvre la zone la plus vaste, sont beaucoup plus fragmentaires. Un programme de recherches fut donc entrepris dès 1968, avant le démarrage de la pêche intensive en Côte d'Ivoire, pour l'étude de la biologie et la dynamique de P.d.notialis.

Son cycle vital comprend une phase lagunaire et une phase marine. Ce travail porte surtout sur la première, la phase adulte, et tente dans un souci de synthèse de regrouper les données existantes, pour les comparer à celles obtenues en Côte d'Ivoire, dégager les exigences écologiques de l'espèce et mettre en évidence les similitudes et les divergences éventuelles au sein, d'une part, de la sous-espèce P.d.notialis et d'autre part, au sein du groupe P.duorarum dans son ensemble.

## 2.- MATERIEL ET METHODES

Les données utilisées dans cet article proviennent de trois sources différentes:

2.1.- Echantillonnage systématique sur la radiale de Grand-Bassam ( $3^{\circ}49'W$ ) de mars 1966 à février 1967<sup>(1)</sup>, toutes les trois semaines, et de janvier 1969 à février 1970 tous les mois. Sept à huit immersions présélectionnées ont été échantillonnées au chalut, entre 20 et 60 m. Les techniques utilisées ont été exposées dans un précédent article (GARCIA S., TROADEC J.P. et PETIT P., 1970). Pendant la première série de campagne en 1966-1967, des stations hydrologiques ont été effectuées à chaque immersion simultanément. En 1969-1970 en revanche, les campagnes d'hydrologie ont été effectuées à quelques jours d'intervalle.

2.2.- Deux campagnes de prospection sur tout le plateau ivoirien visant à délimiter les fonds de pêche ont été réalisées du 12 au 24 août et du 2 au 14 septembre 1968. Onze radiales ont été prospectées à l'aide d'un chalut de type "flat trawl" de 16,40 m de corde de dos, avec des mailles de 28 mm (étirées) pour le cul. La vitesse du bateau était réglée pour parcourir environ 3 milles d'ouest en est à chaque trait de chalut. Les immersions prospectées ont été les suivantes: 20, 26, 32, 38, 44, 50, 56, 62 et 68 m chaque fois que la nature du fond le permettait.

### 2.3.- Les statistiques de pêche de la flottille crevette ivoirienne

A l'arrivée des premiers crevetiers professionnels en juin 1969, un système de récolte des statistiques de pêche fut mis en place. Nous avons ainsi obtenu, grâce à la coopération des patrons de pêche français, les renseignements concernant la zone de pêche, l'immersion, l'heure de mise en pêche, l'heure de fin de pêche et la prise, pour chaque coup de chalut d'une durée de 2 à 3 heures. Ces renseignements ont été traités sur ordinateur par quinzaine afin d'obtenir les rendements horaires moyens par zone et par immersion: 25 m et au-dessus, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60 m et au-dessous.

---

(1) Ces données recueillies par J.P. TROADEC, du Centre de Recherches Océanographiques d'Abidjan, et son équipe ont ensuite été mises à notre disposition. Je tiens à l'en remercier.

### 3.- DESCRIPTION DU MILIEU

Il nous semble indispensable, pour la bonne compréhension de cet article, de résumer rapidement les conditions de milieu existant sur le plateau ivoirien.

#### 3.1.- LA COUVERTURE SEDIMENTAIRE

Elle a été sommairement étudiée par P.RANCUREL (1968) puis précisée par F.DUGAS (1968). Nous utiliserons surtout les travaux plus récents et plus complets de L.MARTIN (1973).

La principale caractéristique du plateau continental est l'extraordinaire abondance des sédiments vaseux ou vaso-sableux. Cette abondance, typique des climats équatoriaux, humides, est attribuée par ROUGERIE (1960) et HAYES (1967) à l'importance des processus chimiques continentaux dans ces régions. Selon MARTIN (1973): "schématiquement, on peut représenter le plateau continental de Côte d'Ivoire comme étant formé d'un substratum constitué:

a) - de 0 à 70 mètres, d'une formation sableuse pouvant contenir des argiles et des tourbes continentales.

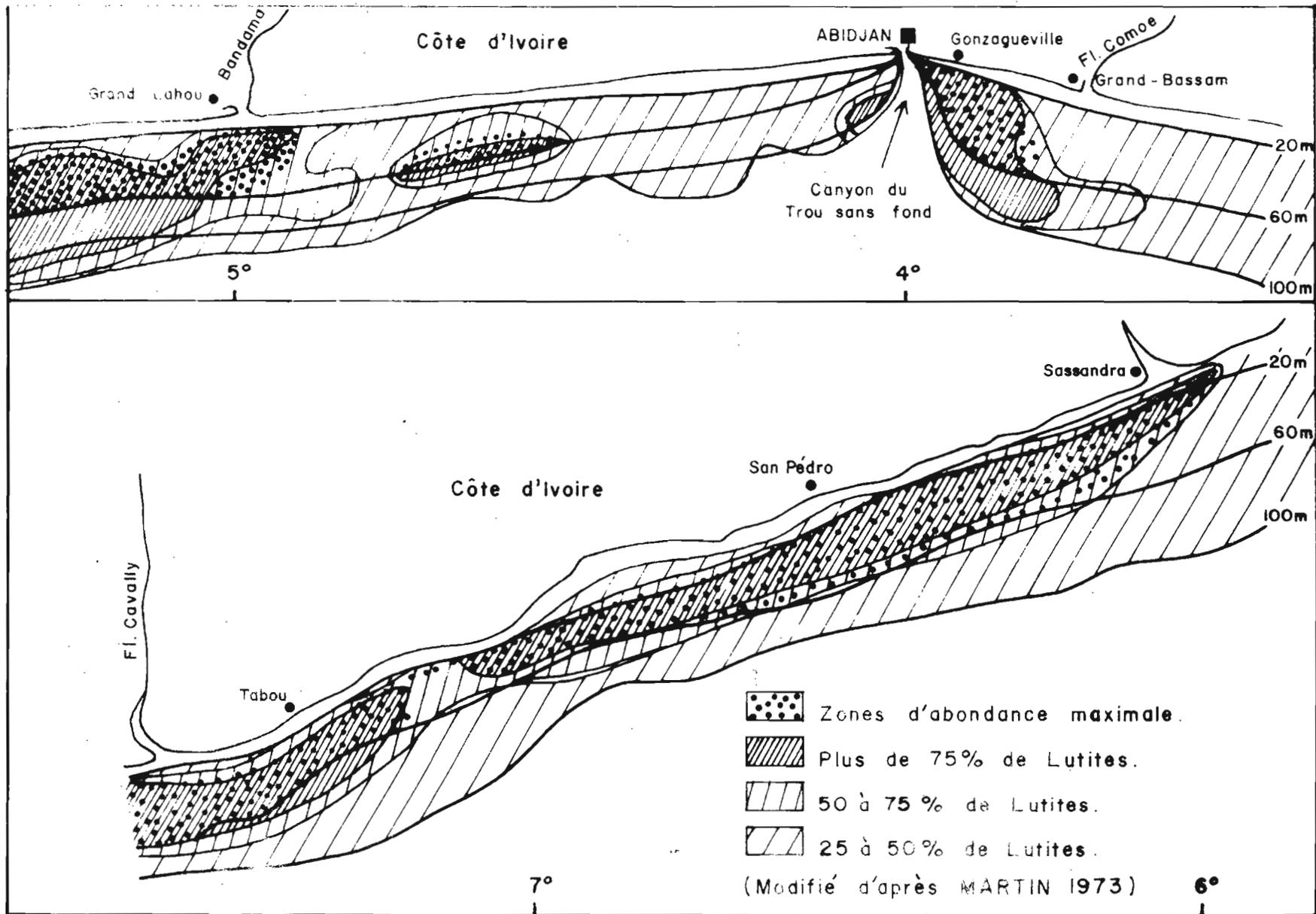
b) - de 70 à 120 mètres, d'une formation organogène relique à amphistégines et algues calcaires.

Sur ce substratum reposent les formations vaseuses en relation avec les débouchés des fleuves" (fig.1). Ces formations vaseuses, dont l'épaisseur peut atteindre 25m, sont situées à l'ouest des embouchures car elles se forment sous l'influence du sous-courant est-ouest qui balaie les fonds entre 20 et 50 mètres (LEMASSON et REBERT, 1973a).

#### 3.2.- LE MILIEU PHYSIQUE

L'hydroclimat du plateau continental ivoirien résulte de l'alternance de catégories d'eaux de caractéristiques différentes (MORLIERE, 1970 et MORLIERE et REBERT, 1972). On distingue:

Fig. 1 - Carte de répartition géographique des sédiments et des crevettes en Côte d'Ivoire - (Lutites : particules  $< 50 \mu$ )



3.2.1.- L'eau tropicale superficielle dont la température est supérieure à 24°C. L'épaisseur de cette couche peut atteindre 30 à 40 m. Ces eaux ont en général une salinité supérieure à 35‰ et ce sont alors des eaux tropicales caractéristiques. Les eaux guinéennes ou libériennes en sont un faciès dessalé par des apports continentaux (BERRIT, 1966), dont la salinité est toujours inférieure à 35‰.

3.2.2.- La zone de discontinuité de densité: elle est constituée par de l'eau de mélange entre les eaux tropicales superficielles et l'eau subtropicale. Cette dernière est une eau type qui baigne le fond vers 50 à 60 m et correspond au maximum de salinité (35,6 à 35,8‰). Sa température est de 17,5 à 18°C. On peut trouver dans des articles déjà anciens le terme "d'eaux de la thermocline" (BERRIT, 1958) mais cette appellation peu rigoureuse doit être évitée. Le terme "couche de discontinuité subsuperficielle" nous semble moins prêter à confusion.

Cette couche qui peut atteindre 30m d'épaisseur est limitée à sa partie supérieure par une "thermocline" nette vers 24-26°C, et à sa partie inférieure par une zone à gradient thermique plus faible au niveau du maximum de salinité subtropical (fig.2).

La présence d'une thermocline permanente proche de la surface est une caractéristique essentielle du golfe de Guinée.

### 3.2.3.- L'eau centrale sud atlantique:

Cette masse d'eau représente un mélange entre l'eau subtropicale définie plus haut, et l'eau antarctique intermédiaire que l'on trouve vers 800 mètres. On la rencontre donc généralement à partir des fonds de 50-60m, sauf en période d'upwelling en juillet-août et septembre où elle remonte vers le littoral. L'alternance de ces masses d'eau sur le plateau ivoirien entraîne l'existence de 4 saisons différentes (MORLIERE, 1970):

- petite saison froide: janvier
- grande saison chaude: février à mai
- grande saison froide: juillet à septembre
- petite saison chaude: novembre à décembre

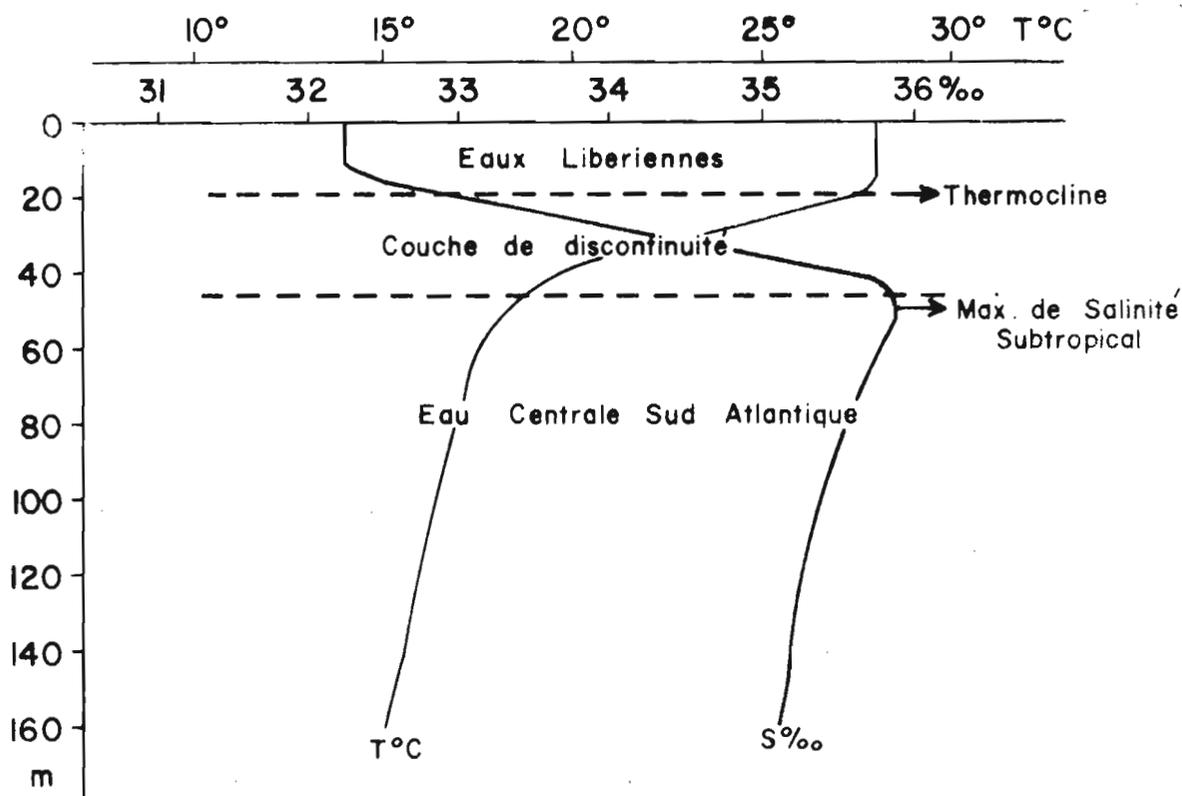


Fig. 2 - Evolution de la température et de la salinité avec la profondeur (schémas théorique type)

On distingue en plus deux périodes de transition correspondant aux pluies:

- grande saison des pluies: de mai à juin
- petite saison des pluies: d'octobre à novembre

#### 4.- REPARTITION DE L'ABONDANCE

##### 4.1.- REPARTITION GEOGRAPHIQUE

Penaeus duorarum notialis existe en plus ou moins grande abondance sur la côte ouest-africaine du Cap Blanc à l'Angola. Il semble cependant que l'on ne puisse trouver de réelles concentrations qu'entre le Cap Timiris en Mauritanie, et la région de Pointe Noire au Congo (BURUKOWSKY et BULANENKOV, 1969). RIBEIRO (1970) indique cependant des rendements très intéressants dans la zone d'Ambrizete entre 7 et 8°S. Entre ces deux extrêmes existent une multitude de petits fonds de pêche, de superficie restreinte, pratiquement tous exploités à l'heure actuelle.

