
LA CREVETTE ROSE *PENAEUS NOTIALIS* (PÉREZ FARFANTE, 1967) EN CÔTE-D'IVOIRE

Frank LHOMME et Philippe VENDEVILLE

Introduction

La crevette rose de Côte-d'Ivoire correspond à une seule espèce appartenant à l'ordre des Decapoda, sous-ordre des Natantia, infra-ordre des Peneidea, famille des Peneidae.

Une révision systématique des crevettes commercialisables est due à HOLTUIS (1980). La dénomination actuelle de l'espèce est *Penaeus (Farfantepenaeus) notialis*, Pérez Farfante, 1967.

Les potentialités représentées par la crevette rose côtière le long de la côte occidentale africaine ont été pressenties dès 1965 par LONGHURST en Côte-d'Ivoire ; elles ont été soulignées à la suite des premières explorations systématiques du fond de pêche de Grand-Bassam (TROADEC, 1968). Les recherches axées principalement sur cette espèce ont débuté en juin 1968, avant le démarrage de l'exploitation intensive en mer, par des campagnes de prospection de tout le plateau continental ivoirien. Les résultats obtenus confirment l'existence de concentrations intéressantes devant Grand-Bassam et Grand-Lahou et mettent en évidence l'existence de fonds riches à l'ouest de Sassandra (TROADEC *et al.*, 1969).

La pêche crevettière en mer débute en janvier 1969, avec un seul crevettier ; la flotte évolue ensuite très rapidement. Devant le développement rapide de la pêcherie, la Direction des pêches maritimes et lagunaires de Côte-d'Ivoire décide de mettre en place, dès 1970, une réglementation de l'effort par un système de licences. Pour que cette réglementation puisse être fondée sur des bases scientifiques, un programme de recherches est entrepris par le Centre de recherches océanographiques d'Abidjan. Cette espèce ayant un cycle vital complexe avec une phase lagunaire juvénile et une phase marine adulte, il était essentiel de procéder à l'étude simultanée de l'ensemble des phases.

Le programme de recherches a donc porté sur :

- l'étude de la migration larvaire de la mer vers la lagune ;
- l'étude de la migration des juvéniles, de la lagune vers la mer, et de leur exploitation au cours de cette phase particulièrement vulnérable ;
- l'étude des adultes en mer (répartition, comportement, écologie, reproduction, croissance, mortalité) et de leur exploitation.

Un certain nombre d'articles sur la biologie de l'espèce en Côte-d'Ivoire sont publiés (GARCIA *et al.*, 1970 ; GARCIA et FONTENEAU, 1971 ; GARCIA, 1972, 1973, 1974, 1975, 1977) avant d'être repris et complétés pour être présentés comme thèse de doctorat d'État (GARCIA, 1977). Enfin, un bilan des recherches sur l'espèce et de leurs conséquences en matière d'aménagement est publié (GARCIA, 1978). L'essentiel des résultats présentés ici est tiré de GARCIA, 1977 et 1978.

Cette synthèse comprend deux parties :

- répartition et biologie de l'espèce, où l'on ne fait que reprendre les travaux de GARCIA ;
- les ressources et leur exploitation, qui fait l'objet d'une mise à jour (historique de l'exploitation et potentialités actuelles).

Répartition et biologie

RELATION ENTRE LA RÉPARTITION DE L'ESPÈCE ET LES CONDITIONS DU MILIEU

On trouvera une information détaillée sur la couverture sédimentaire et le milieu physique dans les premiers chapitres de cet ouvrage.

Matériel et méthodes

Trois sources de données différentes sont utilisées pour cette étude :

- échantillonnage systématique sur la radiale de Grand-Bassam (3° 49' W) de 1966 à 1970 à un rythme mensuel, entre 20 et 60 m de profondeur ;
- deux campagnes de prospection sur l'ensemble du plateau continental ivoirien en août et septembre 1968 comportant 11 radiales ;
- les statistiques de pêche de la flottille crevettière ivoirienne ; l'excellente coopération des patrons a permis d'obtenir depuis juin 1969 des renseignements détaillés pour chaque coup de chalut.

