

Biologie de *Penaeus duorarum* (Burkenroad) en Côte d'Ivoire: Croissance

par S. Garcia, P. Petit, J.P. Troadec

R E S U M E

La méthode de Petersen a été appliquée à des échantillons expérimentaux prélevés en 1966-67 et 1969-70. Les paramètres de croissance K et L_∞ de l'équation de croissance de Von Bertalanffy ont été calculés. Ils sont comparables pour les deux années bien que la croissance semble avoir été un peu plus rapide en 1969-70.

La comparaison des résultats en Côte d'Ivoire avec ceux obtenus au Sénégal et dans le Golfe du Mexique montre que c'est sur la côte ouest africaine et en particulier en Côte d'Ivoire que la croissance est la plus rapide.

S U M M A R Y

The Petersen method was used to make growth assessments from experimental data collected during 1966-67 and 1969-70. The parameters K and L_∞ were calculated from the Von Bertalanffy growth curve. There was very little difference between the two years although growth in 1969 appeared slightly greater.

A comparison of our results in Ivory Coast with those from Senegal and Gulf of Mexico showed that the greatest growth occurred on the west african coast and especially off Ivory Coast.

I N T R O D U C T I O N

A l'occasion des travaux effectués en 1966 - 1967 sur le fond de pêche de Grand-Bassam, à l'est d'Abidjan, et visant à déterminer les variations saisonnières d'abondance des principales espèces capturées au chalut en fonction de l'hydroclimat (TROADEC, BARRO, BOUILLON, 1969), les espèces principales dont *Penaeus duorarum* (Burkenroad) ont été mesurées. Nous avons donc à notre disposition toutes les données nécessaires à une étude de la ~~croissance de cette~~ croissance de cette espèce par la méthode de Petersen.

Ces crevettes, pour des raisons que nous analyserons ultérieurement ne sont pas, à priori, un matériel idéal pour ce type de méthode. Cependant au moment où leur exploitation se développe rapidement en plusieurs points de la côte ouest-africaine la définition même approchée de leur croissance est indispensable à l'étude de leur dynamique. Les résultats obtenus de ce côté de l'Atlantique pourront en outre, être utilement comparés à ceux obtenus pour les P. duorarum du Golfe du Mexique.

Un premier dépouillement de ces données permettait d'espérer des résultats satisfaisants, aussi une nouvelle série de mesures fut-elle entreprise de janvier 1969 à février 1970.

METHODOLOGIE

Récoltes des données

De mars 1966 à février 1967 une radiale perpendiculaire à la côte et située sur la longitude 3°49'W a été prospectée systématiquement. Onze traits de chalut ont été à chaque fois effectués aux immersions suivantes : 15, 20, 25, 30, 35, 40, 50, 60, 80, 100 et 200 mètres. Les crevettes pêchées ont été triées par espèces et par sexe, puis pesées et mesurées (à partir d'avril 1966 seulement), de façon à établir un histogramme de fréquence des tailles par station et par sexe. Les échantillons comprenant moins de 250 individus ont été entièrement traités, les autres ont été sous-échantillonnés. Plus de 19000 P. duorarum ont été ainsi mesurés. Les crevettes allongées en position naturelle, la face ventrale sur la planche graduée, sont mesurées au demi-centimètre inférieur de la pointe du rostre à l'extrémité postérieure des uropodes sur des règles graduées en centimètres et millimètres. L'expérience a montré que, au cours des mesures réalisées en mer, une erreur systématique de lecture entraîne la surestimation de toutes les classes correspondant aux centimètres entiers (15,0 - 16,0 cm etc...) au détriment des classes tombant sur les demi centimètres (15,5 - 16,5 cm etc.) car seules les premières sont numérotées. Les histogrammes de fréquence obtenus alors ont une allure caractéristique en "dents de scie". Depuis, toutes nos règles sont graduées en demi-centimètres de façon à éliminer ce biais.

De janvier 1969 à février 1970 la même radiale a été visitée toutes les 4 semaines ; 13 coups de chalut d'une heure y ont été effectués aux immersions de : 25, 30, 35, 40, 45 (répété 6 fois), 50, 55 et 60 mètres.

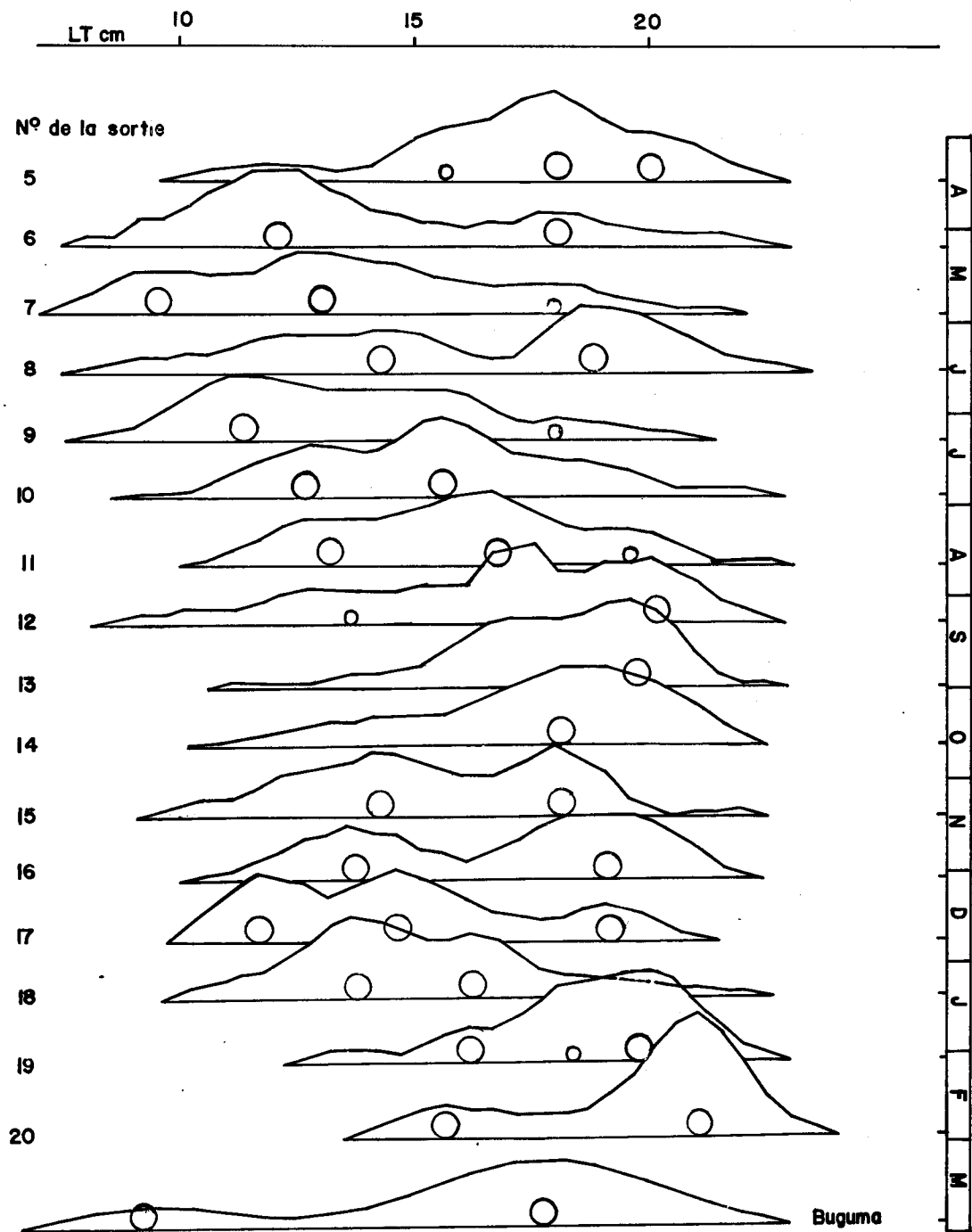


Fig.1 *Penaeus duorarum* femelles:- Bassam 1966-67. Fréquences des tailles (fonds de 40 à 50m).

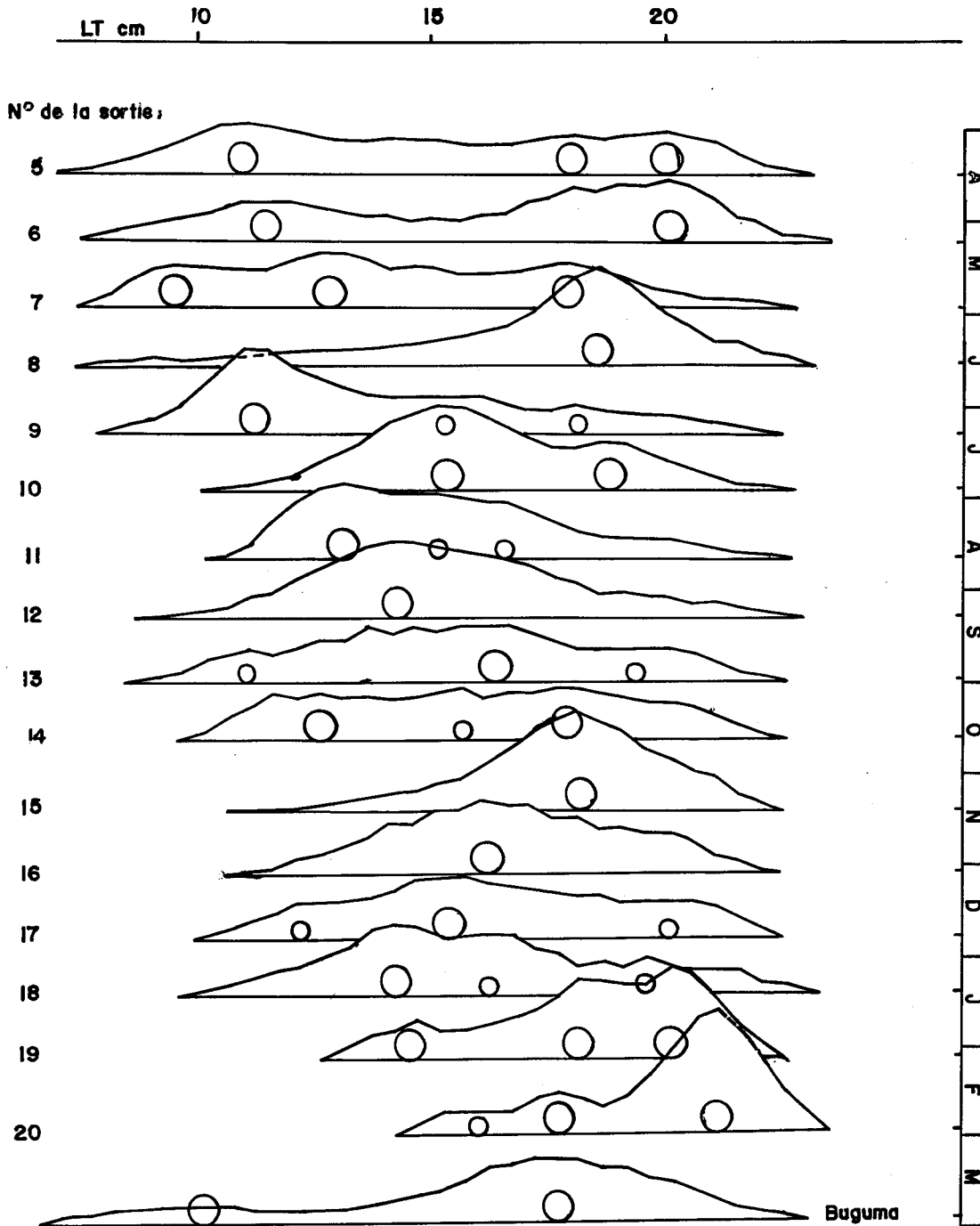


Fig.2 *Penaeus duorarum* femelles:- Bassam 1966-67. Fréquences des tailles (fonds de 20 à 60m).