Au large de la Côte d'Ivoire, la présence de Penaeus duorarum peut être décelée sur tout le plateau continental, du Cap des Palmes au Cap des Trois Pointes. Les seules concentrations réellement exploitables se trouvent situées à l'ouest des principales embouchures: celle de la Comoé (Grand Bassam), du Bandama (Grand Lahou), du Sassandra, et en face du fleuve Cavally (Tabou). Le petit fond de vase à l'est de Grand Lahou correspond à un ancien débouché du Bandama.

Les superficies maximales des zones occupées par ces concentrations sont:

- Grand Bassam: 60 milles carrés
- Grand Lahou : 80 milles carrés
- Sassandra } 260 milles carrés
- San Pedro }
- Tabou .....: 40 milles carrés

Pendant la période de démarrage de la pêche et de prospection intensive, de janvier à septembre 1970, les résultats obtenus par secteur de pêche furent les suivants:

Secteur	Prise totale (T)	Rendement moyen (kg/h)
Grand Bassam	250	17,8
Grand Lahou	67	15,7
Sassandra	70	18,0
San Pedro	24	12,9
Tabou	240	26,5

#### 4.2.- REPARTITION BATHYMETRIQUE

Elle a été établie, pour toutes les régions exploitées par les crevettiers basés à Abidjan à partir des cahiers de pêche remplis par les patrons. Les statistiques ont été regroupées par tranches de 5 mètres, de 23 à 62 mètres, matérialisées sur les figures 3 et 4 par leur valeur centrale (25 m = 23 à 27m, 30m = 28 à 32m, etc....). Les résultats obtenus sont les suivants:

#### 4.2.1.- En Côte d'Ivoire:

La figure 3 représente l'évolution des rendements moyens obtenus à différentes immersions, d'une part au cours des campagnes périodiques sur la radiale de Grand Bassam ( $3^{\circ}49'W$ ) pendant les deux années d'observation, et d'autre part par les crevettiers professionnels en 1969-1970 dans les zones de Tabou et Sassandra. Il en découle qu'en moyenne dans l'année l'abondance est maximale de 30 à 45 m et décroît rapidement de part et d'autre.

#### 4.2.2.- Sur les autres fonds de pêche (fig.4):

- Au Ghana (résultats portant sur 5.000 heures de traits échelonnés sur 9 mois de pêche) les rendements sont maximums entre 35 et 50 m.

- Au Togo (640 heures de pêche portant sur deux mois seulement) ils sont maximums entre 35 et 50 m également.

- Au Dahomey (407 heures de pêche en 8 mois) la distribution bathymétrique semble plus condensée. Les rendements sont maximums à 45 m.

- Au Libéria (résultats portant sur 400 heures de trait, effectués de septembre 1969 à juin 1970), les rendements les plus élevés sont obtenus de 50 à 60 mètres.

- En Sierra Léone (résultats portant sur 500 heures de trait, effectués de septembre 1969 à juin 1970) les meilleurs résultats sont obtenus de 35 à 45 mètres.

- Au Nigéria en revanche la distribution est très différente. Les résultats portant sur 6.018 heures de pêche échelonnées sur 9 mois (décembre à août) indiquent des rendements maximums dans la zone côtière, à 25 m, c'est à dire en fait entre 23 et 28 mètres. Selon LEFEVERE (1970) la limite supérieure serait de 20 m en baie de Benin et 16 m en baie de Biafra.

D'autre part, un examen détaillé des feuilles de pêche indique que dans la partie nord de la Baie de Benin (entre Lagos et la rivière Benin) la pêche se fait surtout à 40 à 50 mètres. En rejoignant le Delta, entre la rivière Benin et la rivière Pennington les bateaux pêchent plus près de la côte, de 22 à 35 mètres, et les meilleurs résultats sont obtenus de 22 à 28 mètres. Nos résultats ne concordent pas avec ceux de LEFEVERE (1970) très fragmentaires il est vrai, indiquant un maximum vers 30 à 70 mètres suivant les saisons.

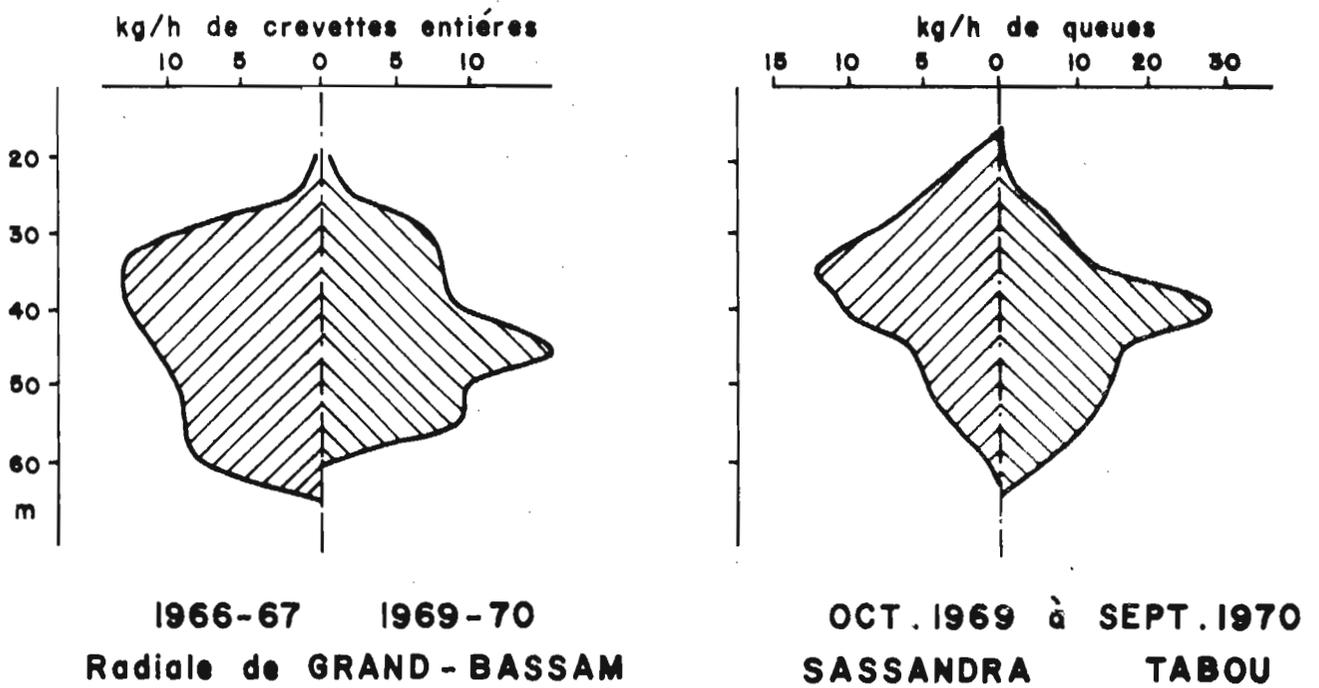


Fig. 3 - Répartition bathymétrique des rendements en Côte d'Ivoire

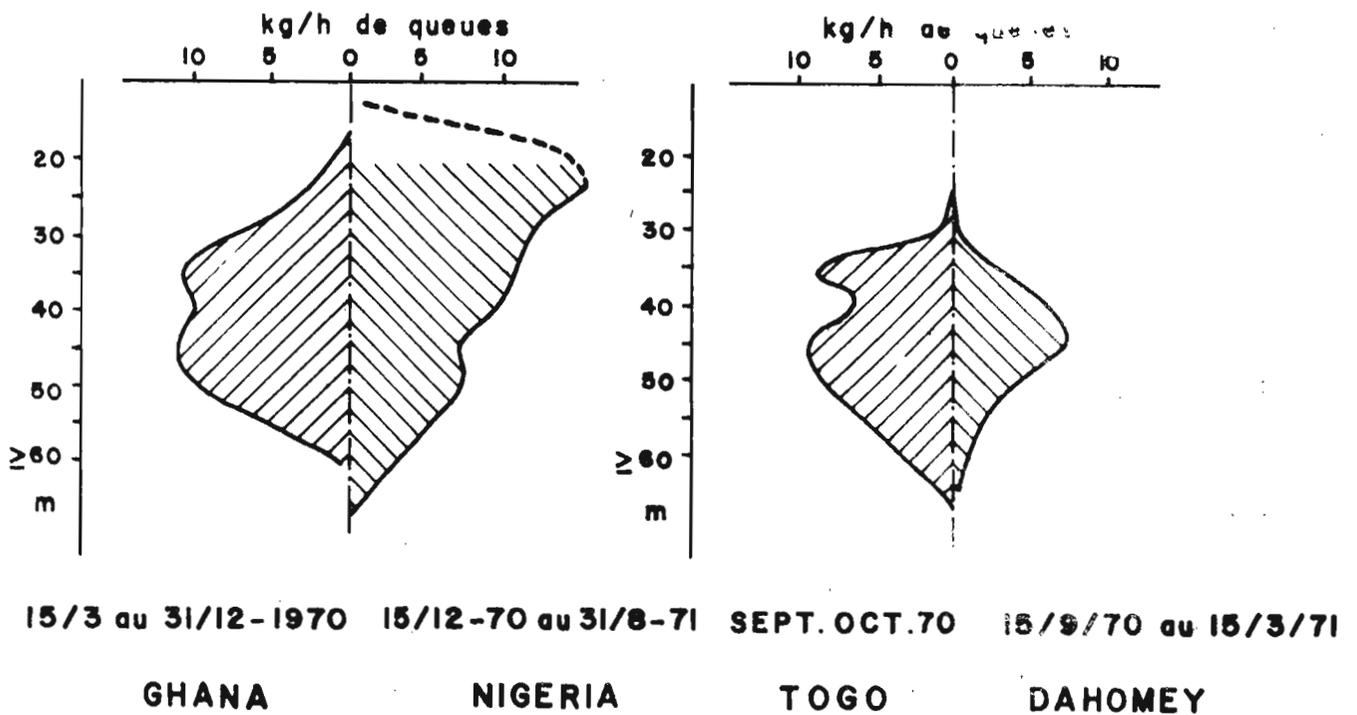


Fig. 4 - Répartition bathymétrique des rendements obtenus par la flottille d'Abidjan à l'étranger.

Si la différence que nous avons observée n'est pas le résultat d'un biais (difficilement imaginable en l'occurrence) la distribution est plus côtière dans le delta que sur l'ensemble de l'aire de répartition. L'abondance maximale est en effet observée entre 30 et 50 m dans les régions suivantes: l'Angola (RIBEIRO, 1970), le Congo (CROSNIER et DE BONDY, 1967), le Gabon (FONTANA et BA M'BAYE, 1972), le Cameroun (CROSNIER, 1964), la région comprise entre Lagos et la Sierra Leone (voir ci-dessus), le Sénégal (CROSNIER et DE BONDY, 1967) et la Mauritanie (BURUKOWSKY et BULANENKOV, 1969), c'est à dire sur pratiquement toute son aire de distribution ouest africaine.

CROSNIER et DE BONDY (1967) signalaient cependant la possibilité d'une limite supérieure plus côtière de la distribution au niveau des estuaires. Ils ne donnent pas d'exemple mais BURUKOWSKY et BULANENKOV (1969) indiquent 10 mètres comme limite supérieure pour les rivières Cacheu, Gambie, Casamance, Gabon et Cameroun. Ces diverses observations, bien que peu étoffées, tendent cependant à confirmer le rapprochement vers la côte de la limite supérieure de la distribution bathymétrique dans les zones d'estuaires.