Répartition de l'abondance

Répartition géographique

Sur la côte occidentale africaine, *Penaeus notialis* se rencontre du cap Blanc à l'Angola ; cependant, des concentrations importantes semblent n'exister qu'entre le cap Timiris (Mauritanie) et la région de Pointe-Noire (Congo).

Au large de la Côte-d'Ivoire, l'espèce existe sur tout le plateau continental, du cap des Palmes au cap des Trois Pointes mais les seules concentrations exploitables se situent à l'ouest des principales embouchures : celle de la Comoé (Grand-Bassam), du Bandama (Grand-Lahou), du Sassandra et en face du fleuve Cavally (figure 1).

Les superficies maximales des zones occupées par ces concentrations sont de 60 milles carrés (Grand-Bassam), 80 milles carrés (Grand-Lahou), 250 milles carrés (Sassandra-San Pedro-Tabou).

Répartition bathymétrique

Elle a été établie d'après les résultats de la radiale de Grand-Bassam et à partir des cahiers de pêche remplis par les crevettiers après regroupement des profondeurs par tranches de 5 m (figures 2 et 3).

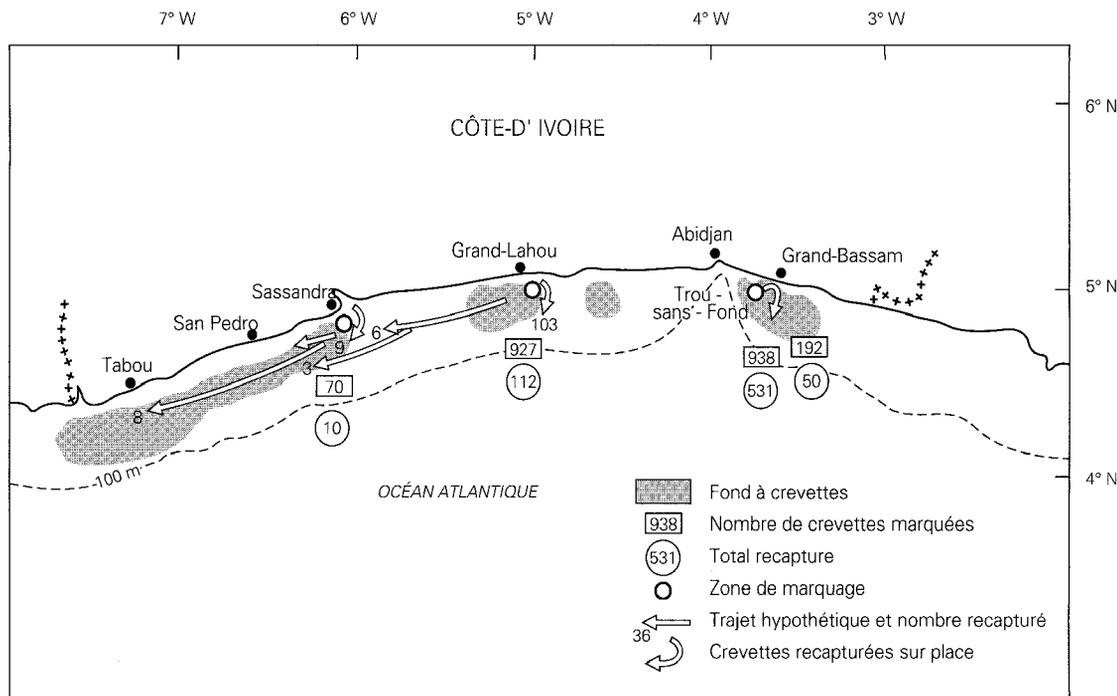


Figure 1

Zones de marquage et de recapture sur les fonds à crevettes de Côte-d'Ivoire (1973). D'après GARCIA (1977).

En Côte-d'Ivoire, si l'on considère l'abondance moyenne annuelle, celle-ci est maximale de 30 à 45 m et décroît rapidement de part et d'autre de cet intervalle.