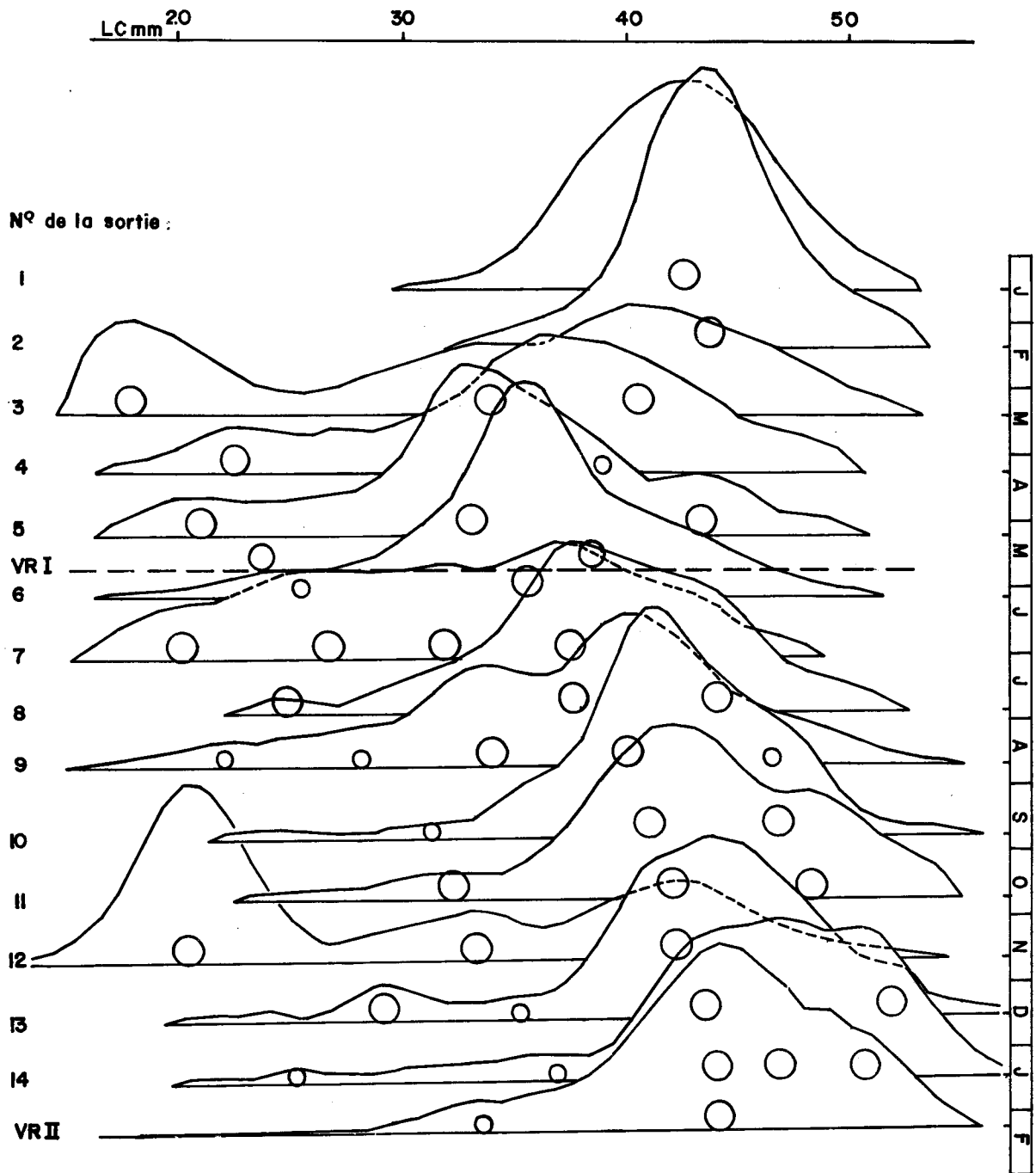


Fig. 3 *Panaeus duorarum* femelles:- 1969-70 Fréquences des tailles (fonds de 45 m).

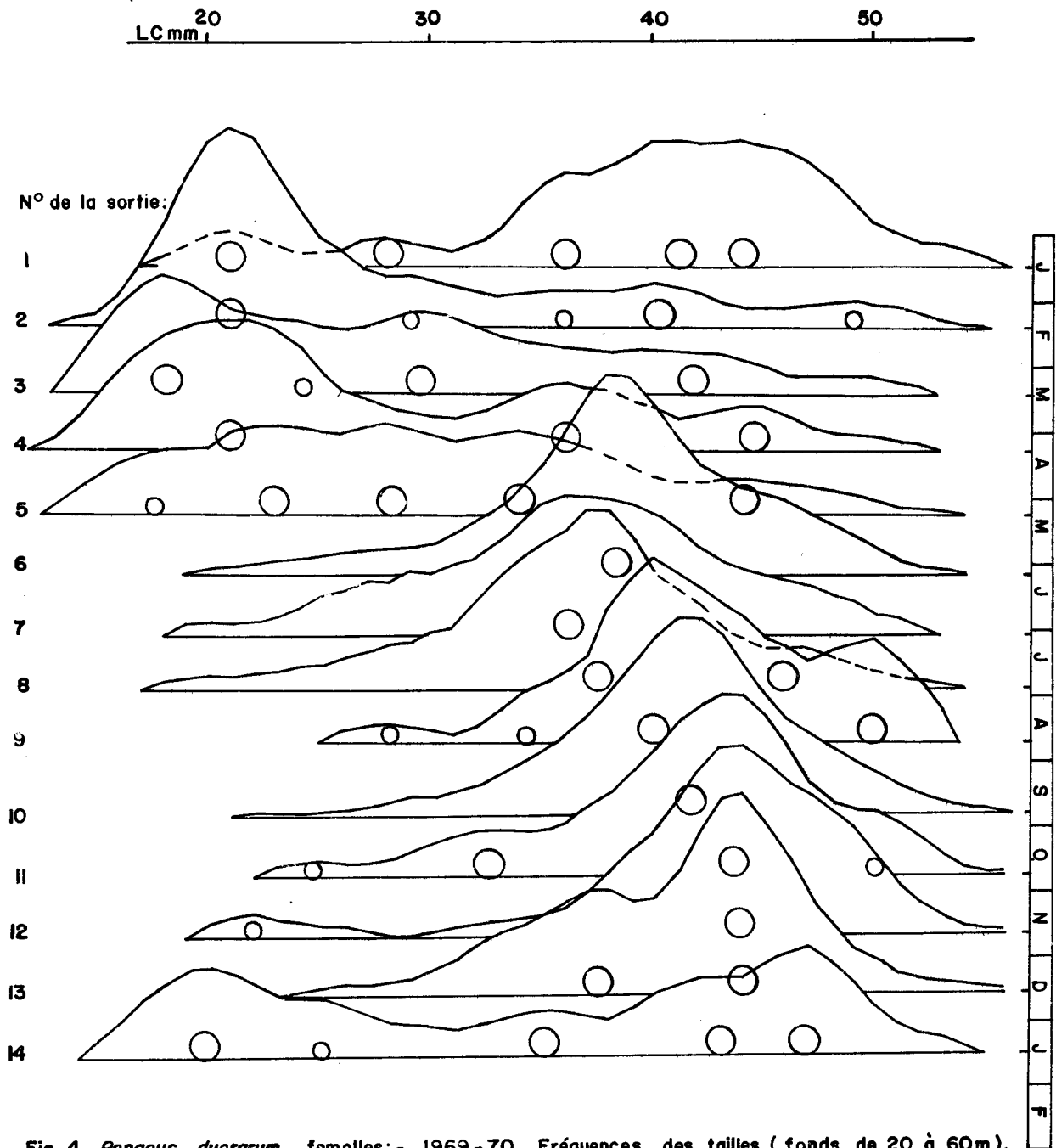


Fig. 4 *Penaeus duorarum* femelles: - 1969-70 Fréquences des tailles (fonds de 20 à 60m).

Les immersions extrêmes, exploitées en 1966, ont été cette fois négligées car les crevettes y sont rares ou absentes. Un meilleur échantillonnage aurait dû tenir compte de l'abondance des crevettes aux différentes immersions et multiplier les prélèvements sur les sondes les plus peuplées. Cela nous était impossible à réaliser dans un temps suffisamment court. Nous nous sommes donc contentés d'effectuer 6 traits à 45 mètres, profondeur où l'abondance annuelle moyenne des crevettes est maximale, dans l'espoir que les résultats plus précis obtenus à cette immersion nous permettraient de mieux interpréter les autres.

Les crevettes capturées ont été triées, par sexe et pesées suivant le même processus qu'en 1966. Les échantillons pesant moins de 1,500 kg n'ont pas été mesurés. Les prises abondantes ont été sous-échantillonnées : 4,5 à 6,5 kg de crevettes étaient alors mesurées. Nous avons pris des échantillons plus importants quand les crevettes étaient de grande taille afin de multiplier les mesures des classes âgées où la variance est la plus importante.

Deux sorties supplémentaires VR I et VR II entreprises pour étudier les variations nyctémérales de rendement ont fourni des histogrammes supplémentaires. Plus de 40.000 crevettes ont été ainsi mesurées, au millimètre inférieur, de l'échancrure de l'oeil au bord médian postérieur de la carapace (longueur céphalothoracique ou longueur standard, LC). Nous avons été amenés à adopter cette mesure couramment utilisée dans l'étude des crevettes car elle permet d'éviter la variance due à l'élongation plus ou moins importante de l'abdomen suivant le mesureur, l'état de fraîcheur ou le mode de conservation de la crevette.

Traitement des données

L'histogramme brut obtenu à chaque immersion a ensuite été pondéré par le rapport du poids total pêché au poids de l'échantillon afin d'obtenir un histogramme partiel que nous avons supposé représentatif de la population vivant à cette immersion. La répartition des tailles sur le fond n'est pas homogène et les crevettes de petite taille apparaissent d'abord sur les petits fonds, au débouché des lagunes. Elle se déplacent ensuite probablement pour coloniser les autres immersions. Il était donc nécessaire de combiner ces histogrammes partiels (1 à chaque immersion) en un seul histogramme total représentatif de l'ensemble de la radiale; ils ont donc été additionnés séparément pour chacun des deux sexes et affectés d'un coefficient proportionnel à la distance entre les stations sur le fond. L'histogramme obtenu à 30 mètres par exemple est considéré représentatif d'une zone s'étendant entre 27,5 et 32,5 mètres.

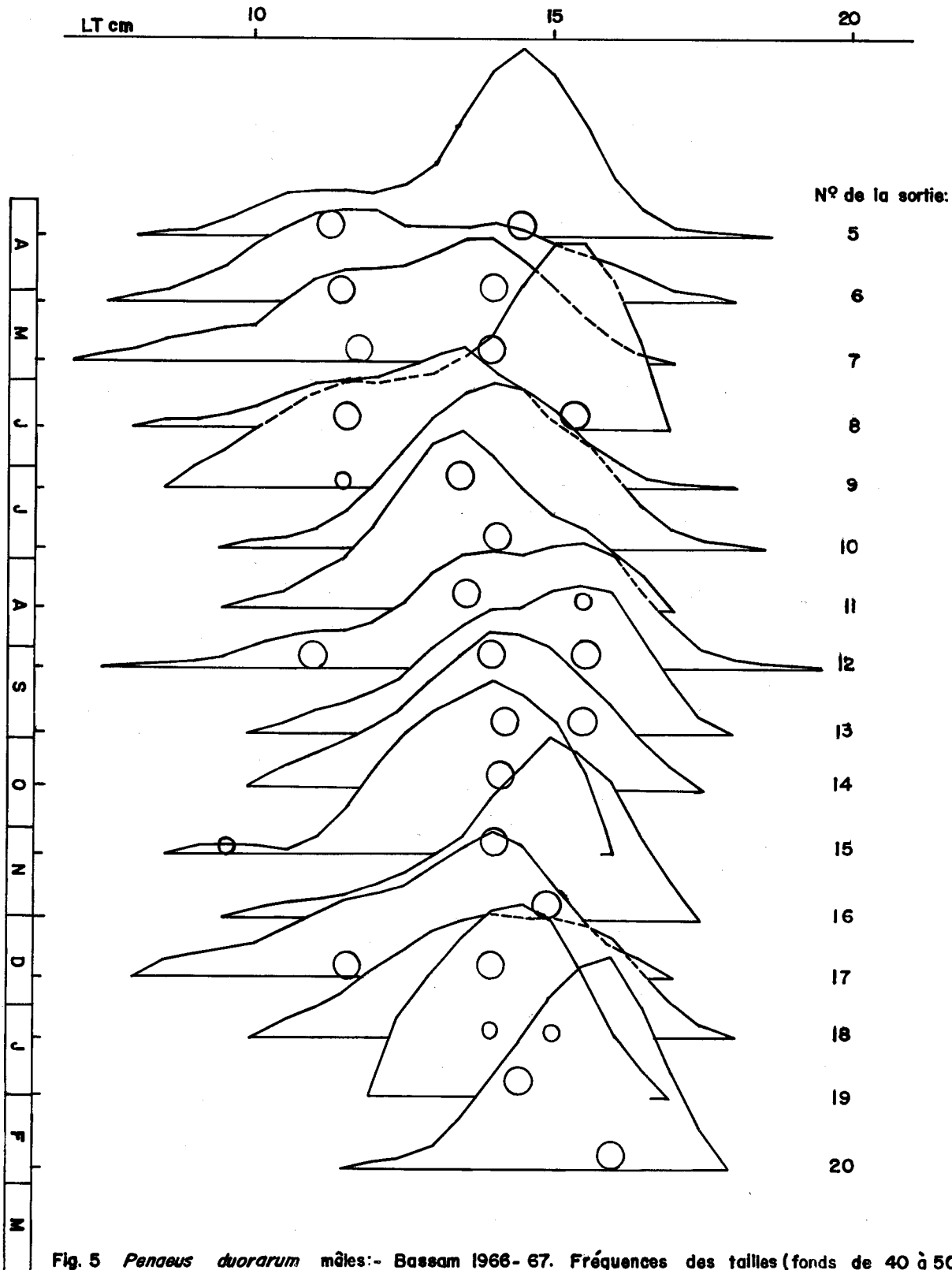


Fig. 5 *Penaeus duorarum* mâles:- Bassam 1966- 67. Fréquences des tailles (fonds de 40 à 50m).