Sur la côte américaine, les données ont été regroupées par PEREZ-FARFANTE (1969), COSTELLO et ALLEN (1970), BURUKOWSKY et BULANENKOV (1969). P.d.duorarum est abondant de 9 à 45 m et l'espèce peut atteindre 63 mètres. P.d.notialis est abondant de 4 à 73 mètres et a été trouvé à 117 mètres. Les valeurs aberrantes observées qui sont accidentelles sinon erronées ont été négligées. Cette distribution est proche de celle qui est observée sur la côte africaine et il semble également - mais cela demande à être confirmé - que la limite supérieure de la distribution soit plus côtière dans les zones d'estuaire.

#### 4.3.- FACTEURS DE REPARTITION

Il est intéressant, à partir des données existantes sur la répartition bathymétrique et géographique, d'essayer de définir les exigences écologiques de l'espèce. Il est cependant difficile de cerner le rôle exact d'un facteur particulier car sur le plateau ivoirien, comme d'ailleurs sur la plus grande partie du golfe de Guinée, les différents facteurs habituellement mesurés sont eux-mêmes une fonction de la bathymétrie, en particulier lorsque la profondeur augmente de 10 à 80 mètres, la température, la teneur en oxygène et la luminosité au niveau du fond diminuent alors que la salinité, la pression et la teneur en particules fines du sédiment augmentent.

A la répartition bathymétrique caractéristique de l'espèce correspond donc un cortège de conditions qui sont étroitement liées, et il est difficile de dissocier ces facteurs au niveau de leur action sur la répartition. Des discordances dans la distribution géographique et les variations saisonnières de distribution bathymétrique en un lieu donné, permettent cependant de préciser le rôle de la couverture sédimentaire, ainsi que le comportement de l'espèce vis-à-vis des conditions hydrologiques et en particulier de la thermocline.

#### 4.3.1.- La couverture sédimentaire

##### 4.3.1.1.- La granulométrie

Nous avons vu au paragraphe 3.1. que la principale caractéristique du plateau continental était sa relative richesse en sédiments vaseux ou sablo-vaseux. Les grandes formations vaseuses sont situées presque entièrement à l'ouest des embouchures, au-delà de 30 mètres de profondeur. Leur extension vers l'est est très réduite et un peu plus littorale. Afin de préciser la relation entre les crevettes et le sédiment nous avons localisé sur la carte sédimentologique au 1/2 000 000<sup>e</sup> publiée par MARTIN (1973) les 64 stations de chalutage réalisées au cours des 2 campagnes de prospection en août-septembre 1968. Cette localisation ayant permis de définir la nature du sédiment correspondant à chaque station, nous avons calculé le rendement horaire moyen obtenu sur chaque type de sédiment défini par sa teneur en lutites (particules  $\leq 50\mu$ ).

Type	Teneur en lutites
0	moins de 5%
1	5 à 25%
2	25 à 50%
3	50 à 75%
4 <sub>1</sub>	> 75% (profondeur < 50m)
4 <sub>2</sub>	> 75% (profondeur $\geq$ 50m)

La figure 5 montre clairement l'augmentation de l'abondance avec la richesse en particules fines. Si les crevettes sont présentes en quantités non négligeables dès que la teneur en lutites dépasse 25%, les véritables concentrations susceptibles de supporter une pêche sont situées sur des fonds dont la teneur en lutites dépasse 50 et surtout 75%. Cette corrélation est extrêmement nette et il a été possible, à partir des 4 années de statistiques disponibles, et d'une enquête au niveau de tous les patrons, de délimiter exactement les fonds les plus riches. Ceux-ci se trouvent toujours sur les zones vaseuses dont la teneur en lutites est supérieure à 75% (fig.1). Les fonds contenant plus de 50% de lutites sont cependant régulièrement prospectés. Les fonds dont la teneur est inférieure à 25% ne sont pas considérés comme des fonds de pêche. Cette relation n'est plus vérifiée au delà de 60 mètres de profondeur.

La nature du sédiment est donc un facteur important de la répartition géographique. Elle peut, dans une certaine mesure expliquer également la limite supérieure de la distribution bathymétrique de l'espèce.

La figure 6 donne un aperçu de la distribution bathymétrique des sédiments au niveau des fonds à crevettes. La teneur en lutites augmente régulièrement de 0 à 30-35 mètres où elle dépasse 50%. De 35 à 40 mètres elle est supérieure à 75%. Là encore, si l'on compare cette distribution à celle des crevettes, les immersions où l'abondance est maximale correspondent à des taux de lutites supérieurs à 75%.

Ces observations viennent confirmer celles de RAITT et NIVEN (1969) au Nigéria, CROSNIER (1964) et DURAND (1967) au Congo, CROSNIER et BERRIT (1966) au Dahomey, RIBEIRO (1970) en Angola, BURUKOWSKY et BULANENKOV (1969) en Mauritanie. Il en est de même au Sénégal, au Libéria et au Ghana. La présence de P.d.notialis a cependant été signalée sur sables grossiers au Banc d'Arguin en Mauritanie (MAURIN, 1968).

Sur la côte américaine les deux sous-espèces P.d.notialis (BURUKOWSKY et BULANENKOV, 1969) et P.d.duorarum (COSTELLO et ALLEN, 1970) se rencontrent également sur des sédiments contenant une forte proportion de particules fines. Il semble également que l'on puisse parfois rencontrer cette dernière sur sable dur et grossier (HILDEBRANDT, 1954; WILLIAMS, 1958).

Si la répartition géographique et la limite bathymétrique supérieure des fonds à crevettes correspondent nettement à une structure granulométrique caractéristique, il n'en est pas de même pour la limite bathymétrique inférieure de la distribution.

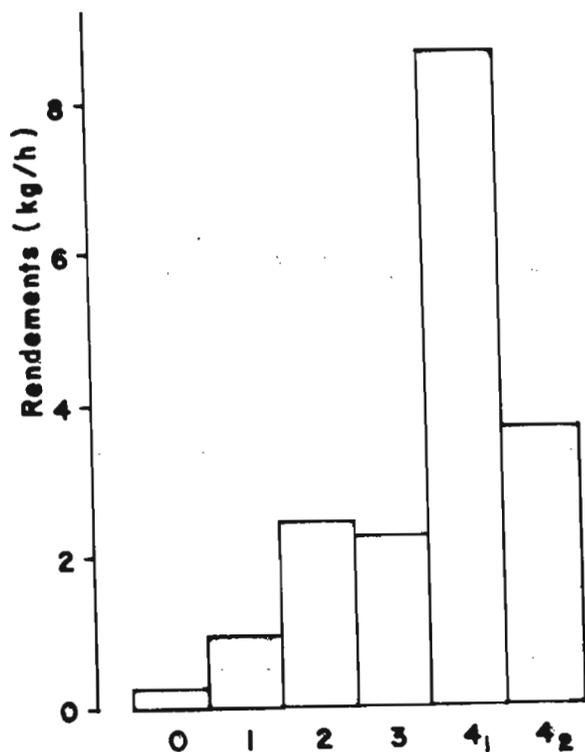


Fig. 5 - Abondance en fonction du type de sédiment

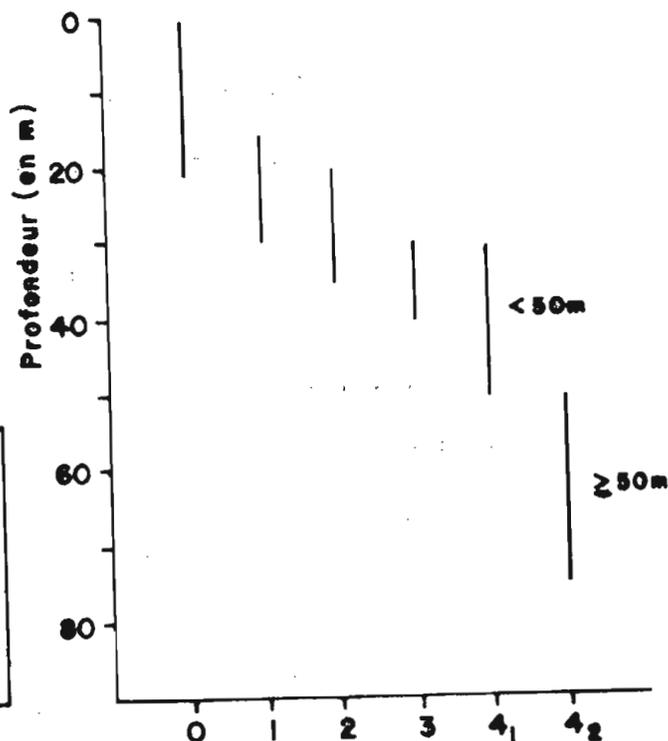


Fig. 6 - Répartition bathymétrique des divers types de sédiment

Au-delà de 50 m les rendements diminuent rapidement et sont pratiquement nuls après 60 m, sur des sédiments dont la teneur en lutites est pourtant supérieure à 75%. Cela signifie qu'une teneur en lutites supérieure à 75% est une condition nécessaire mais non suffisante pour permettre l'installation de concentrations commerciales.

4.3.1.2.- La composition chimique des sédiments

Sur la côte ouest africaine, l'origine terrigène des vases à P.d.notialis et les processus climatiques conduisant à leur formation entraînent l'existence d'un cortège de caractéristiques chimiques particulières à ces sédiments, résumées dans le tableau ci-dessous (données tirées des cartes de MARTIN 1973).

Constituants	Teneur (%)
Silice totale	40 à 60 %
Alumine	10 à 20 %
Fer	5 à 20 %
Carbonate	0 à 10 %
Azote	1 à 2 %

Ces sédiments peuvent être considérés, par comparaison avec les sédiments de l'ensemble du plateau entre 10 et 80 mètres, comme:

- les plus riches en azote
- très riches en alumine
- assez riches en silice
- moyennement riches en fer
- les plus pauvres en carbonates

Le rôle de ces constituants, si rôle il y a, est difficile à définir.

#### 4.3.1.2.1.- Silice et carbonates

Si l'on regroupe les renseignements disponibles il apparaît que P. duorarum notialis occupe sur toute son aire de répartition des vases argileuses silteuses terrigènes assez riches en silice (sous forme de quartz) et pauvres en carbonates.

P. duorarum duorarum en revanche occupe des vases calcaires sableuses organogènes pauvres en silice, très riches en carbonates et dont la fraction grossière est constituée de débris coralliens et coquilliers (HILDEBRANDT, 1954; SPRINGER et BULLIS, 1954).

Des vases sableuses organogènes à amphistégines et débris de coquilles de nature analogue pouvant contenir 75% de carbonates, existent sur tout le plateau continental ivoirien (MARTIN, 1973), au-delà de l'isobathe 70m, et ne sont pas colonisées par P. duorarum notialis. Il est donc possible que ce type de sédiment ne lui convienne pas. Il est beaucoup plus probable que le facteur limitant n'est pas la nature du sédiment mais la profondeur à laquelle il se trouve et les conditions particulières de température et de lumière qui y règnent.

Quoi qu'il en soit le fond est de nature homogène entre 40 et 70m et la raréfaction des crevettes au-delà de 50m reste inexpiquée.

#### 4.3.1.2.2.- Azote et matière organique

Les sédiments les plus riches en particules fines sont également les plus favorables à une fixation de l'azote sous forme organique. Les cartes de répartition de l'azote, publiées par MARTIN (1973), montrent, ainsi qu'on pouvait le prévoir, une excellente concordance entre les zones riches en azote et les grandes concentrations de crevettes. GRADY (1970) obtient le même résultat pour une espèce voisine. Cette relation n'est d'ailleurs probablement pas directe mais reflète la liaison entre les con-

centrations de crevettes et l'abondance des proies. LE LOEUFF et INTES (1968) ont en effet montré qu'en Côte d'Ivoire, la zone comprise entre 35 et 50 m était la plus riche en benthos, peneides exclus. La relation entre la richesse en matière organique et les grosses concentrations de crevettes est certainement d'ordre alimentaire.

Il n'y a cependant pas de changement notable dans la teneur en azote qui puisse être relié de façon satisfaisante à la raréfaction des crevettes au-delà de 50 m.

#### 4.3.2.- Les conditions hydrologiques

Ainsi que nous l'avons souligné au paragraphe 3.2., la caractéristique essentielle du golfe de Guinée est l'existence d'une thermocline presque permanente sub-superficielle. Cette thermocline limite à sa partie supérieure la couche de discontinuité qui baigne le fond à partir de 10-30m et dont l'épaisseur est de l'ordre de 30m.

BERRIT (1958) avait utilisé l'appellation "d'eaux de la thermocline" pour caractériser cette masse d'eau de transition entre les eaux tropicales et les eaux subtropicales, dont la température varie de 18° à 24°C, et la salinité est proche de 36‰, et en tout cas toujours supérieure à 35‰.