Dans d'autres régions d'Afrique de l'Ouest, on observe les abondances maximales suivantes :

- Sénégal : 50 m (Saint-Louis) ; 35 m (Roxo) ;
- Sierra Leone : 35 à 45 m ;
- Liberia : 50 à 60 m ;
- Ghana : 35 à 50 m ;
- Togo : 35 à 50 m ;
- Bénin : 45 m ;
- Nigeria : 25 m (les rendements sont maximaux dans la zone côtière).

Ces résultats sont confirmés par de nombreux auteurs (CROSNIER, 1964 ; CROSNIER et DE BONDY, 1967 ; RIBEIRO, 1970 ; FONTANA et BA M'BAYE, 1972 ; LHOMME, 1981). On peut de plus penser qu'il existe un relèvement vers la côte de la limite supérieure de la distribution bathymétrique dans les zones d'estuaire comme le signalent BURUKOWSKY et BULANENKOV (1969).

Facteurs de répartition

Il est intéressant, à partir des données disponibles sur la répartition de l'espèce, d'essayer de définir ses exigences écologiques. La principale difficulté rencontrée est due au fait que la plupart des facteurs du milieu varient en fonction de la bathymétrie. 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, en particulier de la thermocline.

La couverture sédimentaire

La superposition de la carte sédimentologique publiée par MARTIN (1973) et des résultats des campagnes de chalutage de 1968 a permis de définir le rendement horaire moyen obtenu sur chaque type de sédiment caractérisé par sa teneur en lutites (particules < 50 μm). La figure 4 montre clairement l'aug-

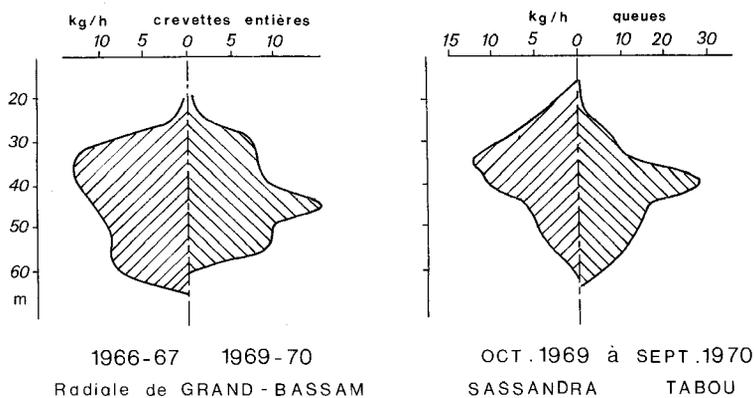


Figure 2 Répartition bathymétrique des rendements en Côte-d'Ivoire. D'après GARCIA (1977).

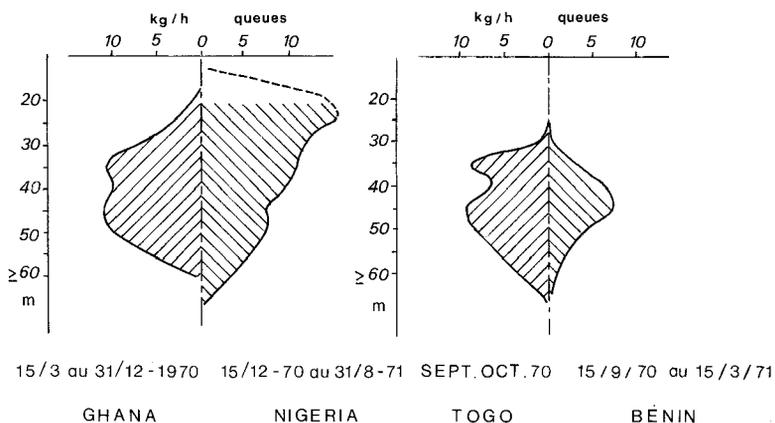


Figure 3 Répartition bathymétrique des rendements obtenus par la flottille d'Abidjan à l'étranger. D'après GARCIA (1977).