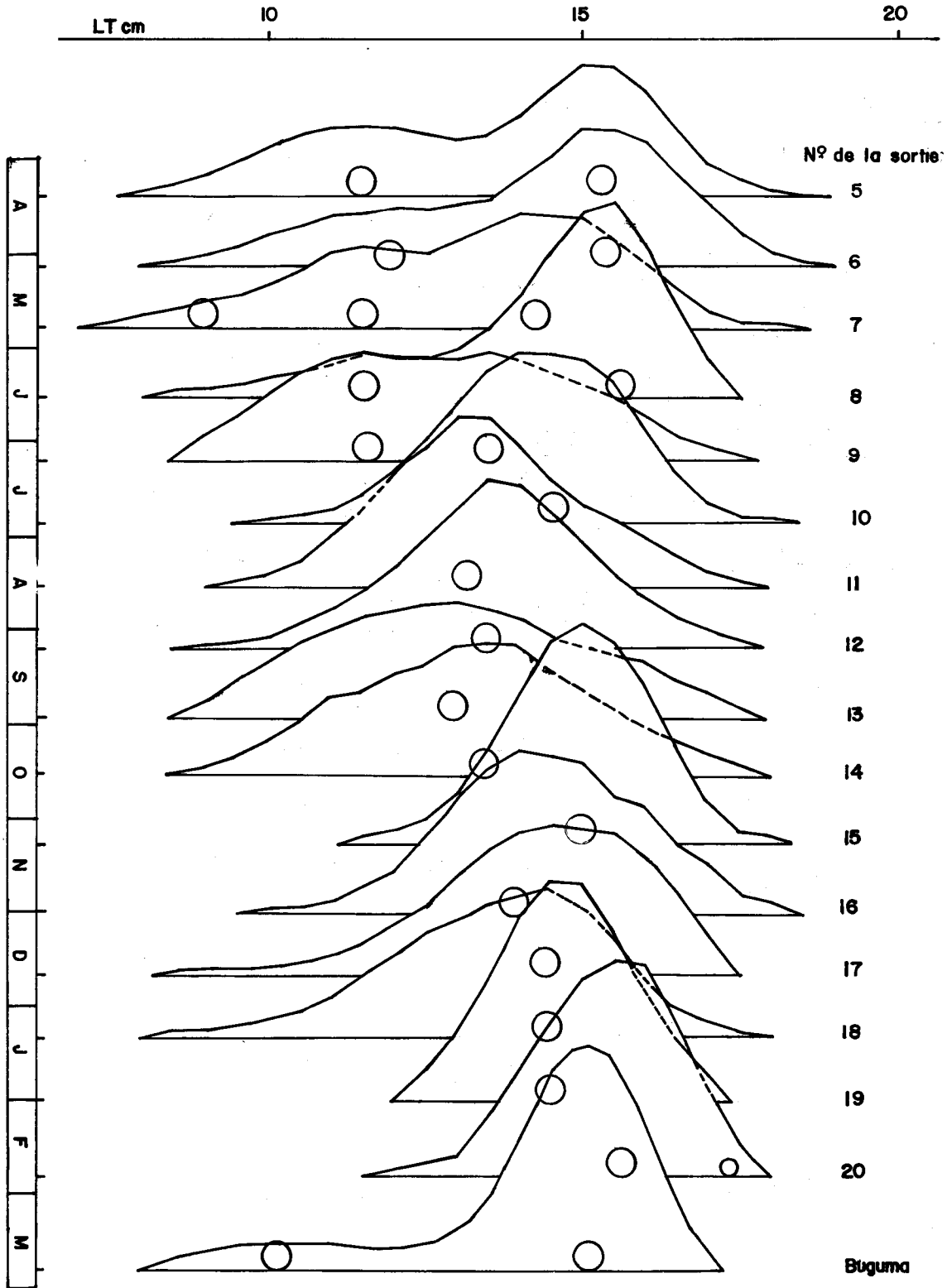


Fig. 6 *Penaeus duorarum* mâles: Bassam 1966-67. Fréquences des tailles (fonds de 20 à 60m).

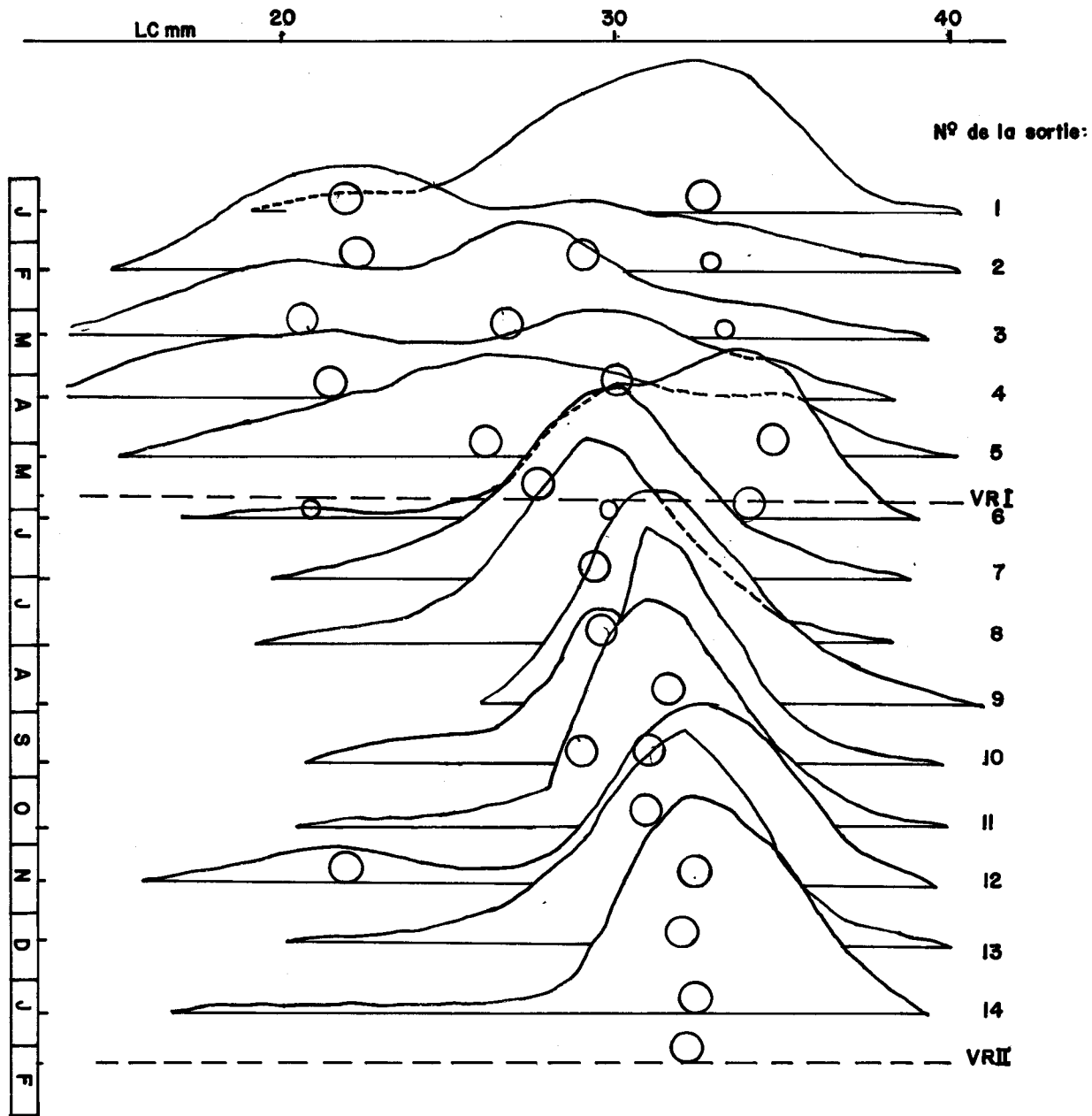


Fig.7 *Penaeus duorarum* mâles: -1969-70 Fréquences des tailles (fonde de 20 à 60m).

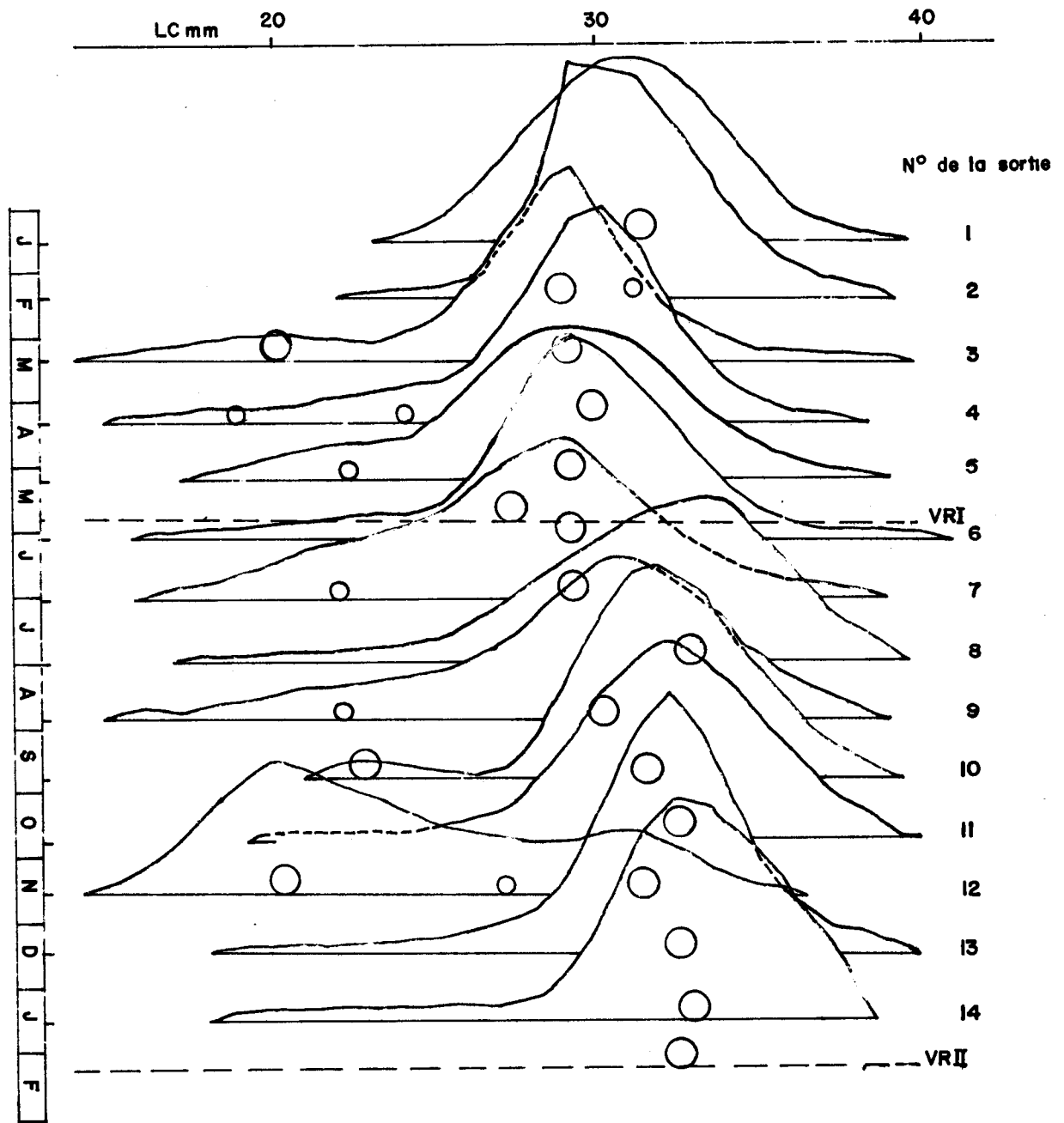


Fig 8 *Penaeus duorarum* mâles - 1969-70 Frequences des tailles (fonds de 45m).

Les facteurs de pondération utilisés sont les suivants :

Stations 1966	: 20	25	30	35	40	50	60	mètres	
Facteurs	: 3	4	4	4	4	5	5		
Stations 1969	: 20	25	30	35	40	45	50	55	60 mètres
Facteurs	: 2	2	2	2	2	1	1	1	1

Les méthodes de CASSIE (1954) et TANAKA (1962) pour la décomposition des courbes polymodales de fréquence en distributions gaussiennes ont été appliquées aux données disponibles mais aucune de ces deux méthodes ne nous ayant satisfait, il n'a été effectué qu'un double lissage sur 3 classes par moyennes mobiles pour supprimer tous les accidents dus aux variations aléatoires d'échantillonnage.

Ce lissage introduit une imprécision dans la position du mode sur l'échelle des tailles. Il est admis en première approximation que l'imprécision introduite n'est pas supérieure à celle inhérente à l'application de la méthode de Petersen à nos histogrammes (figures 1 à 8).

Les immersions moyennes, (40 et 50 mètres pour la première campagne, 45 mètres pour la seconde) ont été ensuite isolées et traitées séparément.

Interprétation des histogrammes : Méthode atélique

La méthode utilisée correspond dans les grandes lignes à celle que préconise DIAZ (1963) lorsque l'on ne dispose d'aucun renseignement concernant l'âge des classes étudiées. Les modes d'une distribution ont été reliés aussi logiquement que possible à ceux de la distribution suivante. Lorsqu'il a été possible de dégager une progression régulière pendant plusieurs mois l'hypothèse suivant laquelle cette progression matérialise la croissance d'une classe d'âge dont l'âge réel est inconnu, a été admise.

Cette méthode est évidemment subjective et, appliquée par différentes personnes aux mêmes données, pourrait conduire à des divergences appréciables s'il n'était pas tenu compte de deux critères dans le choix des différentes filiations possibles : la croissance et la longévité de l'espèce considérée.