##### 4.3.2.1.- Historique

Les observations concernant le rôle des facteurs hydrologiques sur la répartition de P. duorarum sont assez peu nombreuses. Sur la côte américaine, où les données concernant l'écologie des immatures abondent, les renseignements concernant les adultes sont rares. BURKENROAD (1939) relie l'extension de l'espèce à celle de l'isotherme annuel moyen 20°C. Il note certaines incohérences dues en fait à une connaissance incomplète à l'époque, de la distribution de l'espèce. Celle-ci a été depuis signalée au Brésil (PEREZ-FARFANTE, 1969) et la distribution connue actuellement confirme la relation suggérée par BURKENROAD.

Ce même auteur notait dans le golfe du Mexique le remplacement de P. duorarum par P. aztecus dans les eaux dessalées, et soulignait l'incompatibilité de cette observation avec la présence du seul P. duorarum dans les deltas du Niger et du Congo sur la côte d'Afrique. En Floride, la salinité sur les fonds à crevettes oscille entre 36 et 38‰, d'après IVERSEN et IDYLL (1960).

Les renseignements disponibles sur la côte ouest africaine sont regroupés dans le tableau suivant:

Zone	Référence	S‰	T°C
Mauritanie	Burukowsky et Bulanenkov (1969)	35,7 à 36	18 à 29°
Nigeria	Lefevere (1970)	33,6 à 35	20 à 25°
Congo	Crosnier et De Bondy (1967)	35 à 36	18 à 24°
Angola	Ribeiro (1970)	35,5 à 35,9	16 à 27°
Côte d'Ivoire	Observations personnelles	34,2 à 35,8	15 à 29°

P. duorarum notialis adulte se rencontre donc en quantité plus ou moins importantes dans des eaux de 15 à 29°C et de 33,6 à 36‰. C'est à dire en fait dans pratiquement tout l'éventail des conditions hydrologiques possibles, entre 25 et 60 m. Ces données n'indiquant que la présence ou l'absence de l'espèce ne permettent pas de définir les conditions hydrologiques préférentielles de celle-ci et il est nécessaire pour cela de tenir compte de l'abondance.

La plupart des essais de classification des peuplements de poissons établis sur la côte ouest-africaine, tendent à confirmer le rôle essentiel de la thermocline en tant que barrière plus ou moins étanche (LONGHURST, 1958; LONGHURST et BAINBRIDGE, 1963; DURAND, 1967; FAGER et LONGHURST, 1968; LONGHURST, 1969). Une profondeur critique a été également mise en évidence vers 70 mètres dans la répartition du benthos. Cette limite est liée à la base de la couche de discontinuité d'après LONGHURST (1958). LE LOEUFF et INTES (1968) relie ce phénomène à l'isotherme 17°C.

CROSNIER (1963) indique que *P. duorarum* occupe les "eaux de la thermocline". Cette affirmation est contestée par BURUKOWSKY et BULANENKOV (1969) et cette contestation résulte de la confusion créée par l'utilisation du terme impropre d'eaux de la thermocline.

#### 4.3.2.2.- Rôle de la température dans la répartition bathymétrique

Le plateau ivoirien est caractérisé par des variations importantes de la profondeur de la couche de discontinuité, en particulier au moment de l'upwelling. Ces variations peuvent être matérialisées par le déplacement de l'isotherme 24°C. Si la thermocline joue réellement le rôle d'une barrière, elle doit provoquer des variations importantes dans la distribution bathymétrique de l'espèce, or d'après CROSNIER (1963) l'espèce peut être trouvée de 10-50m à 80-110m suivant les saisons.

L'examen des résultats obtenus au cours des deux séries d'échantillonnages effectués en 1966-67 et 1969-70, semblait montrer que les meilleurs rendements étaient toujours obtenus entre 18° et 24°C, c'est à dire dans ce que CROSNIER appelait "eaux de la thermocline" et que nous appelons couche de discontinuité (cette couche est en fait infrathermoclinale). Les échantillons pris aux différentes immersions l'avaient été à des heures différentes, et la variance introduite par les variations nycthémérales de disponibilité, importantes dans nos régions (GARCIA, FONTENEAU, PETIT, 1973) ne permettait pas de pousser plus loin l'analyse. En revanche, les résultats obtenus par les crevettiers professionnels en 1969-70, consignés de façon précise sur les cahiers de pêche mis à la disposition des patrons, permettent de confirmer et de préciser de façon extrêmement nette la liaison entre la couche de discontinuité et les crevettes.

Nous avons arbitrairement choisi la température pour matérialiser les mouvements des masses d'eau. La figure 7 représente le déplacement des isotherme 18,20 et 24°C sur un diagramme spatio-temporel, réalisé à partir des campagnes mensuelles d'hydrologie sur la radiale de Grand-Bassam (3°49'W). Nous y avons superposé la distribution spatio-temporelle des meilleurs rendements de Penaeus duorarum notialis sur cette zone pendant la même période. Nous y avons également figuré la zone de contact entre la "thermocline" et le fond.

En dépit des différences dans les fréquences d'observation respectives des deux paramètres température et abondance, et des incertitudes d'interpolation entre les observations physiques ponctuelles, la concordance entre la position des meilleurs rendements et les déplacement des masses d'eaux est très nette. D'octobre à mai, quand la couche de discontinuité est présente sur le fond, les crevettes en occupent préférentiellement l'horizon supérieur aux environs des 24°C, et se déplacent pour en suivre les mouvements sur le fond. En octobre-novembre et en mai, pendant les deux saisons des

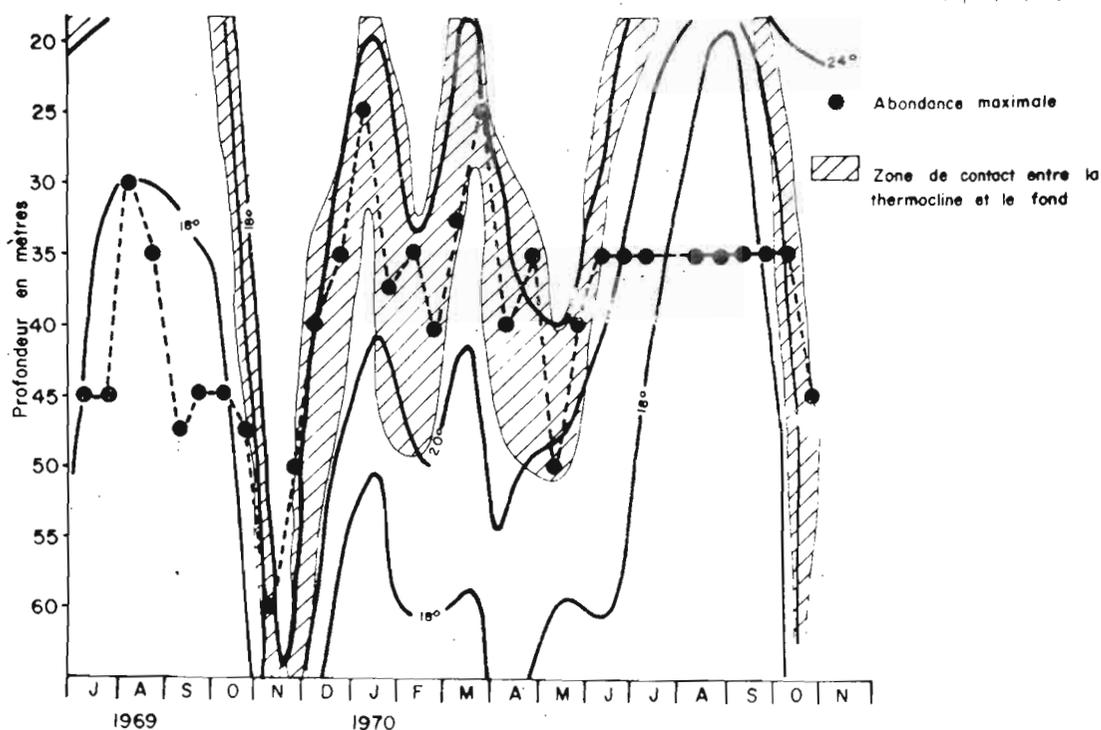


Fig. 7 - Relations entre les distributions spatio-temporelles des rendements en P. duorarum notialis et de la température

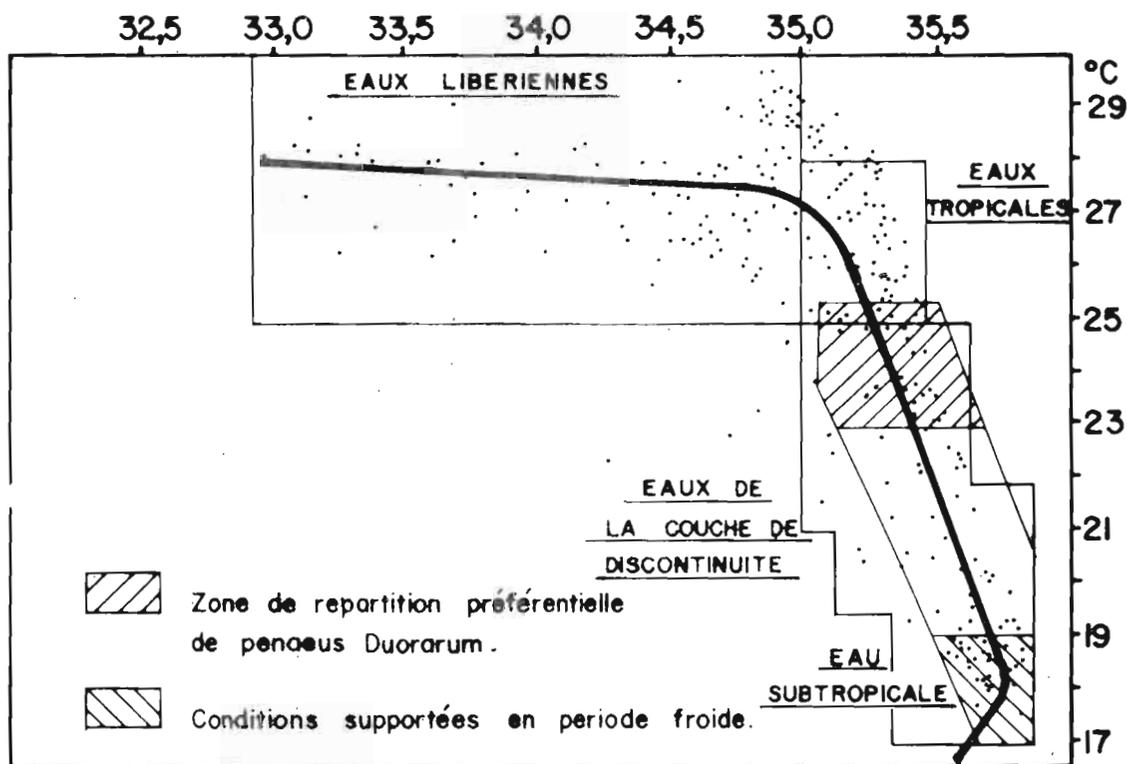


Fig. 8 - Diagramme T.S. caractéristique des masses d'eau du plateau continental ivoirien et conditions préférentielles de P. duorarum notialis

pluies, quand la couche des eaux libériennes s'épaissit et que la thermocline s'enfonce, les crevettes s'éloignent du littoral et gagnent des zones plus profondes. Il est symptomatique, qu'au mois de novembre qui correspond aux crues des grands fleuves et à l'extension verticale maximale des eaux de surface, les crevettes soient confinées aux limites inférieures de leur distribution bathymétrique habituelle. Elles descendent d'ailleurs plus bas pendant le mois de novembre où les déversements sont plus importants qu'en mai. De juillet à septembre, la thermocline remonte puis disparaît, les eaux libériennes de surface sont repoussées vers le large par l'upwelling côtier et l'eau centrale sud atlantique froide baigne tout le littoral. Les crevettes doivent alors supporter des conditions autres que les conditions optimales qu'elles recherchaient en saison chaude.

Notons qu'en mars, en pleine saison sèche, les eaux libériennes dessalées disparaissent. Ce phénomène est souvent accompagné d'une remontée de la thermocline. D'excellents rendements sont alors exceptionnellement obtenus à 14 mètres tous les ans.

On peut donc conclure, dans le même sens que CROSNIER, en précisant le phénomène: P. duorarum notialis est lié aux eaux de la couche de discontinuité de 18 à 24°C, bien que sa présence puisse être observée en très faible abondance au-delà de ces limites. Il occupe préférentiellement l'horizon supérieur de cette couche d'eau aux environs de 24°C. Il évite systématiquement les eaux libériennes en effectuant des migrations bathymétriques importantes. En saison froide, il est amené à supporter les conditions régnant à la base de la couche au niveau du maximum de salinité (17 à 18° et 35,8‰), cependant sa présence dans des eaux aussi froides peut être considérée comme forcée.

Nous avons choisi la température comme paramètre de référence. Nous aurions pu aussi prendre la salinité. Le diagramme T.S. de la figure 8 montre que les températures avoisinant 24°C sont associées à des salinités comprises entre 35 et 35,5‰. La préférence mise en évidence pour les eaux proches de 24°C peut donc également correspondre à une préférence marquée pour des eaux comprises entre 35 et 35,5‰ car les eaux supérieures à 24°C sont le plus souvent dessalées.