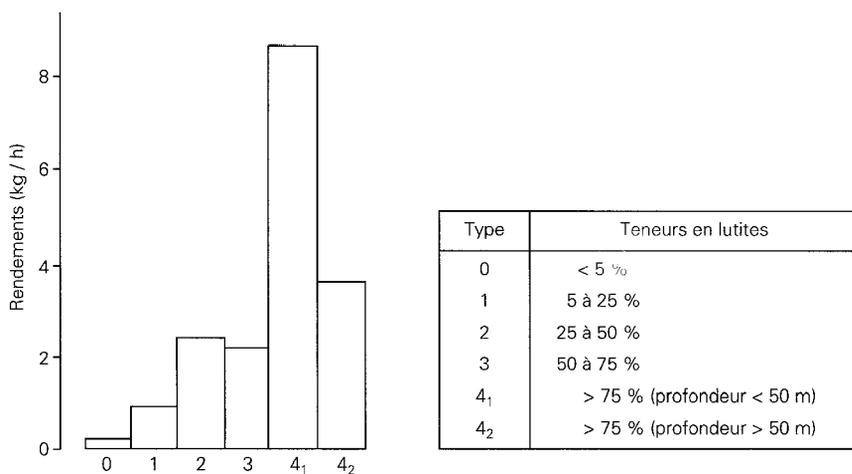


Figure 4 Abondance en fonction du type de sédiment. D'après GARCIA (1977).

mentation de l'abondance avec la richesse en particules fines. Les fonds les plus riches sont toujours sur les zones vaseuses dont la teneur en lutites est supérieure à 75 %. Cette relation n'est plus vérifiée au-delà de 60 m de profondeur. La nature du sédiment est donc un facteur important de la distribution géographique. Elle peut également dans une certaine mesure expliquer la limite supérieure de la distribution bathymétrique de l'espèce. Ces observations viennent confirmer celles de RAITT et NIVEN (1969) au Nigeria, CROSNIER et BERRIT (1966) au Bénin, RIBEIRO (1970) en Angola, BURUKOWSKY et BULANENKOV (1969) en Mauritanie, LHOMME (1981) au Sénégal. La présence de *Penaeus notialis* a cependant été signalée sur sables grossiers au banc d'Arguin en Mauritanie (MAURIN, 1968).

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. En dessous de 50 m, les rendements diminuent rapidement bien que la teneur en lutites demeure supérieure à 75 % : la granulométrie fine est donc une condition nécessaire mais non suffisante pour l'installation de concentrations commerciales.

Les conditions hydrologiques

Comme il a été dit plus haut, la caractéristique essentielle du golfe de Guinée est l'existence d'une thermocline subsuperficielle presque permanente. Un bilan des observations disponibles est résumé dans le tableau I.

TABLEAU I
Conditions hydrologiques (T, S‰) au sommet et à la base de la thermocline dans différentes régions du golfe de Guinée

Zone	Référence	S (‰)	T (°C)
Mauritanie	BURUKOWSKY et BULANENKOV (1969)	35,7 à 36,0	18 à 29
Nigeria	LEFEVÈRE (1970)	33,6 à 35,0	20 à 25
Congo	CROSNIER et DE BONDY (1967)	35,0 à 36,0	18 à 24
Angola	RIBEIRO (1970)	35,5 à 35,9	16 à 27
Côte-d'Ivoire	GARCIA (1977)	34,2 à 35,8	15 à 29
Sénégal	LHOMME (1981)	34,0 à 35,7	15 à 28

Ces données représentent en fait tout l'éventail des masses d'eau rencontrées entre 25 et 60 m de profondeur. Pour définir des conditions hydrologiques préférentielles, il est indispensable de tenir compte de l'abondance observée.

Rôle de la température dans la répartition bathymétrique

Le plateau continental ivoirien est caractérisé par des variations importantes de la profondeur de la couche de discontinuité, en particulier au moment de l'upwelling. 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), la crevette rose peut être trouvée de 10-50 m à 80-110 m suivant les saisons.

La figure 5 représente le déplacement des isothermes 18, 20 et 24 °C sur un diagramme spatio-temporel réalisé à partir de campagnes mensuelles d'hydrologie. La distribution spatio-temporelle des meilleurs rendements obtenus y a été superposée ; la zone de contact entre la thermocline et le fond est également figurée. On peut donc conclure en précisant que la présence de *Penaeus notialis* est liée aux eaux de la couche de discontinuité de 18-24 °C bien que ce pénéide puisse être observé 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 et évite systématiquement les eaux libériennes en effectuant des migrations bathymétriques importantes. En saison froide, la crevette rose est amenée à supporter les conditions régnant à la base de la couche au niveau du maximum de salinité (17 à 18 °C et 35,8 ‰) ; cependant, sa présence dans des eaux aussi froides peut être considérée comme forcée.