En effet, les *Penaeidés* ont une croissance rapide, associée à une longévité faible (un peu plus de deux ans pour les *P. duorarum* du Golfe

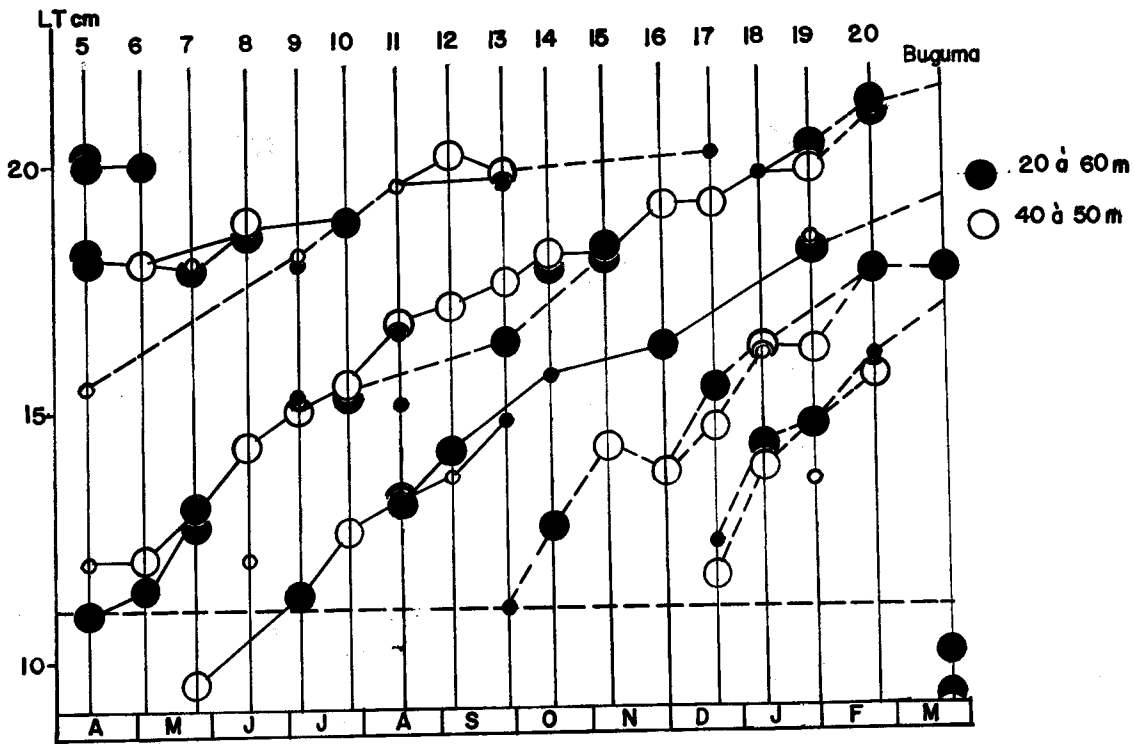


Fig. 9 *Penaeus duorarum* Femelles:- Bassam 1966-67. Progressions modales.

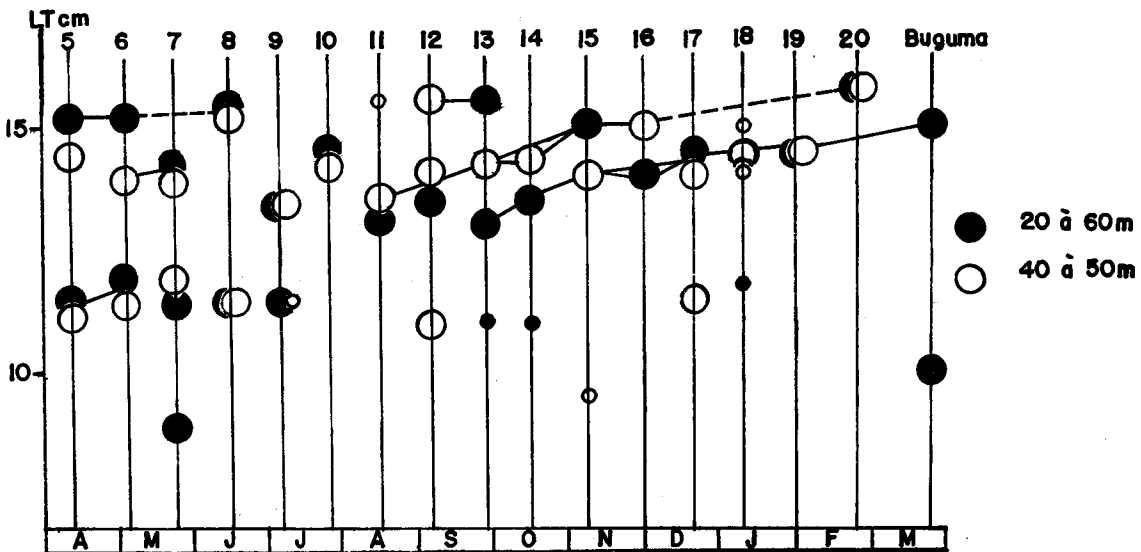


Fig. 10 *Penaeus duorarum* mâles:- Bassam 1966-67. Progressions modales.

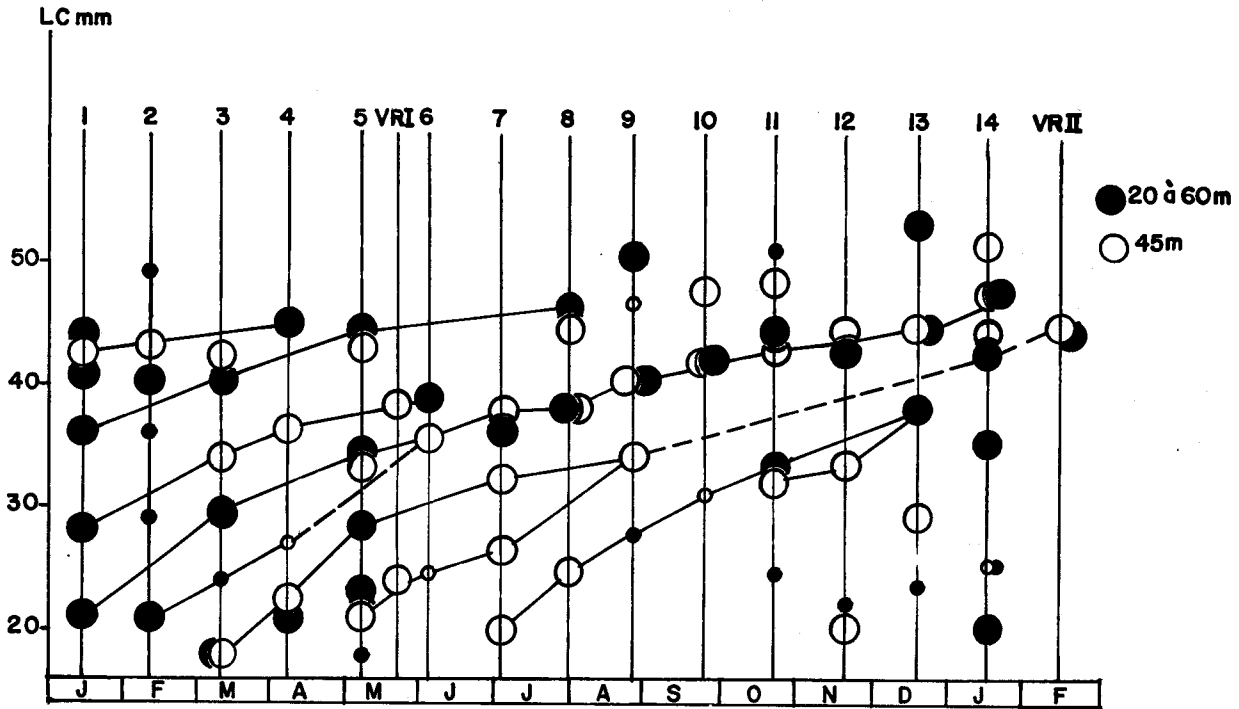


Fig. 11 *Penaeus duorarum* femelles:- Bassam 1969-70. Progressions modales.

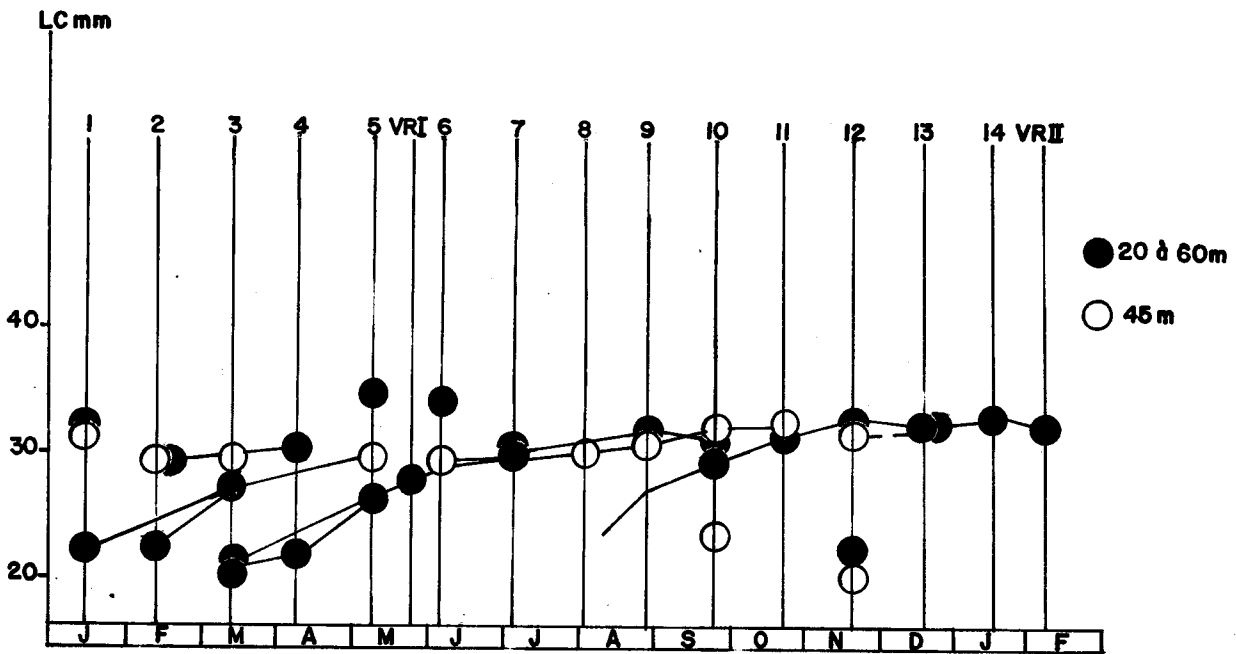


Fig. 12 *Penaeus duorarum* mâles:- Bassam 1969-70. Progressions modales.

du Mexique, d'après ELDRED et al. (1961). La taille des jeunes à la sortie des lagunes ivoiriennes est connue et leur taille maximale moyenne atteinte sur le plateau continental peut être facilement appréciée. La courbe de croissance en mer doit relier ces deux extrêmes en 18 à 20 mois.

L'interprétation des histogrammes de fréquence est beaucoup plus facile chez les femelles que chez les mâles car les modes y sont moins imbriqués. La simultanéité des recrutements et la similitude des phénomènes dans les deux sexes ont servi de guide pour interpréter les distributions mâles à partir des filiations modales chez les femelles.

La seconde interprétation reste cependant ardue et pour 1966 nous n'avons utilisé que les filiations des plus évidentes. De plus, comme nous l'avions espéré, les échantillons correspondant aux immersions les plus densément peuplées, traités séparément, ont apporté des résultats intéressants. On peut en effet vérifier (fig. 1 et 3) que des alignements de modes apparaissent de façon évidente alors que l'interprétation reste beaucoup plus difficile sur les histogrammes tracés à partir de toutes les immersions combinées.

La superposition des modes obtenus indépendamment par les 2 traitements a permis de compléter les progressions modales (fig. 9 à 12).

Réalisée indépendamment par 3 personnes différentes l'analyse des courbes de fréquence a conduit à des interprétations très semblables.

R E S U L T A T S

Après traitement des données, les courbes de croissance apparaissent comme des ensembles de points à l'intérieur desquels est tracée à main levée la courbe qui semble rendre le mieux compte de la tendance générale (fig. 13 et 14).