Le phénomène observé peut donc se résumer comme suit: il existe une liaison étroite entre les crevettes et la couche de mélange ou, plus particulièrement, la zone frontale d'interface qui sépare les eaux libériennes des eaux de mélange. Les crevettes restent juste en dessous de cette interface et en suivent les oscillations saisonnières.

Les rôles respectifs des principaux paramètres mesurés, température et salinité, dans la genèse de ce comportement sont difficiles à séparer. Nous en proposerons cependant une interprétation au paragraphe 4.3.2.4.

#### 4.3.2.3.- Rôle des facteurs hydrologiques dans la répartition géographique

Sur la côte d'Afrique, l'espèce est rencontrée depuis le Cap Blanc (Mauritanie) (MAURIN, 1968) jusqu'en Angola. RIBEIRO (1970) indique 13°S comme la limite de distribution, mais des individus isolés sont rencontrés jusqu'à 18°S au Cap Frio. Ces limites biogéographiques coïncident parfaitement avec celles que POSTEL (1962) propose pour la province centrale ou guinéenne. En revanche elles débordent de plus de 10° au nord la province tropicale d'ECKMANN (1953). Nous avons vu plus haut que cette distribution correspond à l'extension de l'isotherme moyen annuel 20°C (BURKENROAD 1939). Il est cependant préférable de remplacer, ainsi que le souligne POSTEL (1968) cette notion de moyenne qui constitue une perte d'information, par la notion de variations saisonnières ou de gamme de températures supportées.

Si l'on se réfère aux cartes de température de surface de SCHOTT (1944) ou MAZEIKA (1968) les limites de distribution coïncident (fig.9):

- d'une part avec l'extension maximale estivale des eaux à 24°C dans les deux hémisphères
- d'autre part avec l'extension maximale hivernale des eaux à 18°C vers l'équateur.

En d'autres termes, les zones à P.duorarum sont baignées en surface par des eaux qui atteignent toujours 24°C ou plus pendant au moins une partie de l'année, mais ne descendent jamais au-dessous de 17-18°C. Au niveau du fond, les températures ne descendent pas au-dessous de 15-16°C.

#### 4.3.2.4.- Essai d'interprétation

Bien que les rôles respectifs des deux principaux paramètres, température et salinité soient difficiles sinon impossibles à séparer on peut essayer de proposer une interprétation des phénomènes observés.

Considérons tout d'abord la température: bathymétriquement et géographiquement la distribution des crevettes semble limitée par une température minimale de 15-16°C. D'autre part, ces eaux atteignent au moins 24°C pendant une partie de l'année. Ces observations doivent être rapprochées de celles de FUSS et OGREN (1966) qui montrent expérimentalement que si l'activité de P.duorarum duorarum est maximale entre 25 et 30°C, elle diminue de

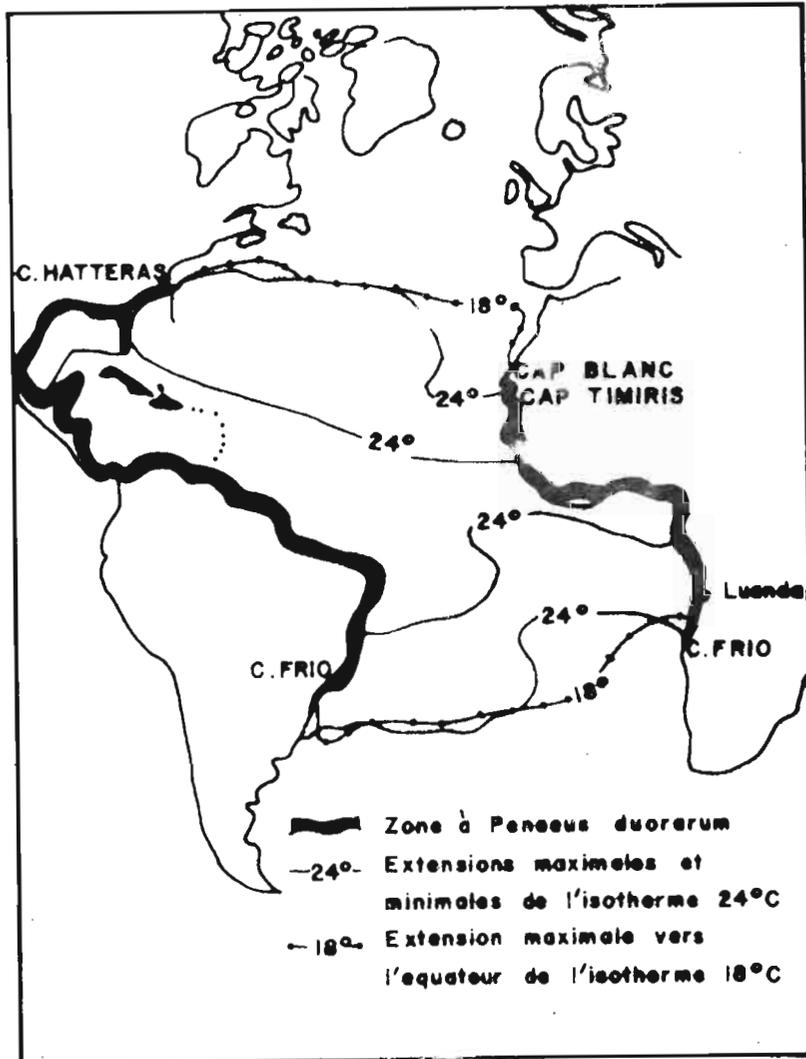


Fig. 9 - Répartition géographique et conditions hydrologiques de surface. (modifié d'après SCHOTT 1944).

50% à 15°C et ils ajoutent "it seems that the lower limit for penaeid activity is about 14 to 16°C". Les variations observées dans la répartition bathymétrique pourraient donc correspondre à la recherche d'un optimum permettant un métabolisme élevé, nécessaire par exemple en période de reproduction. Ceci pourrait expliquer la prédominance des femelles âgées à la côte en saison chaude (voir paragraphe 5.2.2.2.). D'ailleurs lorsque cet optimum est hors d'atteinte, comme c'est le cas en saison froide, où les eaux chaudes ont disparu, la ponte est pratiquement stoppée.

Dans le cadre d'une telle interprétation on peut logiquement supposer qu'à moins d'une parfaite adaptation physiologique, de telles perturbations du métabolisme doivent se produire aux limites extrêmes de la

distribution géographique, qui sont le siège d'un balancement saisonnier des isothermes, et où la température oscille entre 18° et 24°C en surface. Ces perturbations se traduiraient par des modifications du comportement ou par des migrations hivernales vers des zones plus proches de l'optimum. De telles migrations ont en effet été mises en évidence ou suggérées par Mc COY et BROWN (1967) pour P. duorarum duorarum, LINDER et ANDERSON (1956) pour P. setiferus et BURKENROAD (1939) pour P. aztecus en Caroline du Nord. Au Sénégal GARCIA, FONTENEAU et PETIT (1973) ont suggéré des modifications du rythme d'activité sur les fonds de pêche du Cap Roxo en saison froide. Ces observations se rapportent à la limite nord de la zone de distribution. Il n'existe à notre connaissance aucune étude écologique au Brésil ou en Angola qui permettrait de vérifier le phénomène dans l'extrême sud de la zone.

Considérons maintenant la salinité. Nous avons signalé au paragraphe 4.3.2.1. la rareté des renseignements hydrologiques et la relation soulignée par BURKENROAD (1939) entre la répartition de P. duorarum et la salinité dans le golfe du Mexique ainsi que les incohérences apparentes que comporte cette relation si l'on considère la côte ouest africaine. Si l'absence de P. duorarum est fortement confirmée au-delà du Surinam (JONES et DRAGOVITCH, 1973 et FAUSTO FILHO, 1968). Cette espèce, bien que nettement surclassée en abondance par P. aztecus existe à proximité du delta du Mississipi où elle est d'ailleurs exploitée (OSBORN, MAGHAN et DRUMMOND, 1969). Il n'en reste pas moins que son abondance sur la côte américaine diminue fortement quand la salinité de surface diminue et que dans des conditions de dessalure superficielle identique sinon plus accentuées, cette espèce colonise seule tout le golfe de Guinée. En réalité, la bande littorale de ce golfe est à l'abri le plus souvent des dessalures superficielles grâce à une thermocline, doublée d'une halocline subsuperficielle vers 30m et nous avons vu au paragraphe 4.3.2.2. que les crevettes vivaient préférentiellement sous cette interface dans des eaux supérieures à 35‰. Même dans la zone du delta du Niger où le maximum de la distribution est plus côtier, cette observation semble valable car la thermocline y est rencontrée selon LEMASSON et REBERT (1973b) à une profondeur de 20m. Des études seraient cependant nécessaires pour le confirmer. Au niveau des estuaires du Kouilou et du Congo où les crevettes peuvent être pêchées entre 10 et 30m (LE GUEN comm. pers.) l'influence du fleuve ne se fait pas sentir en dessous de 20m en grande crue et de 5 à 10m en étiage (DONGUY, HARDIVILLE et LE GUEN, 1964).

Il est donc certain que, malgré les fortes dessalures de surface caractéristiques du golfe de Guinée, P. duorarum doit y être considéré comme une espèce sténohaline à l'état adulte et dont les biotopes sont à l'abri des dessalures d'origine continentale grâce à l'existence d'une thermocline doublée d'une halocline subsuperficielle. L'incohérence relevée par BURKENROAD (1939) semble donc effacée et nos observations tendent à renforcer son hypothèse d'une action directe de la salinité sur la répartition géographique des adultes.

Elles tendent également à rendre inutile l'hypothèse qu'il avait émise, pour tenter de justifier l'incohérence, d'une compétition à l'état larvaire entre P. aztecus et P. duorarum. Il n'est cependant pas certain qu'elle doive être rejetée pour autant.

#### 4.4.- CONCLUSIONS

Penaeus duorarum adulte occupe une aire géographique bien définie dans laquelle les eaux de surface atteignent au moins 24°C dans l'année, et descendent rarement au-dessous de 18°C. Les températures au fond peuvent être au minimum de 15 à 16°C. Ces températures correspondent à des exigences écologiques: 15°C représente le minimum requis pour permettre l'activité, et cette activité est maximale à partir de 24°C. L'espèce peut certainement supporter des températures plus élevées à condition que ces eaux chaudes ne soient pas également dessalées comme c'est souvent le cas sur les côtes africaines.

A l'intérieur de cette zone son extension peut être limitée ou inhibée par une dessalure trop importante (‰ < 35‰). C'est probablement le cas dans les embouchures du Mississippi ou de l'Amazonie où la compétition d'espèces plus tolérantes est peut-être favorisée.

Dans les zones hydrologiquement convenables la présence de concentrations exploitables est subordonnée à la présence d'estuaires ou de lagunes. Au voisinage des débouchés la répartition géographique de détail et la limite supérieure de la distribution bathymétrique sont conditionnées par la nature du sédiment dont la teneur en lutites doit dépasser 25%. Les concentrations d'intérêt commercial ne sont rencontrées que sur des fonds dont la teneur en lutites dépasse 50 et surtout 75%. La distribution bathymétrique qui s'étend le plus souvent de 25 à 60m avec un maximum de 30 à 50m est en particulier plus côtière à l'est des embouchures de lagune en Côte d'Ivoire où ces sédiments sont plus littoraux. Il en est de même au niveau du delta du Niger où le maximum est observé vers 25m.

Cette distribution bathymétrique dépend également des conditions hydrologiques. Les crevettes fréquentent préférentiellement les eaux de la couche de discontinuité, surtout au niveau du sommet de cette couche vers 24°C et 35‰. La zone d'abondance maximale varie saisonnièrement en suivant les oscillations de cette couche.

La limite inférieure de la distribution, vers 60m, correspond en Côte d'Ivoire et dans tout le golfe de Guinée:

- A la profondeur maximale atteinte par l'isotherme 24° et la thermocline pendant la saison chaude. C'est donc la limite extrême à laquelle se font sentir les eaux libériennes dessalées et les stimulus continentaux.

- A la profondeur moyenne de l'isotherme 18°C marquant la transition entre la couche de discontinuité et l'eau centrale sud atlantique.

Au-dessus de 60m la température des eaux au fond est rarement inférieure à 16°C, et égale à 24°C au moins une partie de l'année. Ces conditions thermiques offrent une similitude remarquable avec celles qui caractérisent la distribution géographique et indiquent que l'espèce est étroitement liée aux eaux tropicales superficielles à l'exclusion toutefois de leur faciès dessalé des eaux guinéennes ou libériennes.

Notons que la limite inférieure vers 60m n'est pas propre à P. duorarum notialis mais caractérise toute une gamme d'espèces côtières benthiques et démersales.

## 5.- REPARTITION DES TAILLES ET SEX-RATIO

### 5.1.- REPARTITION BATHYMETRIQUE DES TAILLES

Au cours des 31 campagnes de chalutage effectuées sur la radiale de Grand Bassam en 1966-67 et 1969-70, 19.000 puis 40.000 crevettes des deux sexes ont été mesurées, en longueur totale (LT) en 1966-67, puis en longueur céphalothoracique (LC) en 1969-70.