Il est aisé de repérer ensuite sur ces courbes les tailles atteintes pour des intervalles de 1 mois (tableau I). Pour des raisons pratiques, nous admettons que l'équation de croissance de VON BERTALANFFY

$$L_t = L_{\infty} (1 - e^{-K(t-t_0)})$$

s'applique à nos données expérimentales (t sera exprimé en mois)

On en tire, d'après GULLAND (1965)

$$L(t+1) - L_t = (L_{\infty} - L_t)(1 - e^{-h})(2).$$

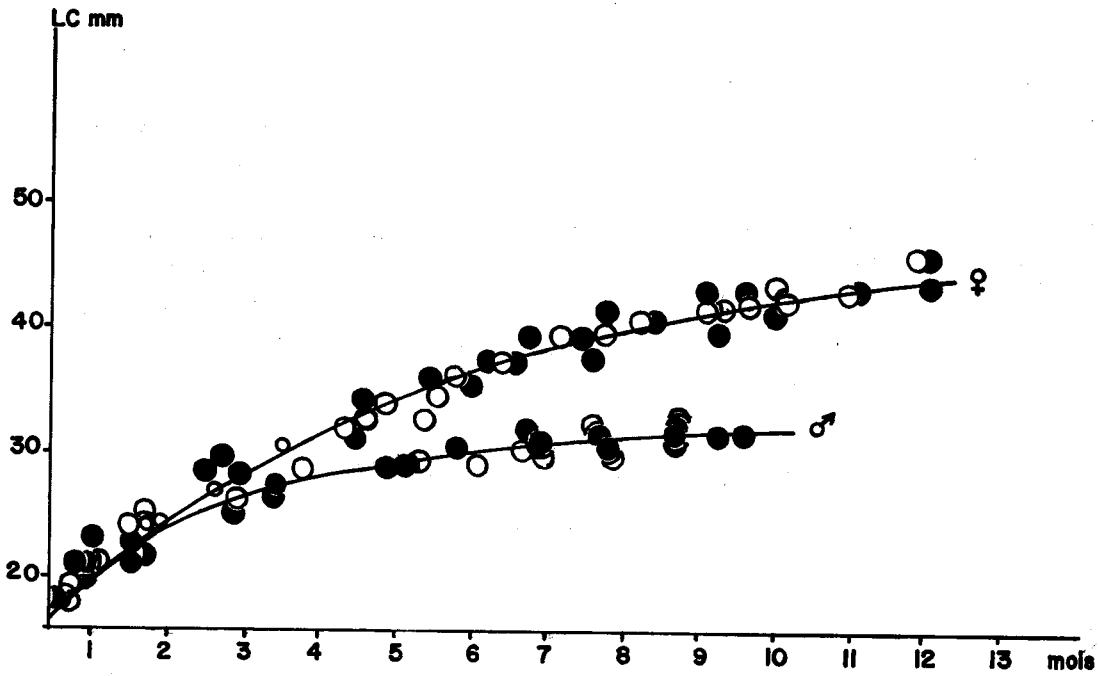


Fig.13 *Penaeus duorarum*. Courbes de croissance déduites des progressions modales 1969-70.

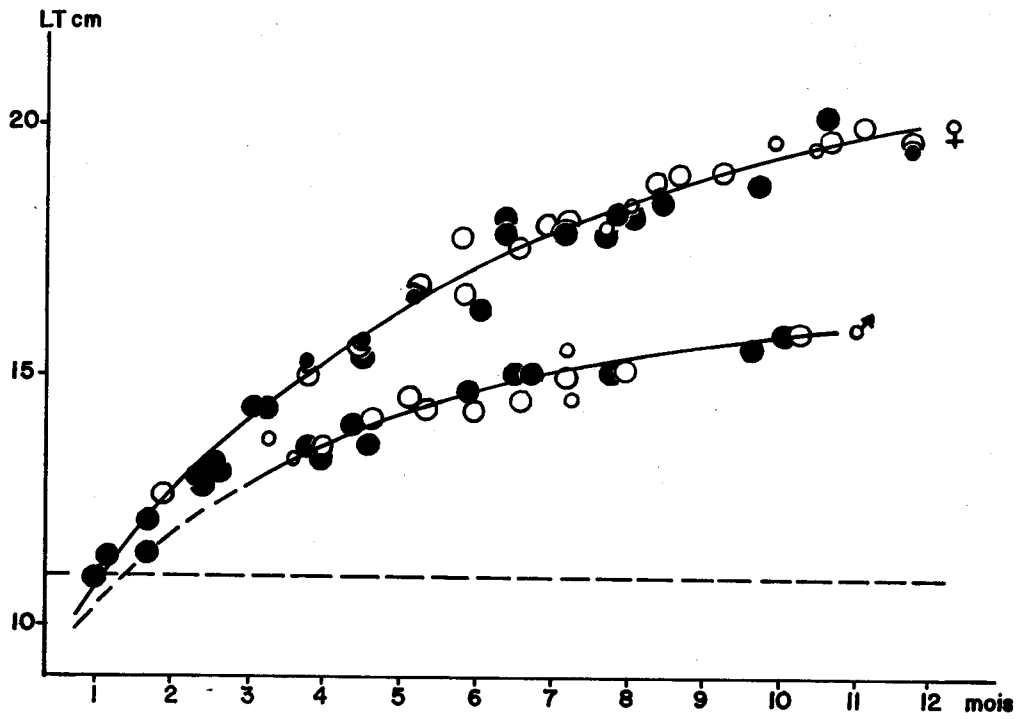


Fig.14 *Penaeus duorarum*. Courbes de croissance déduites des progressions modales 1966-67.

Par conséquent la relation donnant l'accroissement ($L(t+1) - L_t$) en fonction de L_t est une droite de pente ($e^{-k}-1$) qui coupe l'axe des abscisses pour $L_t = L_{00}$; l'équation de cette droite permet de calculer L_{00} et K . Pour des raisons pratiques nous simplifions par la suite l'équation (2) en $\Delta LC = f(LC)$ ou $\Delta LT = f(LT)$ selon que les données sont en longueur céphalothoracique (LC) ou en longueur totale (LT). Les axes majeurs réduits (non pondérés) de cette corrélation ont été calculés pour les 4 séries de données disponibles (fig. 15 A et B). Les résultats obtenus sont groupés dans le tableau (II).

1966 - 67				1969 - 70			
Femelles		Mâles		Femelles		Mâles	
LT	LT	LT	LT	LC	LC	LC	LC
10,7	1,8	10,3	1,4	20,0	4,6	24,2	2,3
12,5	1,5	11,7	1,1	24,6	4,0	26,5	1,8
14,0	1,2	12,8	0,8	28,6	3,4	28,3	1,3
15,2	1,0	13,6	0,6	32,0	2,8	29,6	1,0
16,2	0,9	14,2	0,5	34,8	2,4	30,6	0,8
17,1	0,8	14,7	0,4	37,2	2,0	31,4	0,6
17,9	0,6	15,1	0,3	39,2	1,6	32,0	0,6
18,5	0,5	15,4	0,2	40,8	1,4	32,6	0,4
19,0	0,4	15,6	0,2	42,2	1,2	33,0	
19,4	0,4	15,8		43,4	1,0		
19,8	0,3			44,4	0,8		
20,1				45,2			

T A B L E A U I

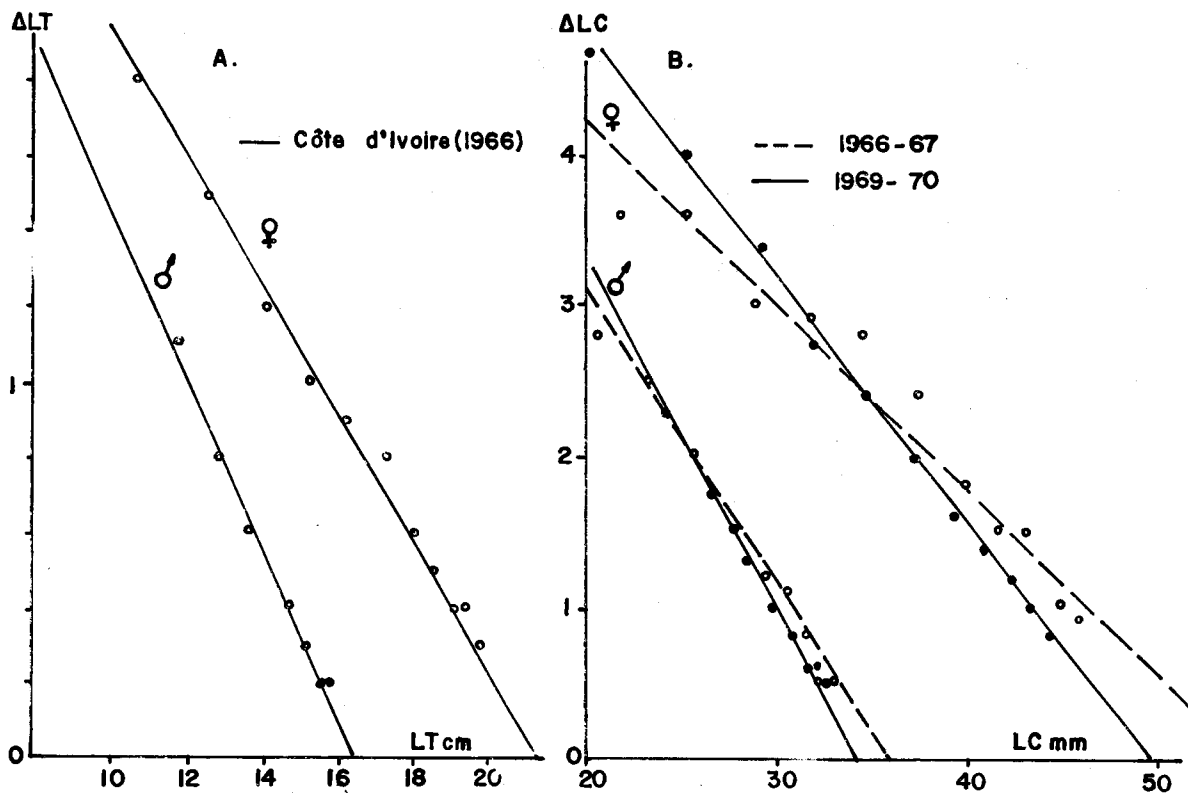


Fig.15 Axes majeurs réduits des relations $L(t+1) - Lt = f(Lt)$.

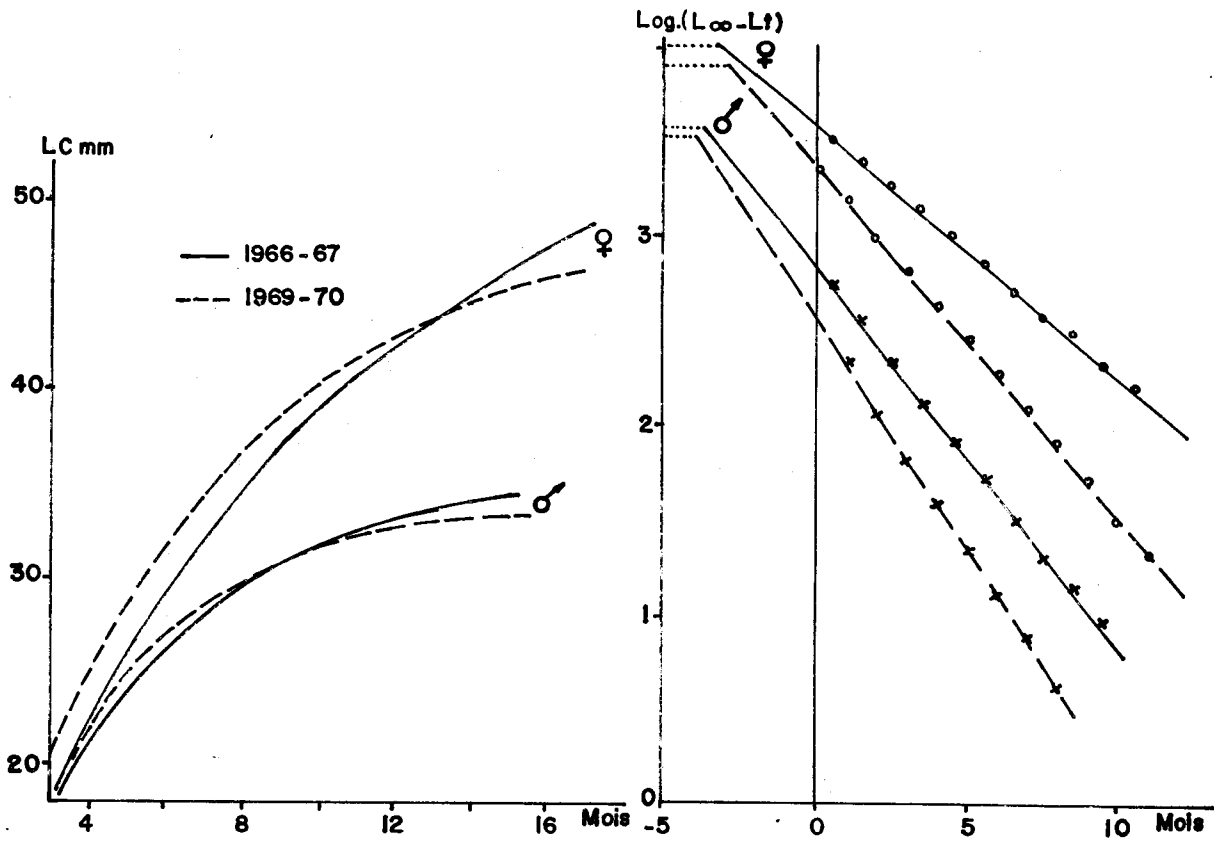


Fig.16 Courbes théoriques de croissance (Côte d'Ivoire).

Fig.17 Détermination graphique de t_0
— 1966 — 1969.

	mâles	femelles
1966	$\Delta LT = -0,23 LT + 3,76$ $r = -0,996 N = 9$ $L_{\infty} = 16,4 \text{ cm}$ $K = 0,26$	$\Delta LT = -0,17 LT + 3,63$ $r = -0,996 N = 11$ $L_{\infty} = 21,5 \text{ cm}$ $K = 0,19$
1969	$\Delta LC = -0,22 + 7,57$ $r = -0,850 N = 8$ $L_{\infty} = 34,4 \text{ mm}$ $K = 0,25$	$\Delta LC = -0,16 LC + 7,80$ $r = -0,999 N = 11$ $L_{\infty} = 48,9 \text{ mm}$ $K = 0,17$

Tableau II

Il est intéressant de comparer entre eux les résultats obtenus pour les deux années, mais ils n'ont pas été calculés avec les mêmes longueurs de référence. Il est donc nécessaire dans un premier temps de transformer en longueur céphalothoracique les valeurs données en longueur totale du tableau I, et ensuite de calculer à partir de ces valeurs transformées des paramètres de croissance comparables.

Relation longueur totale - longueur céphalothoracique

IVERSEN et IDYLL (1960), CROSNIER et de BONDY (1967), BOSCHI (1969) ont considéré le nuage de points comme approximativement linéaire en coordonnées arithmétiques. Cette relation est pourtant habituellement chez les crustacés une allométrie globale classique représentée par une droite en coordonnées logarithmiques (MAYRAT 1965 et 1966). La contradiction n'est qu'apparente et les auteurs utilisent l'un ou l'autre des systèmes de coordonnées suivant la précision qu'ils exigent de leur droite d'ajustement.

Le nuage de points obtenu en Côte d'Ivoire présente un point d'inflexion vers 30 mm (LC) et la relation peut être représentée par deux droites, qui ont été calculées pour les mâles et les femelles, dans les

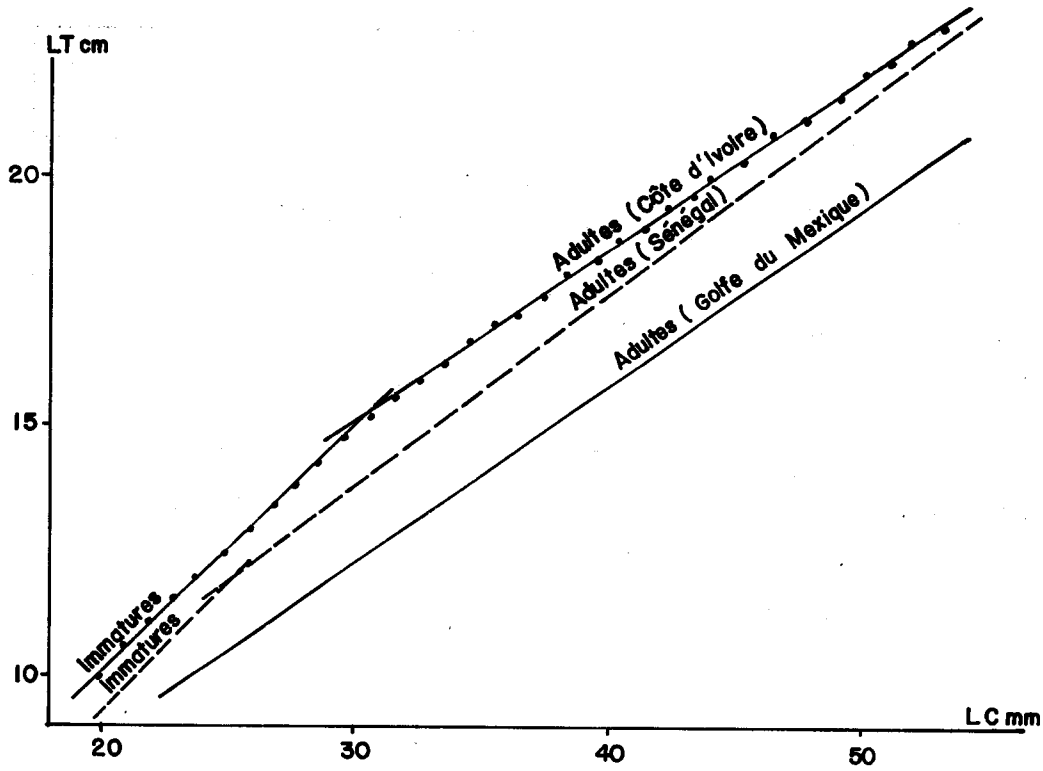
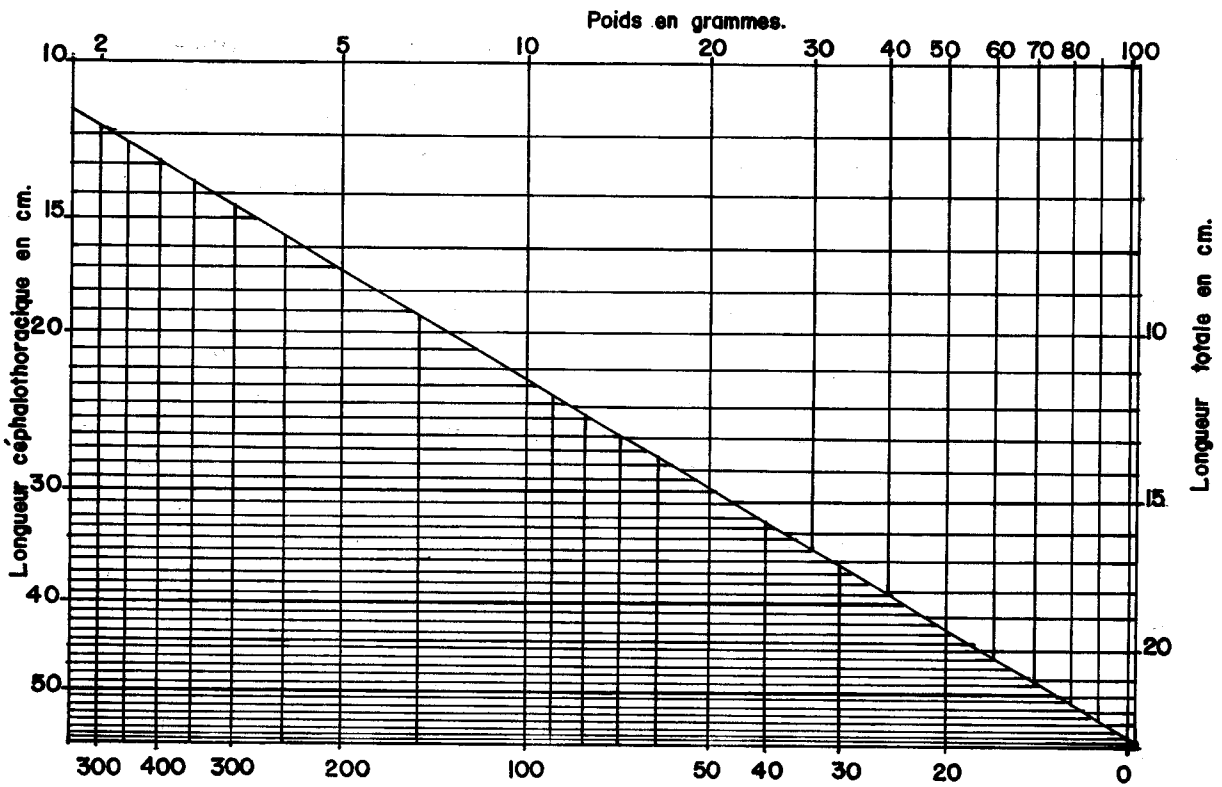


Fig. 18 Relation longueur céphalothoracique - Longueur totale.



Nomographe de conversion Taille - Poids - Nombre de crevettes au kilog.

deux systèmes de coordonnées. La transformation des valeurs de LT en LC à partir des équations calculées des axes majeurs réduits (MAYRAT 1966) n'est pourtant pas satisfaisante car elle introduit une dispersion artificielle des points au niveau de l'intersection des 2 axes. A ce niveau le changement de phase semble progressif et le tracé des droites calculées s'écarte de façon appréciable des données expérimentales. La dispersion introduite influence le calcul de l'équation de la droite $L(t+1) - L_t = f(L_t)$ et conduit à des valeurs erronées de L_{∞} . On peut en effet obtenir L_{∞} de deux façons différentes, soit par le calcul à partir des valeurs transformées, soit par transformation directe de $L_{T\infty}$ en LC_{∞} . Il est nécessaire que les valeurs obtenues concordent; or, ce n'est pas le cas lorsque la transformation est effectuée à l'aide des équations des axes majeurs réduits (pour les raisons exposées plus haut).

Des résultats cohérents ont été obtenus en utilisant la méthode des "y" moyennés (MAYRAT 1965), et en traçant à main levée la courbe passant par les valeurs moyennes de LC calculées pour chaque classe de LT. Le passage progressif d'une phase à l'autre est alors respecté.

Les points représentatifs des mâles et des femelles étant étroitement mêlés, il n'a été tracé pour les deux sexes qu'une courbe qui a servi à effectuer graphiquement la transformation finale.

Dans un deuxième temps, nous avons conservé les axes majeurs réduits de la relation, en coordonnées arithmétiques pour les comparer aux résultats publiés par d'autres auteurs. Ces axes se coupent entre 30 et 31 mm (LC). La taille à la première maturité sexuelle est de 33 mm (GARCIA et PETIT en préparation).

Les résultats obtenus (sans distinction des sexes) sont les suivants :

immatures	adultes
$\Delta LT = 0,97 LC + 0,46$	$\Delta LT = 0,65 LC + 9,85$
N = 427 crevettes	N = 708 crevettes
r = 0,953	r = 0,948

La figure 18 indique que les axes obtenus aux Etats Unis, au Sénégal, en Côte d'Ivoire, sont pratiquement parallèles mais d'ordonnées

à l'origine différentes et qu'à longueur de carapace égale les crevettes de Côte d'Ivoire ont une queue plus volumineuse.

Le décalage entre les droites peut être mis en relation avec le fait que les maturités sexuelles dans ces trois pays sont décalées dans le même ordre. La taille à la première maturité est de 22 mm aux Etats Unis (CUMMINGS, 1961) 25 mm environ au Sénégal (de BONDY 1968) et 33 mm en Côte d'Ivoire.

Transformation des valeurs , calcul et comparaison des paramètres

F E M E L L E S			M A L E S			R E S U L T A T S
LTcm	LCmm	LC	LTcm	LCmm	LC	
10,7	21,6	3,6	10,3	20,6	2,8	M A L E S $\Delta LC = -0,20LC + 7,08$ $r = -0,993 \quad N = 9$ $L_{\infty} = 36,1 \text{ mm}$ $K = 0,22$
12,5	25,2	3,6	11,7	23,4	2,5	
14,0	28,8	3,0	12,8	25,9	2,0	
15,2	31,8	2,9	13,6	27,9	1,5	
16,2	34,7	2,8	14,2	29,4	1,2	
17,1	37,5	2,4	14,7	30,6	1,1	F E M E L L E S $\Delta LC = -0,12LC + 6,58$ $r = -0,972 \quad N = 11$ $L_{\infty} = 54,8 \text{ mm}$ $K = 0,13$
17,9	39,9	1,8	15,1	31,7	0,8	
18,5	41,7	1,5	15,4	32,5	0,5	
19,0	43,3	1,5	15,6	33,0	0,5	
19,4	44,8	1,0	15,8	33,5		
19,8	45,8	0,9				

Les axes majeurs réduits correspondants ont été reportés sur la figure 15 (B) pour comparaison.

Les équations $L(t+1) - Lt = f(L_t)$ ont servi à tracer les courbes de croissance théoriques pour les deux années. (fig. 16). La simple observation des figures 15B et 18 indique une bonne concordance entre les résultats des deux années :

Il semble que la croissance des mâles et des femelles en 1969 ait été légèrement plus rapide qu'en 1966. Les taux de croissance sont plus importants et les valeurs de L_{∞} , plus faibles, sont atteintes plus rapidement. Si cette différence apparente existe réellement, il est normal qu'elle soit plus marquée chez les femelles que chez les mâles. Ceux-ci ont en effet, au moment du recrutement, achevé plus de la moitié de leur croissance ($L_t = 55\%$ de L_{∞}) alors que les femelles n'en ont effec-

tué que le tiers ($L_t = 35\%$ de L_∞).

L'une des raisons de cette différence entre les deux années pourrait être la moindre abondance des crevettes en 1969 (puisque la densité d'une population influe sur la vitesse de croissance de ses individus). Les données que nous possédons montrent en effet que 1969 a été une année "pauvre" pendant laquelle une exploitation crevettière intensive a démarré, provoquant une mortalité plus élevée et une baisse de la densité des crevettes sur le fond de pêche de BASSAM. Toutefois, les données disponibles ne permettent pas d'affirmer que l'exploitation soit seule responsable de la diminution observée dans les rendements. Certains facteurs écologiques, eaux rouges à Gymnodinium splendens, abondance exceptionnelle de méduses, pourraient être mis en cause (DANDONNEAU, 1970).

Il n'est pas possible de démontrer mathématiquement que les courbes de croissance retenues pour les deux années sont significativement différentes. Le tracé des courbes expérimentales est exclusivement graphique. De ce fait la variance de chaque point (taille ou accroissement) ne peut être calculée et, dans le calcul des axes majeurs réduits ajustant les points d'observation, les couples de valeurs ne peuvent être pondérés (méthode de TOMLINSON-ABRAMSON 1961).