La taille moyenne des mâles et des femelles a été calculée à chaque campagne, pour chaque immersion, ainsi que la moyenne annuelle correspondant à chacune des profondeurs échantillonnées. Nous n'avons représenté que les résultats obtenus pour les femelles (fig.10). Le schéma est identique pour les mâles; les immersions moyennes sont occupées par des crevettes de taille moyenne, les immersions extrêmes sont occupées par des

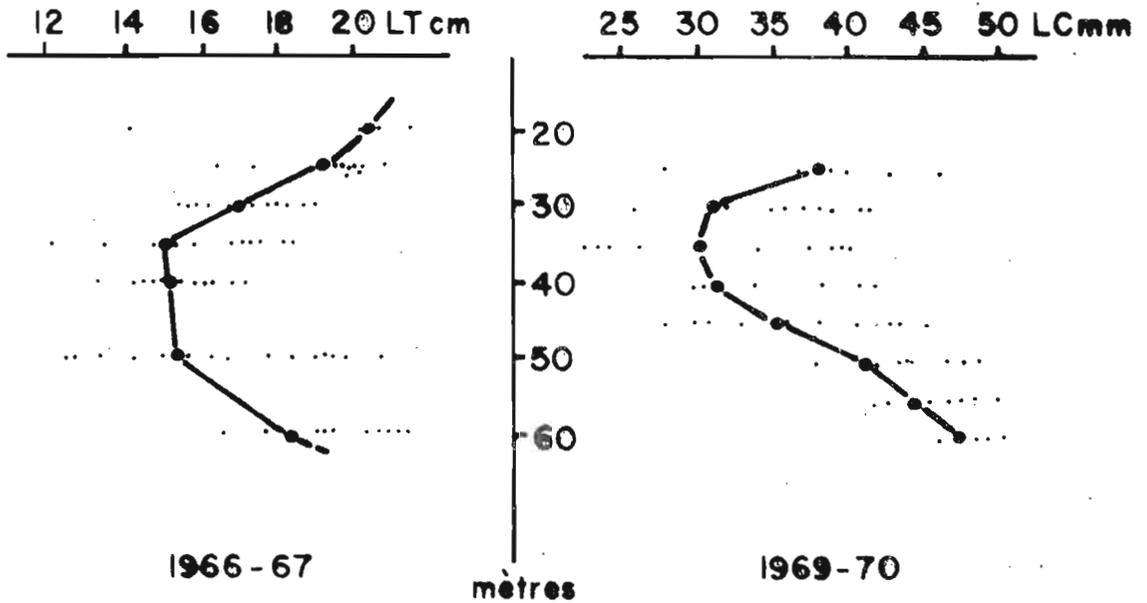


Fig. 10 - Répartition bathymétrique moyenne annuelle des tailles sur la radiale de Grand-Bassam (femelles) - •Tailles moyennes observées - ● Moyenne annuelle

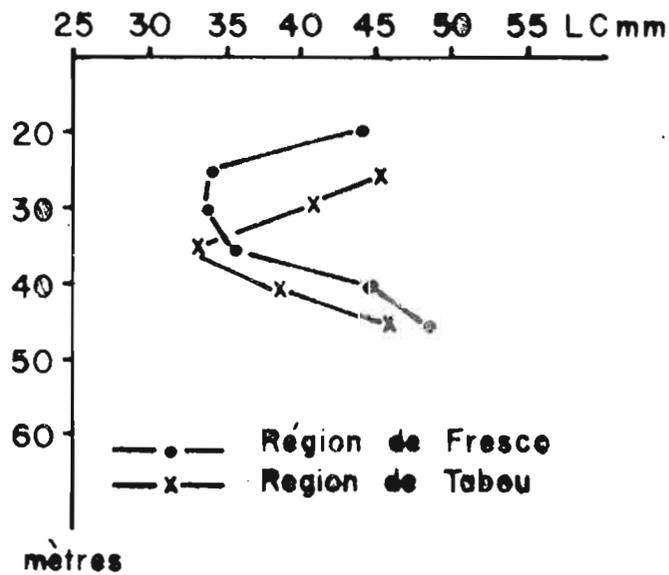


Fig. 11 - Répartition bathymétrique des tailles en août-septembre 1968 (femelles)

crevettes de grande taille. Ce schéma de distribution a été retrouvé devant Fresco et Tabou pendant les campagnes de prospection en août-septembre 1968 (fig. 11). Bien que ces derniers résultats reposent sur une seule série de chalutages, ils indiquent que le phénomène est général sur le plateau ivoirien.

Ce type de distribution ne correspond pas aux schémas généralement admis sur la côte américaine, selon lequel les jeunes occupent les plus petits fonds et la taille moyenne augmente avec la profondeur (IVERSEN, JONES et IDYLL, 1960). En revanche, en baie de Biafra BURUKOWSKY (1968) semble avoir observé le même phénomène. Selon lui les jeunes sont confinés entre 40 et 45 m et les adultes existent à toutes les immersions. Ils dominent donc aux deux extrêmes.

## 5.2.- ETUDE DU SEX-RATIO

### 5.2.1.- Le sex-ratio à la migration

Après deux à trois mois de séjour en lagune, les juvéniles entreprennent leur grande migration vers la mer. Au cours de cette migration ils sont exploités par une pêche artisanale utilisant des filets fixes (GARCIA, 1972). 45 échantillons de ces captures ont été prélevés dans la lagune TAGBA d'avril 1969 à décembre 1971, et 28 en lagune EBRIE de mars 1969 à février 1970. Le sex-ratio global observé a été respectivement de 50,0 et 50,2% de femelles. Il n'est cependant pas constant et présente des variations en fonction de la taille ainsi que des variations saisonnières cycliques.

#### 5.2.1.1.- Variations en fonction de la taille

Les 9.428 crevettes mesurées en lagune TAGBA ont été regroupées en deux courbes d'abondance sur la figure 12A. Les valeurs moyennes calculées sont de 16,88 mm pour les femelles, et 16,23 mm pour les mâles. Ces moyennes bien que très proches, sont significativement différentes au seuil de 0,01 ( $t = 11,8$ ). Le même traitement appliqué aux 4.977 crevettes mesurées en lagune EBRIE (fig.13) donne des valeurs très proches (16,86 mm pour les femelles et 16,50 mm pour les mâles) dont la différence est également significative au seuil de 0,01 ( $t = 21,7$ ). Ce léger décalage dans les moyennes se traduit par une variation du sex-ratio en fonction de la taille. Les deux courbes obtenues sur les figures 12B et 13B mettent en évidence deux phénomènes:

a) - la branche droite des courbes traduit le décalage entre les moyennes et indique que la différence dans les vitesses de croissance, qui deviendra en mer une caractéristique majeure (BERRY 1967, GARCIA et al. 1970), est déjà perceptible au moment de la migration.

b) - la branche gauche, cohérente et similaire pour les deux groupes d'observations, indique probablement, bien que portant sur une faible portion de la population, une différence de vulnérabilité vis-à-vis des filets. Ce phénomène que nous retrouverons en mer sera discuté dans un paragraphe ultérieur.

#### 5.2.1.2.- Variations saisonnières

Les échantillons traités ont été regroupés par mois et le sex-ratio moyen calculé pour chaque mois. Les résultats obtenus pour la lagune TAGBA sont regroupés dans le tableau suivant:

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
sex-ratio = % ♀	51,8	58,1	49,4	46,5	48,1	46,4	48,1	36,3	47,3	51,3	51,0	56,2
Nombre d'échantillons	4	3	3	4	3	3	3	2	4	5	6	5

Les valeurs les plus fortes sont obtenues de décembre à février en pleine saison chaude. Les valeurs les plus faibles sont obtenues en août pendant la saison froide. Le phénomène, bien que moins marqué en lagune Ebrié est comparable et marque un maximum en mars et un minimum en août. Si l'on compare ces observations à celles de GARCIA (1972), il apparaît qu'en Côte d'Ivoire les femelles dominent quand l'abondance est maximale et la taille minimale. BEARDSLEY (1967) en Floride montre un phénomène analogue. Il ne peut affirmer qu'il soit saisonnier; cependant la relation qu'il observe entre les variations de taille, d'abondance et de sex-ratio est identique. De BONDY (1968) au Sénégal signale des fluctuations saisonnières. Le pourcentage de femelles le plus élevé correspond bien également à des abondances maximales en juillet-août. Mais il observe, en octobre, un maximum secondaire correspondant à une migration très faible. Il ne paraît donc pas possible dans l'état actuel des connaissances de proposer une hypothèse expliquant ce phénomène, on retiendra cependant:

- a) - qu'il semble général
- b) - qu'il est cyclique à l'échelle de l'année
- c) - qu'il apparaît une liaison entre l'abondance et le sex-ratio

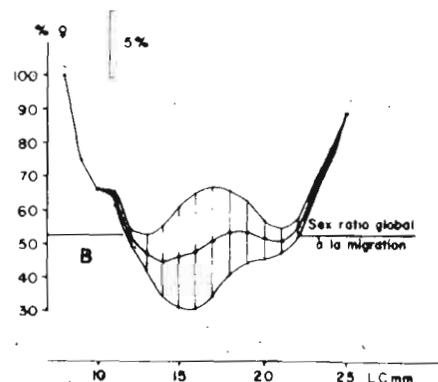
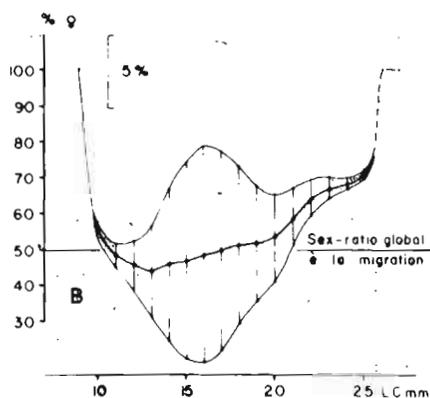
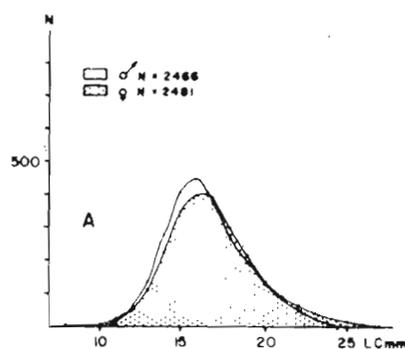
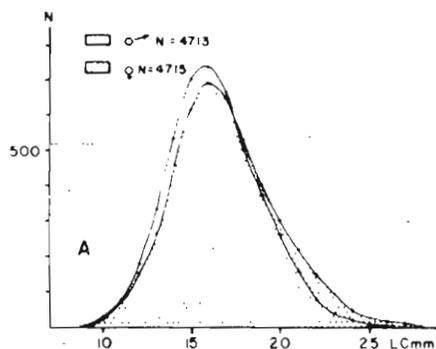


Fig. 12 - Lagune TAGBA

Fig. 13 - Lagune EBRIE

A) - courbe d'abondance des tailles à la migration

B) - sex-ratio en fonction de la taille

( les lignes verticales sont proportionnelles à l'abondance de chaque classe en % dans la population).

#### 5.2.2.- Le sex-ratio: en mer

Calculés globalement pour les deux campagnes 1966-67 et 1969-70, les sex-ratios sont respectivement de 52,7 et 55,1% de femelles. Là encore le sex-ratio n'est pas uniforme et varie. IVERSEN et al. (1960) ayant observé de telles variations, conclurent qu'elles résultaient soit d'une ségrégation des sexes, soit d'un échantillonnage biaisé.

On observe en Côte d'Ivoire des variations en fonction de la taille, de la profondeur et des saisons.

##### 5.2.2.1.- Variations en fonction de la taille (figs.14 et 15)

Les courbes obtenues sont assez similaires à celles trouvées en lagune. La partie droite de la courbe, au-delà de 20mm (LC) ou 10cm (LT)

traduit la différence entre les lois de croissance des mâles et des femelles. (BERRY 1967, GARCIA et al. 1970, GARCIA 1973).

La partie gauche de la courbe, plus intéressante, montre un taux de femelles supérieur à la normale en-deça de 20mm (LC). Le phénomène est mieux marqué en 1969-70, campagne pour laquelle nous avons utilisé un chalut à mailles plus fines (mailles étirées de 28mm au lieu de 40mm en 1966-67). Il semble donc que la différence de vulnérabilité observée entre les deux sexes soit liée au maillage. A longueur céphalothoracique égale les femelles seraient mieux retenues par le chalut. Cette hypothèse implique un dimorphisme sexuel. Un tel dimorphisme, qui pourrait porter sur la hauteur ou le diamètre du céphalothorax, a été observé par MASSUTI (1960) chez Parapenæus longirostris (LUCAS) où à longueur égale, les mâles ont un céphalothorax moins haut.