D I S C U S S I O N

Comparaison des résultats

La large répartition géographique des Penaeus duorarum sur les côtes africaines et américaines de l'Océan Atlantique rend intéressante la comparaison des courbes de croissance déjà décrites. Si dans le Golfe du Mexique les études sont déjà nombreuses, il n'en est pas de même sur la côte d'Afrique : seul de BONDY (1968) a précisé la croissance d'une classe de femelles qu'il a pu suivre de 16,5 à 20,0 cm de longueur totale, sur le fond de pêche de Cap Roxo (Sénégal).

Golfe du Mexique

Les renseignements fragmentaires ont été regroupés par différents auteurs : PEREZ-FARFANTE (1969), CROSNIER et de BONDY (1967). Une première synthèse avait déjà été effectuée par ELDRED et al. (1961). KUTKUHN (1965) a calculé à partir de marquages (sans distinction de sexes) les paramètres de croissance sur les fonds de pêche des TORTUGAS et des SANIBEL. Les résultats ont été reproduits dans le tableau suivant.

Golfe du Mexique			Côte d'Ivoire			
Tortugas	Sanibal	mâles		femelles		
		1966	1969	1966	1969	
K	0,28	0,339	0,23	0,25	0,13	0,17
W _∞	42,0g	35,6g	31,4g	29,4g	98,3g	72,3g
L _{T∞}	16,5cm	16,0cm	16,4cm	16,3cm	21,5cm	20,8cm

On remarque que les valeurs de la constante de catabolisme K calculées par cet auteur sont voisines de celles obtenues en Côte d'Ivoire pour les mâles et très nettement supérieures à celle calculées pour les femelles. Il est fort probable que ces mêmes valeurs calculées séparément pour les deux sexes resteraient toujours supérieures dans le Golfe du Mexique. IVERSEN et IDYLL (1960) calculent, par marquage également, les accroissements suivants : 2 mm par mois pour des femelles de 31 mm de carapace et 1 mm par mois pour des mâles de 26 mm. Les accroissements équivalents sont respectivement pour la Côte d'Ivoire 2,7 mm par mois et 1,9 mm par mois. Il semble donc, que pour une taille donnée la vitesse de croissance soit plus faible dans le Golfe du Mexique qu'en Côte d'Ivoire. De plus les valeurs relativement élevées de K impliquent un amortissement plus rapide des accroissements, ce qui explique que les tailles et les poids maxima asymptotiques (W_∞ et L_∞) atteints, y soient inférieurs. Les valeurs de L_{T∞} pour le Golfe du Mexique ont été déduites de la relation longueur totale - poids total calculée par KUTKUHN (1965).

BEVERTON (1963) a montré chez les clupéidés qu'il existait une relation entre la taille à la première maturité sexuelle (L_m) et L_∞ et que dans une famille donnée le rapport L_m/L_∞ reste constant, donc à fortiori pour une même espèce. Il est intéressant, dans cet ordre d'idée, de noter que si les valeurs de L_∞ calculées en Côte d'Ivoire sont supérieures à celles obtenues dans le Golfe du Mexique il en est de même pour les tailles à la première maturité (33 mm et 22 mm respectivement. Voir plus haut).

Sénégal

De BONDY (1968) calcule pour des femelles adultes (entre 16,5 et 20 cm de longueur totale) une croissance de 0,5 cm par mois. Cela

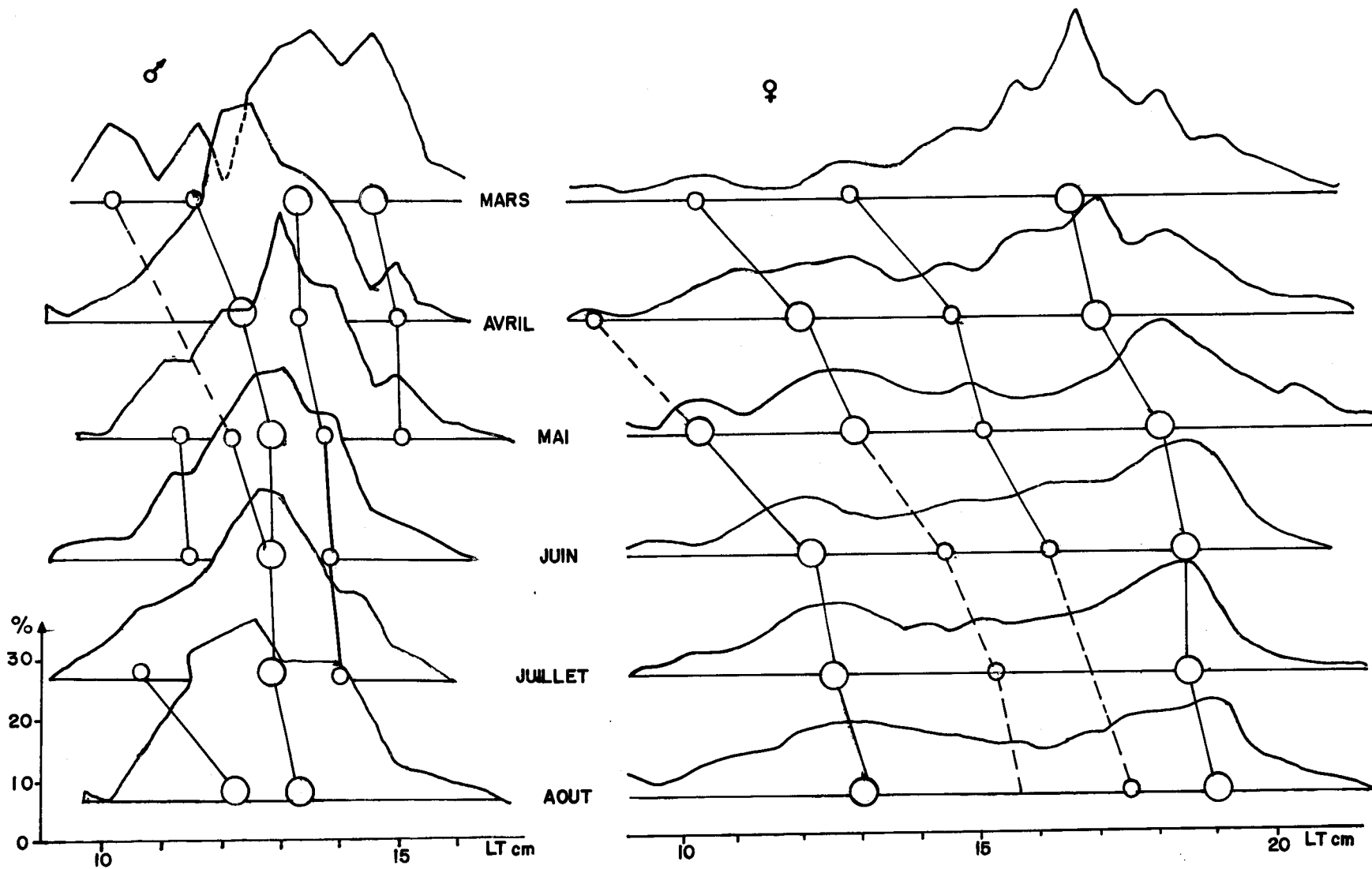


Fig. 19 *Penaeus duorarum*- Courbes de fréquence des tailles au Sénégal — modifié d'après DE BONDY(1968).—

correspond assez bien à ce que nous avons obtenu en Côte d'Ivoire en 1966 (0,6 cm).

Un essai d'interprétation, avec l'autorisation de l'auteur, des histogrammes qu'il a publiés a été effectué. Les filiations modales (fig. 19) ont été déterminées, les axes majeurs réduits de la relation $LT = f(LT)$ calculés pour les deux sexes, (fig. 20 et 21) et les paramètres K et L_{∞} ont été comparés à ceux obtenus en Côte d'Ivoire.

	EQUATION DE LA DROITE	P A R A M E T R E S
SENEGAL	Mâles: $\Delta LT = -0,20 LT + 2,99$	$L_{\infty} = 15,0$ cm $r = -0,980$ N= 8 K = 0,22
	Femelles: $\Delta LT = -0,17 LT + 3,32$	$L_{\infty} = 20,0$ cm $r = -0,980$ N= 12 K = 0,18
COTE D'IVOIRE (1966)	Mâles: $\Delta LT = -0,23 LT + 3,76$	$L_{\infty} = 16,4$ cm $r = -0,980$ N= 9 K = 0,26
	Femelles: $\Delta LT = -0,17 LT + 3,63$	$L_{\infty} = 21,5$ cm $r = -0,996$ N= 11 K = 0,19

L'accroissement mensuel ΔL varie en fonction de l'âge et de la taille de l'individu. Les positions respectives des axes majeurs réduits de la figure 20 indiquent que, quels que soient la taille et le sexe la vitesse de croissance est plus grande en Côte d'Ivoire qu'au Sénégal. Il est intéressant de constater que les paramètres K calculés pour les mâles et les femelles sont semblables dans les deux cas, c'est à dire que si les vitesses de croissance sont légèrement différentes, leur évolution en fonction de la taille et du temps est similaire.

La croissance semble donc nettement plus rapide en Côte d'Ivoire qu'au Sénégal et dans le Golfe du Mexique. Il est probable que, au Sénégal elle soit équivalente ou supérieure à celle observée dans le Golfe du Mexique, mais la comparaison est difficile car la seule courbe complète que nous connaissions pour les Etats Unis (KUTKUHN 1965) a été calculée sans dissocier les sexes et elle se situe entre les courbes mâles et femelles du Sénégal (fig. 21).

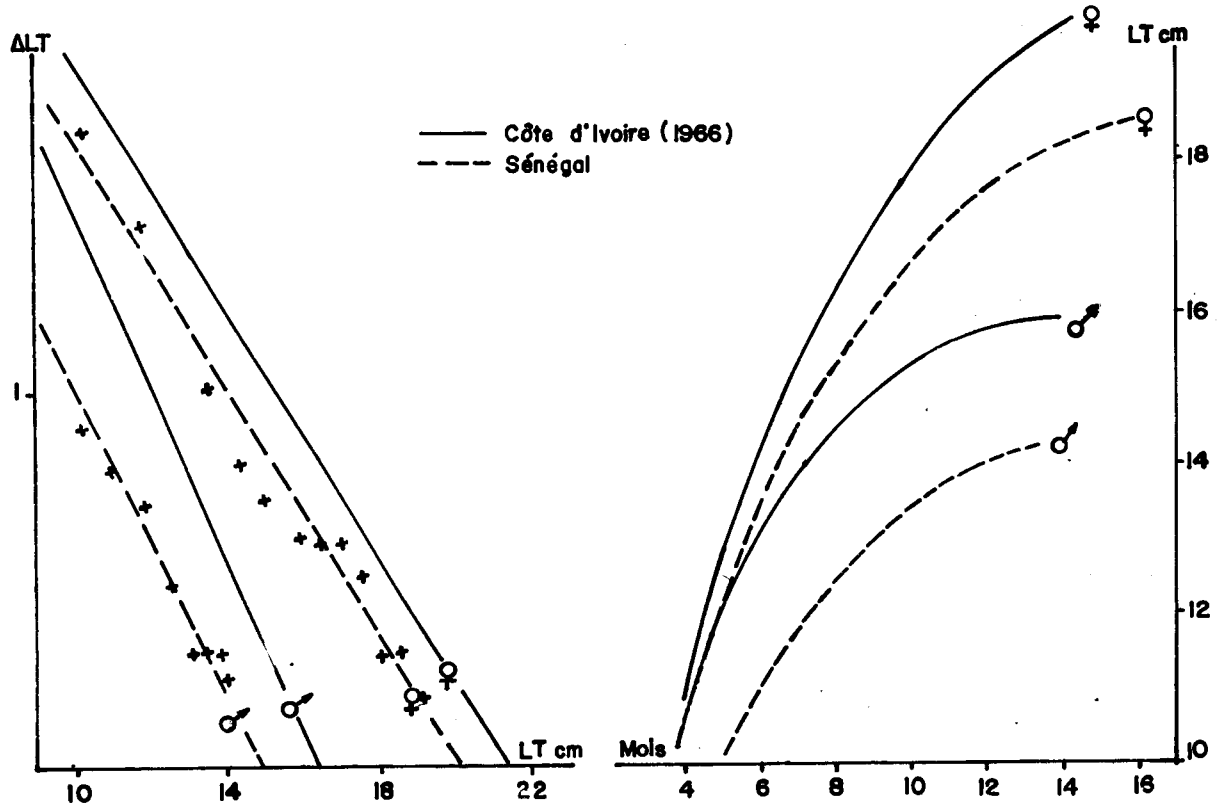


Fig.20 Comparaison des axes majeurs réduits des relations $L(t+1) - Lt = f(Lt)$.

Fig.21 Comparaison des courbes théoriques de croissance.

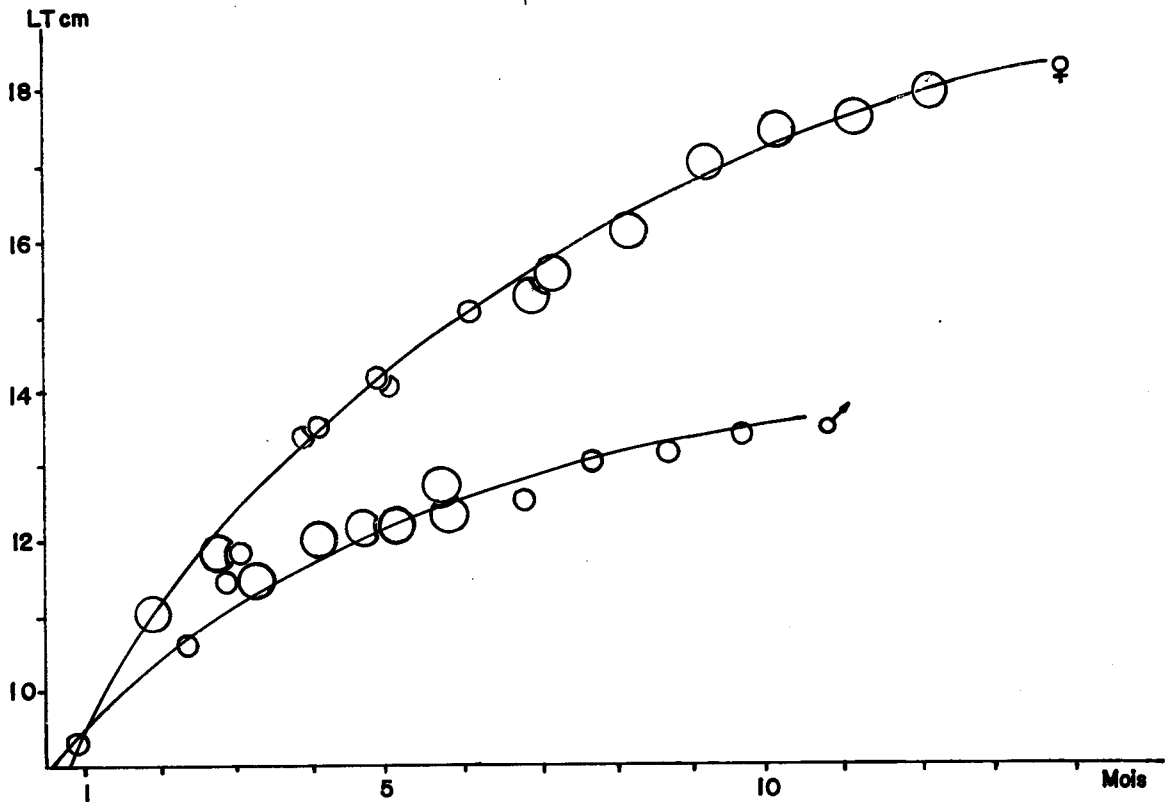


Fig.22 Courbes expérimentales de croissance déduites des progressions modales estimées - (SENEGAL)

Détermination de t_0 (fig. 17)

Le problème de la détermination de l'âge chez les crustacés n'a pas encore été résolu et il est impossible de situer sur l'axe des temps la date de naissance d'une classe d'âge. On peut cependant utiliser une origine secondaire facile à déterminer : la date de leur recrutement. L'âge relatif équivaut alors à la durée du séjour en mer et permet le calcul d'un paramètre équivalent de t_0 que l'on appellera t'_0 pour le différencier du paramètre classique (âge théorique où la taille de l'animal aurait été nulle si la loi de croissance calculée restait valable pour la période qui précède les observations).

Cette deuxième origine est aisément déterminable à partir de nos données. Bien que nous n'ayons pas effectué d'étude de la sélectivité du chalut utilisé il semble d'après les courbes de fréquence (fig. 3 et 4) que les classes de femelles puissent être considérées comme entièrement recrutées au delà de 20 mm de longueur céphalothoracique (ou 10 cm de longueur totale).

La taille moyenne des crevettes qui migrent hors de la lagune reste stable de février à mai et comprise entre 15,5 et 16,5 mm de carapace. Cette taille augmente brusquement et régulièrement de juin à septembre pour décroître jusqu'en novembre. Ce phénomène correspond à une période de recrutement faible, d'importance négligeable pour la pêche.

On admettra dans la suite des calculs

- que toutes les crevettes migrent à la même taille moyenne
- que les lois de croissance sont identiques pour toutes les classes migrantes, ce qui implique que le temps de latence entre la sortie de la lagune et le recrutement est constant, ainsi que l'âge absolu des crevettes recrutées.

Il est alors possible d'effectuer un changement d'axes et de placer l'origine des temps au recrutement, c'est à dire quand le mode de la classe considérée est à 20 mm (LC). On calcule alors t'_0 en utilisant la transformation suivante de l'équation de VON BERTALANFFY : (GUILLAND 1969)

$$e^{-k(t'-t'_0)} = \frac{L_\infty - Lt'}{L_\infty}$$

ou, en logarithmes : $\text{Log} \left(\frac{L_\infty - Lt'}{L_\infty} \right) = -k(t'-t'_0)$

Log (L_∞ - L_t) est une fonction linéaire de t' et le point de la droite de régression ayant Log L_∞ pour ordonnée a t'₀ pour abscisse. Les droites de corrélation ont été calculées pour les deux séries de données (1969 et 1966 transformées) et les valeurs obtenues pour t'₀ (exprimées en mois) sont les suivantes :

	1966	1969
mâles	- 4,1	- 3,9
femelles	- 3,1	- 2,7

Pour pouvoir utiliser ces valeurs dans un calcul de dynamique il faut admettre qu'elles n'introduisent pas d'erreur c'est à dire que (t' - t'₀) doit être considéré comme très peu différent de (t - t₀). L'origine théorique de la courbe se trouve 2,7 à 4,1 mois avant le recrutement. Des études sont en cours sur des données relatives à la migration des juvéniles et aux saisons de ponte. Elles semblent indiquer un âge au recrutement de 3,5 à 4 mois. KUTKUHN (1965) admet un âge au recrutement de 15 semaines. Pour ces deux raisons l'hypothèse ci-dessus est considérée comme acceptable.

Equations de croissance en poids

D'après PETIT P. (1970) l'équation de la relation longueur céphalothoracique-poids est la suivante

$$W = 3,44 \cdot 10^{-3} \cdot LC^{2,56}$$

Si l'on admet que cette équation calculée à partir d'individus capturés en 1969-70 s'applique également à ceux pêchés en 1966-67, les équations de croissance en poids sont les suivantes :

Année	mâles	femelles
1966	$W_t = 31,4(1-e^{-0,22(t'+3,6)})^{2,56}$	$W_t = 98,3(1-e^{-0,13(t'+3,1)})^{2,56}$
1969	$W_t = 29,4(1-e^{-0,25(t'+3,9)})^{2,56}$	$W_t = 72,3(1-e^{-0,17(t'+2,9)})^{2,56}$

Age maximum

Les derniers modes apparaissent en 1966 (où l'exploitation peut être considérée comme nulle) vers 21 cm de longueur totale pour les femelles et 16 cm pour les mâles. Le temps théorique nécessaire pour atteindre ces tailles est, d'après les équations calculées, de 16 à 17 mois pour les femelles et de 10 à 11 mois pour les mâles (cela correspond en fait au temps réel pendant lequel ils seront disponibles en mer pour l'exploitation). Si l'âge au recrutement est bien de 3 à 4 mois cela implique un âge maximum moyen de 19 à 21 mois pour les femelles et de 13 à 15 mois pour les mâles.

KUTKUHN (1965) estime à 83 semaines l'âge maximum des P. duorarum du Golfe du Mexique. Cet auteur n'a pas séparé les sexes mais il est bien évident que son estimation s'applique aux femelles qui sont les individus les plus grands dans les distributions de fréquence. Les deux estimations concordent donc.

Les mâles sont théoriquement disponibles pour l'exploitation pendant moins longtemps que les femelles. Cela peut s'expliquer dans la mesure où l'on admet généralement (BEVERTON et HOLT 1959, cités par CUSHING 1968) que le coefficient M de mortalité naturelle est inversement proportionnel à K.

Des campagnes de marquage sont projetées pour 1971 tant au Sénégal qu'en Côte d'Ivoire. Si les recaptures sont suffisamment nombreuses, un traitement mathématique plus précis permettra de tester statistiquement les différences observées.

BIBLIOGRAPHIE

- De BONDY, E. (1968) - Observations sur la biologie de Penaeus duorarum au Sénégal. Doc. Scient. Prov. Dakar - Thiaroye, 16, 50 pp.
- BOSCHI, E. E. (1967) - Crecimiento, migracion, y ecologia del camarón commercial Artemisia longinaria Bate. Proc. World. Sci. Conf. Biol. cult. Shrimps and Prawns, Mexico, E., 45, pp. 833-846
- CASSIE, R. M. (1954) - Some uses of probability paper in the analysis of size frequency distributions. Aust. J. Mar. Fresh. Res., 5, pp. 513-522.

- COSTELLO, T. J. et ALLEN, D.M. (1959) - Notes on the migration and growth of pink shrimp (Penaeus duorarum) . Proc. Gulf & Caribb. Fish inst., 12th annual session, pp. 5-9
- CROSNIER, A. et De BONDY, E. (1967) - Les crevettes commercialisables de la côte ouest de l'Afrique inter-tropicale. Initiation Documents techniques , ORSTOM , 7, 60 pp + ann.
- CUMMINGS, W. C. (1961) - Maturation and spawning of the pink shrimp Penaeus duorarum Burkenroad. Trans. Amer. Fish. Soc. , 90, 4, pp. 462-468
- CUSHING, D.H. (1968) - Fisheries biology - A study in population dynamics. University of Wisconsin press., Madison , Milwaukee and London, 200 pp
- DANDONNEAU, Y. (1970) - Un phénomène d'eaux rouges au large de la Côte d'Ivoire causé par Gymnodinium splendens Lebour. Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr., 1, 1, pp. 11-19
- DIAZ, E. L. (1963) - An increment technique for estimating growth parameters of tropical tunas, as applied to yellowfin tuna (Thunnus albacares). Inter. American tuna comm. Bull., 8, 7, pp. 383-416
- ELDRED, B. and al (1961) - Biological observations on the commercial shrimp Penaeus duorarum Burkenroad, in Florida waters. Prof. Pap. ser. Flo. Bd. Conser. Mar. Lab., 3, 139 pp.
- FONTAINE, C. T. et NEAL, R. A. (1968) - Relation between tail length and total length for three commercially important species of Penaeid shrimp. U.S. Fish Wildl. Serv. Fish. Bull., 67, 1, pp. 125-126
- GULLAND, J. A. (1969) - Manuel des méthodes d'évaluation des stocks d'animaux aquatiques - I, Analyse des populations, F. A. O. Man. Fish. Sci. FRSM 4, 160 pp
- GARCIA, S. et PETIT, P. (1970)- Biologie de Penaeus duorarum en Côte d'Ivoire : maturité sexuelle, ponte et recrutement (en préparation)
- IVERSEN, E. S. et JONES, A. C. (1961) - Growth and migration of the Tortugas pink shrimp Penaeus duorarum and changes in the catch per unit effort on the fishery. Fla. State Bd. Conserv. Tech. ser. , 34, 30 pp. , 4 figs

- JHINGRAN, V. G. et NATARAJAN, A. V. (1969) - Derivation of age - length of different age - groups in fishes. J. Fish. Res. Bd. Canada, 26, pp. 3073-3076.
- KUTKUHN, J. H. (1962) - Conversion of "whole" and "Headless" weights in commercial Gulf of Mexico shrimps. U.S. Fish. Wildl. Serv. Spec. Sci. Rep. Fish. , 409, 7 pp
- KUTKUHN, J. H. (1965) - Dynamics of a Penaeid shrimp population and management implications. U.S. Fish and Wildl. Serv, Fish. Bull. ,65 ,2, pp. 313-338
- MAYRAT, A. (1959) - Nouvelle méthode pour l'étude comparée d'une croissance relative dans deux échantillons. Application à la carapace de Penaeus kerathurus (FORSKAL). Bull. I. F. A. N. Série A, 21,1, pp.21-59, 6 figs ,
- MAYRAT, A. (1965) - La loi d'allométrie et les allométries . C. R. Soc. Biol. France, 159, 3, , pp. 544-548.
- MAYRAT, A. (1966) - Croissance et développement chez les crustacés. Réunion de spécialistes C. S. A. sur les crustacés. Zanzibar 1964, Mémoires I. F. A. N., 77 , , pp. 499-645
- PEREZ-FARFANTE, I. (1969) - Western atlantic shrimp of the genus Penaeus. U.S. Fish. Wildl. Serv. Fish. Bull., 67, 3 , 591 pp
- PETIT, P. (1970) - Relation longueur-poids chez P. duorarum en Côte d'Ivoire. Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, vol 1, 2, pp. 49-51
- TANAKA, S. (1962) - A method of analysing a polymodal frequency distribution and its application to the length distribution of the Porgy, Talrus tumifrons (T. and S.). J. Fish. Res. Bd. Canada , 19, 6 , pp. 1143-1159
- TOMLINSON, P. K. et ABRAMSON, N. J. (1961) - Fitting a von Bertalanffy growth curve by least squares. Calif. Dept. Fish and Game, Fish. Bull. , 116, pp. 1-69
- TROADEC, J. P. , BARRO, M. , BOUILLON, P. (1969) - Pêches au chalut sur la radiale de Grand-Bassam (Côte d'Ivoire). Mars 1966 - février 1967. Doc. Scient. Prov. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, 33, 13 pp. , 11 tabl. , 89 planches