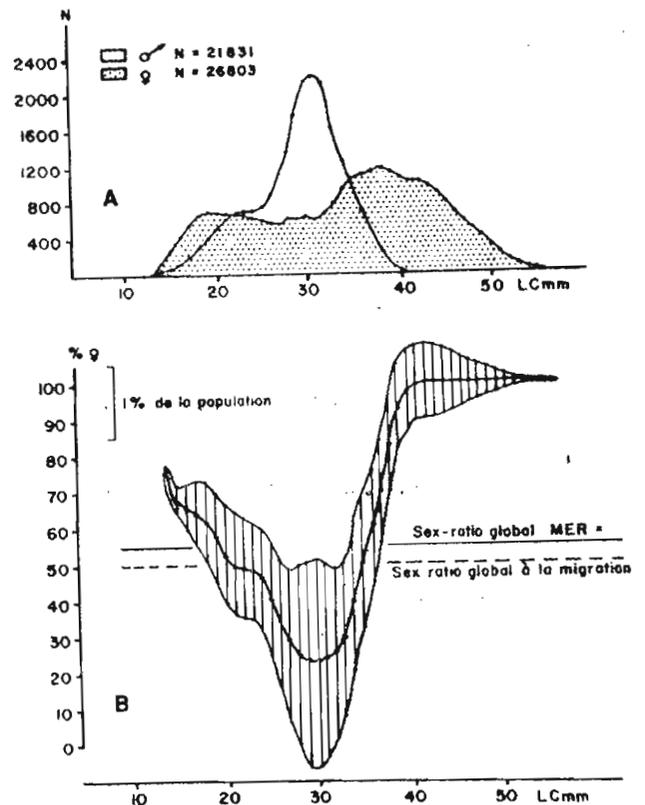
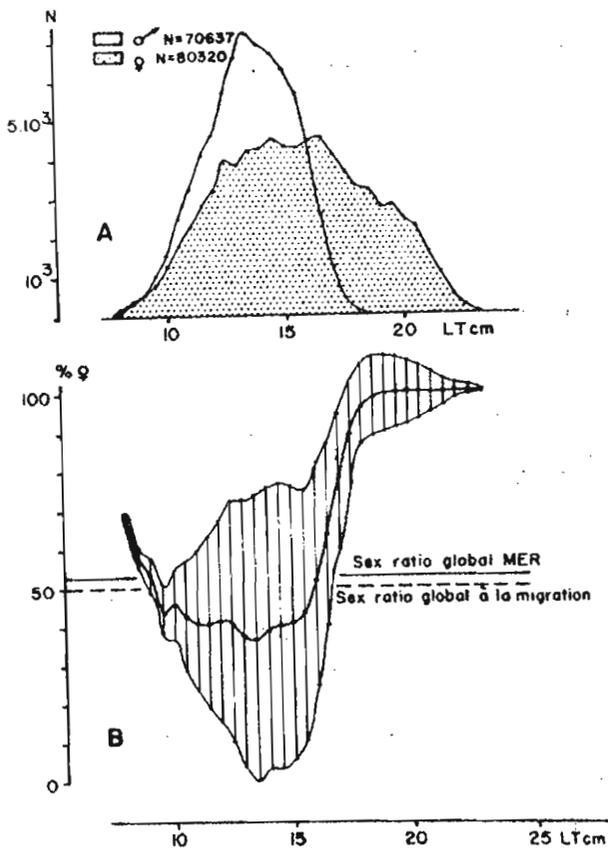


Fig. 14 : GRAND BASSAM (1966-67)      Fig. 15 : GRAND BASSAM (1969-70)

- A) - courbe d'abondance des tailles
- B) - sex ratio en fonction de la taille ( les lignes verticales sont proportionnelles à l'abondance de chaque classe, en % dans la population. )

#### 5.2.2.2.- Variations en fonction de la profondeur (fig.16)

Les courbes obtenues sont similaires pour les deux années d'observations. Si l'on compare l'évolution bathymétrique du sex-ratio, des tailles et de l'abondance numérique, la structure de la population apparaît nettement.

Au-dessus de 30m on trouve un petit nombre d'individus de grande taille où les femelles dominent largement. De 30 à 50 m se trouve la fraction la plus jeune de la population. Elle est composée d'un grand nombre d'individus de taille moyenne ou petite. Leur sex-ratio est proche de la normale, mais on note cependant une nette différence de part et d'autre de la ligne des 35-40m. Les femelles y sont proportionnellement plus côtières.

Au-delà de 50m on retrouve un petit nombre d'individus de grande taille où les mâles dominent.

L'examen de la répartition bathymétrique de l'abondance, en nombre, pour les deux sexes montre que le phénomène résulte d'un léger décalage dans les distributions respectives et non pas d'une réelle ségrégation.

Notons que BURKENROAD (1939) dans le golfe du Mexique, trouve une distribution inverse. Les femelles sont mieux représentées aux profondeurs les plus élevées.

Cette répartition des sexes est une moyenne annuelle et il est intéressant d'en définir les variations saisonnières.

#### 5.2.2.3.- Variations saisonnières

Un premier examen des variations à chaque immersion montrait que l'on pouvait distinguer deux groupes de sondes: d'une part les immersions de 20 à 45m, d'autre part celles comprises entre 50 et 60m. Les données correspondantes ont donc été regroupées (fig.17).

La concordance entre les courbes obtenues pour 1966-67 et 1969-70 est bonne. Au-delà de 45m le sex-ratio est favorable aux mâles pendant toute la saison chaude, d'octobre à juin. Il devient nettement favorable aux femelles en juillet-août-septembre, pendant la saison froide. De 20 à 45m le phénomène est inverse pendant la saison chaude et plus confus pendant la saison froide. Cela résulte d'une hétérogénéité des données pour cette saison. L'analyse des sex-ratios obtenues à chaque radiale en 1966-67 et 1969-70 a montré que l'on pouvait les rattacher à 3 types de distribution principaux.

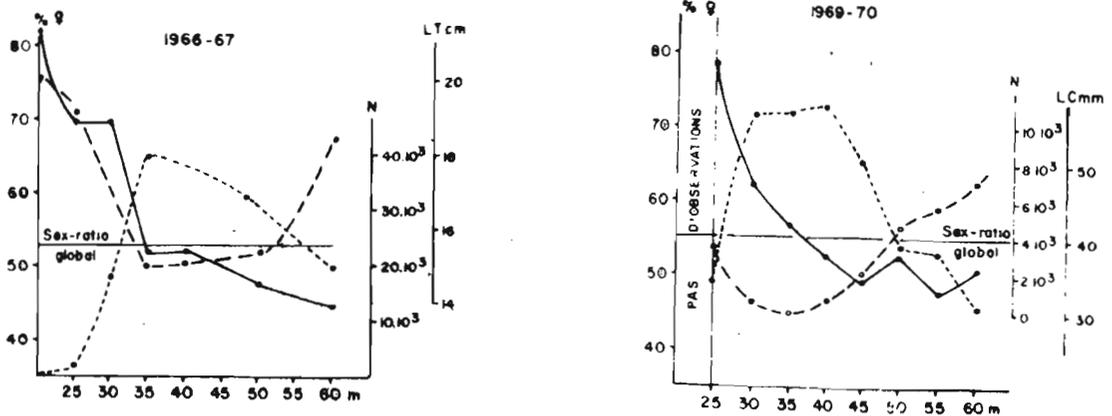


Fig. 16 - Variation bathymétrique de l'abondance numérique (.-.-.-.) de la taille moyenne (-.-.-) et du sex ratio (—)

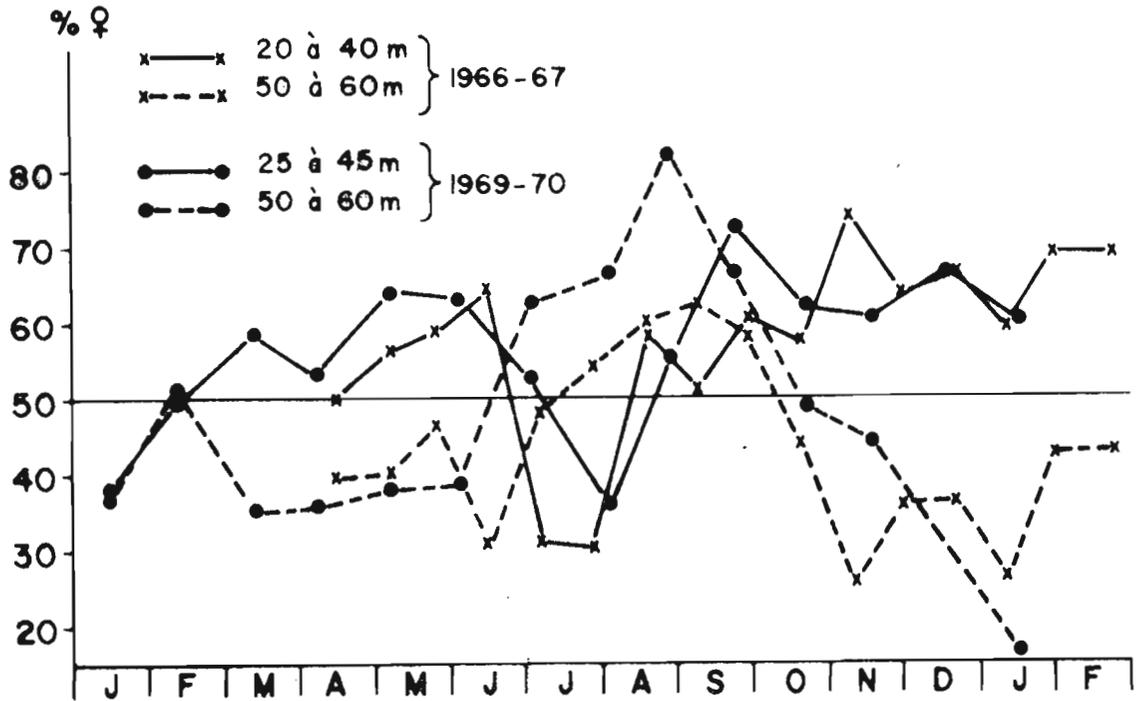


Fig. 17 - Variations saisonnières du sex ratio à la côte et en profondeur

Nous avons donc regroupé les résultats en conséquence et calculé 3 distributions moyennes représentées sur la figure 18.

- en saison chaude, d'octobre à juin, les mâles dominant en profondeur et les femelles à la côte

- en pleine saison froide au mois d'août les mâles dominant à la côte et les femelles en profondeur

- pendant les périodes de transition, en juillet et en septembre le schéma est intermédiaire. Les femelles dominant aux deux extrémités.

A deux reprises pendant la saison chaude nous avons observé également un type intermédiaire correspondant probablement aux refroidissements apériodiques très courts qui caractérisent cette saison (MORLIERE, 1970).

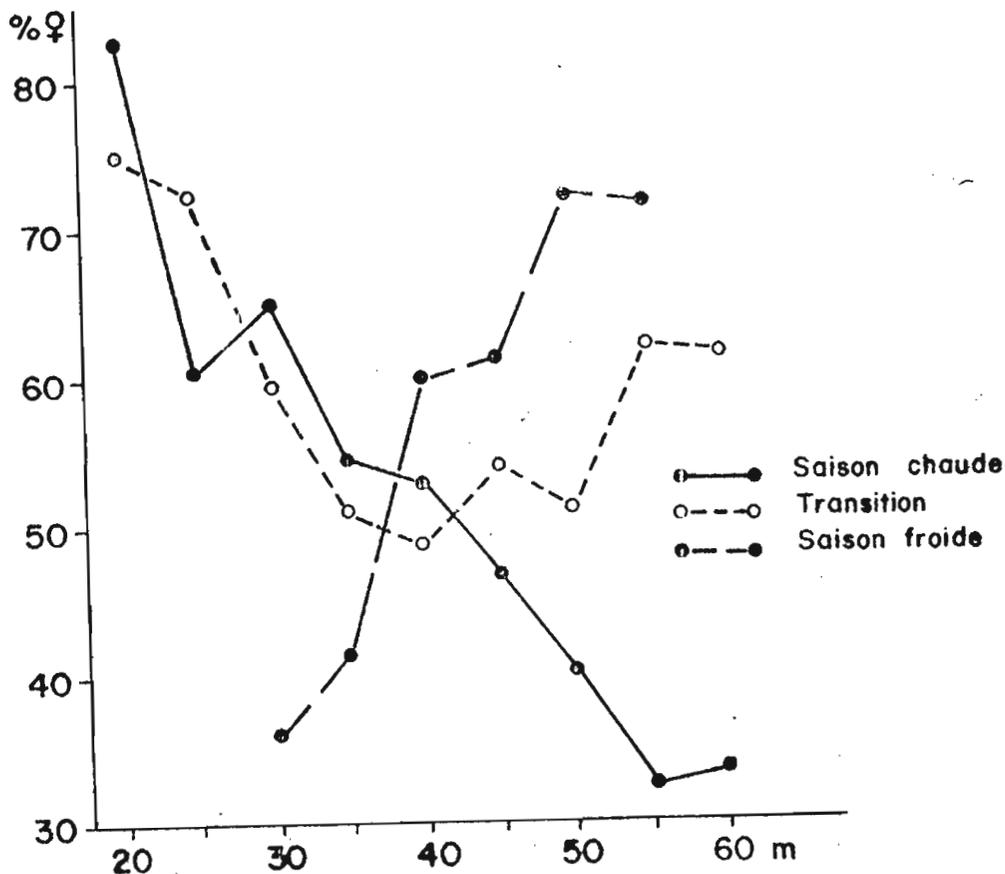


Fig. 18 - Répartition bathymétrique moyenne des sex-ratios observés à différentes saisons.

### 5.3.- CONCLUSIONS

Pendant la grande migration le sex-ratio est dans l'ensemble proche de la normale mais subit des variations saisonnières cycliques liées à l'abondance.

Le sex-ratio varie avec la taille, en lagune et en mer, d'une part à cause de la différence entre les vitesses de croissance des 2 sexes, et probablement d'autre part à cause d'un phénomène de sélectivité différentielle des maillages vis-à-vis des sexes.

La structure de la population adulte est bien caractérisée. L'abondance est maximale au centre et à ce niveau se trouvent les individus les plus jeunes. Les individus âgés encadrent la distribution. A la suite d'un décalage entre les distributions respectives des mâles et des femelles, le sex-ratio varie avec la profondeur. Les femelles dominent à la côte la plupart du temps. En saison froide le phénomène s'inverse en passant par une phase de transition.

BIBLIOGRAPHIE

- BEARDSLEY (G.L.), 1967.- Distribution in the water column of migrating juvenile pink shrimp, Penaeus duorarum Burkenroad, in Buttonwood canal, Everglades National park, Florida. University of Miami ph. D. June 1967, 91 p.
- BERRIT (G.R.), 1958.- Les saisons marines à Pointe-Noire. Bull. C.O.E.C., X (6), pp. 335-360
- BERRIT (G.R.), 1969.- Les eaux dessalées du golfe de Guinée. in: Actes Symposium Océanogr. ress. halieut. Atlant. Trop. UNESCO, Abidjan (1966), pp. 13-22
- BERRY (R.J.), 1967.- Dynamics of the Tortugas (Florida) pink shrimp population. University of Rhode Island - Ph. D. 1967 - Zoology - 151 p.
- BURUKOWSKY (R.N.), 1968.- On the biology of shrimp (P. duorarum Burk.) from the Biaffra Bay. CIEM - C.M. 1968 /K:2, 7p.
- BURUKOWSKY (R.N.), BULANENKOV (S.K.), 1969.- Pink Shrimp biology and fishing. (Translated from Russian) Israël program for Scientific Translations (1971), 60 p.
- COSTELLO (T.J.), ALLEN (D.M.), 1970.- Synopsis of biological data on the pink shrimp Penaeus duorarum duorarum Burkenroad 1939: FAO Fish. Rep., 57 (4), pp. 1499-1537
- CROSNIER (A.), 1963.- Les crevettes commercialisables du plateau continental dans la région de Pointe-Noire. Document multigraphié - ORSTOM N°184/SR - 6p.
- CROSNIER (A.), 1964.- Fonds de pêche le long des côtes de la république fédérale du Cameroun. Cahiers O.R.S.T.O.M., N° spécial 1964, 132 p.
- CROSNIER (A.), BERRIT (G.R.), 1966.- Fonds de pêche le long des républiques du Dahomey et du Togo. Cahiers O.R.S.T.O.M., suppl. vol.IV, n°1, 144 p.
- CROSNIER (A.), De BONDY (E.), 1967.- Les crevettes commercialisables de la côte ouest de l'Afrique intertropicale. Init. Doc. Tech., ORSTOM, n°7, 72 p.
- DONGUY (J.R.), HARDIVILLE (J.), LE GUEN (J.C.), 1965.- Le parcours maritime des eaux du Congo. Cah. Océanogr., XVII (2), pp. 2-13
- DUGAS (F.), 1968.- Carte sédimentologique provisoire du plateau continental de Côte d'Ivoire: d'Assinie à Fresco. ORSTOM - Abidjan, 28p., 1 carte (multigraphié).

- DURAND (J.R.), 1967.- Etude des poissons benthiques du plateau continental congolais. 3ème partie: Etude de la répartition, de l'abondance et des variations saisonnières. Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., 2 (2), 68 p.
- ECKMANN (S.), 1953.- Zoogeography of the sea. SIDGWICK et JACKSON Ltd. London. 1ère éd.
- FAGER (E.W.), LONGHURST (A.R.), 1968.- Recurrent group analysis of species assemblages of demersal fish in the gulf of Guinea. J.Fish. Res.Bd.Canada, 25 (7), pp. 1405-1421
- FAUSTO FILHO (J.), 1968.- General considerations on the penaeids of North and Northeast Brazil. Arq. Est. Biol. Mar. Univ. Fed. Ceara, 8 (1), pp. 69-73
- FONTANA (A.), BA M'BAYE, 1972.- La pêche de Penaeus duorarum au Gabon. Document ORSTOM Pointe-Noire, N°19 - N.S., 16 p.
- FUSS (C.M.), OGREN (L.), 1966.- Factors affecting activity and burrowing habits of the pink shrimp, Penaeus duorarum (Burkenroad). Biol. Bull., 130 (2), pp. 170-191
- GARCIA (S.), 1972.- Biologie de Penaeus duorarum en Côte d'Ivoire. II.- Ponte et migration. Doc. Sci. - Centre Rech. Océanogr. Abidjan, 3 (1), pp. 19-45
- GARCIA (S.), FONTENEAU (A.), PETIT (P.), 1973.- Biologie de Penaeus duorarum en Côte d'Ivoire. III.- Etude des variations quotidiennes des rendements et de leur relation avec l'hydroclimat. Essai de généralisation au golfe de Guinée. Doc. Sci. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, 4 (2), pp. 71-104
- GARCIA (S.), TROADEC (J.P.), PETIT (P.), 1970.- Biologie de Penaeus duorarum en Côte d'Ivoire: Croissance. Doc. Sci. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, 1 (2), pp. 17-48
- GRADY (J.R.), 1970.- The distribution of sediment properties and shrimp catch on two shrimping grounds on the continental shelf of the Gulf of Mexico. Proc. Gulf & Caribb. Fish. Inst., 23rd annual session, pp. 139-148
- HAYES (M.O.), 1967.- Relationship between coastal climate and bottom sediment type on the inner continental shelf. Mar. Geol., 5, pp.111-132
- HILDEBRANDT (H.H.), 1954.- A study of the fauna of the brown shrimp (Penaeus aztecus Ives) grounds in the western gulf of Mexico. Bull. Inst. Mar. Sci., Univ. Texas, 3, pp. 233-366
- HILDEBRANDT (H.H.), 1955.- A study of the fauna of the pink shrimp (P. duorarum Burkenroad) grounds in the Gulf of Campeche. Publ. Inst. Mar. Sci. Univ. Texas, 4 (1), pp. 171-231

- IVERSEN (F.S.), IDYLL (C.P.), 1960.- Aspects of the biology of the Tortugas pink shrimp Penaeus duorarum. Trans. Amer. Fish. Soc., 80, (1), pp. 1-8
- IVERSEN (F.S.), JONES (E.J.), IDYLL (C.P.), 1960.- Size distribution of pink shrimp Penaeus duorarum and fleet concentration on the Tortugas fishing grounds. U.S. Fish & Wild. Serv., Spec. Sci. Rep. Fish., N°356, 62 p.
- JONES (A.C.), DRAGOVITCH (A.), 1973.- Investigations and management of the Guianas shrimp fishery under the U.S. Brazil agreement. Proc. Gulf. Caribb. Fish. Inst., 25th Annual session, pp. 26-33
- LEFEVERE (S.), 1970.- Les crevettes du Nigéria. Bull. Inst. R. Scient. Nat. Belg., 46 (25), 17 p.
- LE LOEUFF (P.), INTES (A.), 1968.- La faune benthique du plateau continental de Côte d'Ivoire. Récoltes au chalut, abondance, répartition, variations saisonnières (Mars 1966 à Février 1967). Doc. Sci. Prov. - Centre Rech. Océanogr. Abidjan, n°025, 78 pp.
- LEMASSON (L.), REBERT (J.P.), 1973a.- Circulation dans la partie orientale de l'Atlantique sud. Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, 4 (1), pp. 91-124
- LEMASSON (L.), REBERT (J.P.), 1973b.- Circulation dans le golfe de Guinée. Etude de la région d'origine du sous-courant ivoirien. Cah. O.R.S.T.O.M. sér. Océanogr., 9 (3), pp. 303-314
- LINDNER (M.B.), ANDERSON (W.W.), 1956.- Growth, Migration Spawning and size distribution of shrimp Penaeus setiferus. Fish. Bull., 106, pp. 555-645
- LONGHURST (A.R.), 1958.- An ecological survey of the west african marine benthos. Coll. Off. Fish. Publ., N°11, 102 p.
- LONGHURST (A.R.), 1962.- A review of the oceanography of the Gulf of Guinea. Bull. I.F.A.N., sér.A, XXIV (3), pp. 633-663
- LONGHURST (A.R.), 1969.- Species assemblages in Tropical demersal fisheries. in: Actes Symposium Océanogr. Ress. Halieut. Atlant. Trop. UNESCO Abidjan (1966), pp. 147-170
- LONGHURST (A.R.), BAINBRIDGE (V.), 1963.- Tropical fisheries resources. Fishing News Int., 19, 6 p.
- MARTIN (L.), 1973.- Morphologie, sédimentologie et Paléogéographie au quaternaire récent du plateau continental ivoirien. Thèse de Doctorat ès-Sciences Naturelles. Université de Paris IV, juin 1973, 340 p., 3 cartes H.T.
- MASSUTI (M.), 1960.- Estudio del Crecimiento relativo de la gamba blanca (Parapenaeus longirostris Lucas) de Mallorca. Bol. Inst. Espanol. Oceanogr., 102, 23 p.

- MAURIN (Cl.), 1968.- Les Crustacés capturés par la Thalassa en 1962 dans le détroit canarien, au rio de Oro et en Mauritanie.  
in: Symposium sur les ressources vivantes du plateau continental atlantique du détroit de Gibraltar au Cap Vert. CIEM (FAO) Santa-Cruz de Ténériffe (mars 1968), N°7, 9 p.
- MAZEIKA (P.A.), 1968.- Serial Atlas of the marine environment, folio 16 - Mean monthly sea surface temperatures and zonal anomalies of the Tropical Atlantic. New York American Geographical Society, 1968 - 16 p.
- Mc COY (E.G.), BROWN (J.T.), 1967.- Preliminary investigations of migration and mouvement of North Carolina commercial penaeid shrimp. Ann. Comm. Southern div. Amer. Fish. Soc., New Orleans, pp. 277-295
- MORLIERE (A.), 1970.- Les saisons marines devant Abidjan. Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, 1 (2), pp. 1-15
- MORLIERE (A.), REBERT (J.P.), 1972.- Etude hydrologique du plateau continental ivoirien. Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, 3 (2), pp. 1-30
- OSBORN (K.W.), MAGHAN (B.W.), DRUMMOND (S.B.), 1969.- Gulf of Mexico shrimp atlas. Bur. Comm. Fish., U.S. Dept. Interior Circular 312, 20 p.
- POSTEL (E.), 1962.- La faune du continent africain - Biologie marine et biologie appliquée à l'industrie des pêches. UNESCO NS/NR 2. add 2 - pp. 385-406
- POSTEL (E.), 1968.- Hydrologie et biogéographie marines dans l'Ouest africain. West-africain International Atlas OAU/IFAN DAKAR, pp. 13-17
- PEREZ-FARFANTE (I.), 1969.- Western atlantic shrimps of the Genus Penaeus. U.S. Fish. Wildl. Serv., Fish. Bull., 67 (3), pp.461-591
- RAITT (D.F.S.), NIVEN (D.R.), 1969.- Exploratory prawn trawling in the waters off the Niger delta. in: Actes du Symposium. Océanogr. Ress. Halieut. Atlant. Trop. UNESCO Abidjan (1966), pp.403-414
- RANCUREL (P.), 1968.- Topographie générale du plateau continental de la Côte d'Ivoire et du Libéria. Notice explicative O.R.S.T.O.M. 3 cartes.
- RIBEIRO (A.), 1970.- Contribution à l'étude des crevettes d'intérêt économique du plateau continental de l'Angola. Notas Centro Biol. Aquat. Trop. Lisboa, N°21, 94 p., 2 pls.
- ROUGERIE (G.), 1960.- Le façonnement actuel des modelés en Côte d'Ivoire forestière. Mémoires IFAN, N°58, 542 p.
- SCHOTT (G.), 1944.- Geographie des Atlantischen Ozeans. Verlag von C.BOYSEN, HAMBURG, 438 p., 27 pls.

SPRINGER (S.), BULLIS (H.R.), 1954.- Exploratory shrimp fishing in the Gulf of Mexico. Comm. Fish. Rev., 16 (10), pp. 1-16

WILLIAMS (A.B.), 1958.- Substrates as a factor in shrimp distribution. Limnol. & Oceanogr., 3 (3), pp. 283-290

WILLIAMS (F.), 1968.- Report on the Guinean Trawling Survey. Vol.1, General report. O.A.U. - S.T.R.C. Lagos - 1968, 828 p.

\*

\* \*