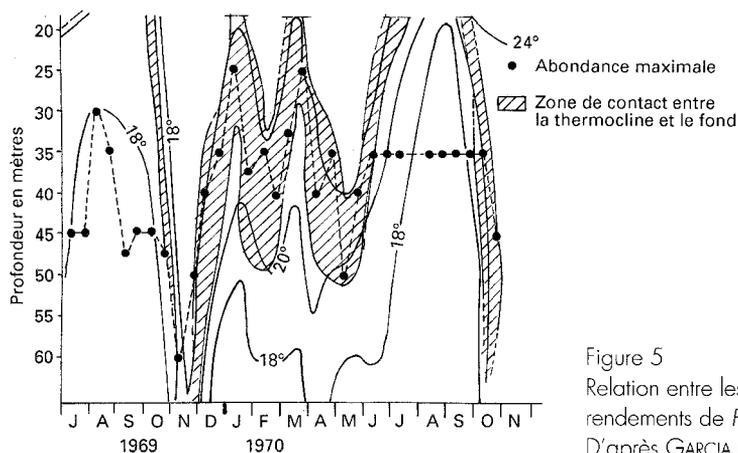


Figure 5
Relation entre les distributions spatio-temporelles des rendements de *Penaeus notialis* et de la température. D'après GARCIA (1977).

La liaison température-salinité permet de définir une préférence de l'espèce pour des eaux d'une salinité comprise entre 35 et 35,5 ‰ car les eaux de température supérieure à 24 °C sont le plus souvent dessalées.

Conclusion

Penaeus notialis adulte occupe une aire géographique bien définie dans laquelle les eaux de surface atteignent au moins 24 °C dans l'année et descendent rarement en dessous de 18 °C. Les températures au fond peuvent être au minimum de 15 à 16 °C ; ces températures correspondent à des exigences écologiques. À l'intérieur de cette zone, son extension peut être limitée ou inhibée par une dessalure trop importante ($S < 35 ‰$). Dans les zones hydrologiquement convenables, la présence de concentrations exploitables est subordonnée à la présence d'estuaires ou de lagunes.

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 s'étend de 25 à 60 m avec un maximum de 30 à 50 m. Elle est moins profonde à l'est des embouchures de lagunes de Côte-d'Ivoire où les sédiments fins sont plus littoraux.

Les crevettes fréquentent préférentiellement les eaux de la couche de discontinuité.

RÉPARTITION DES TAILLES ET SEX-RATIO

Répartition bathymétrique des tailles

La figure 6 représente la répartition bathymétrique moyenne annuelle des tailles sur la radiale de Grand-Bassam et sur les fonds de Fresco à Tabou. Seules les femelles ont été représentées mais le schéma obtenu pour les mâles est identique. Les immersions moyennes sont occupées par les crevettes de taille moyenne, les immersions extrêmes par les crevettes de grande taille. Ce schéma de distribution a été retrouvé sur les autres fonds de pêche ivoiriens ; il correspond aux observations de BURUKOWSKY (1968) en baie de Biafra. Sur la côte américaine, les jeunes de *Penaeus duorarum*, espèce très voisine, occupent les petits fonds et la taille moyenne augmente avec la profondeur (IVERSEN *et al.*, 1960).

Étude du sex-ratio

Le sex-ratio, lors de la migration vers la mer, a été observé en lagune Tagba et Ébrié ; il est respectivement de 50,0 % et 50,2 % de femelles. Il présente des variations en fonction de la taille et des variations saisonnières.

Le sex-ratio en mer mesuré au cours des campagnes de chalutage est un peu supérieur à 50 % (52,7 à 55,1 %). Il varie en fonction de la taille, de la profondeur et des saisons. En fonction de la taille, les

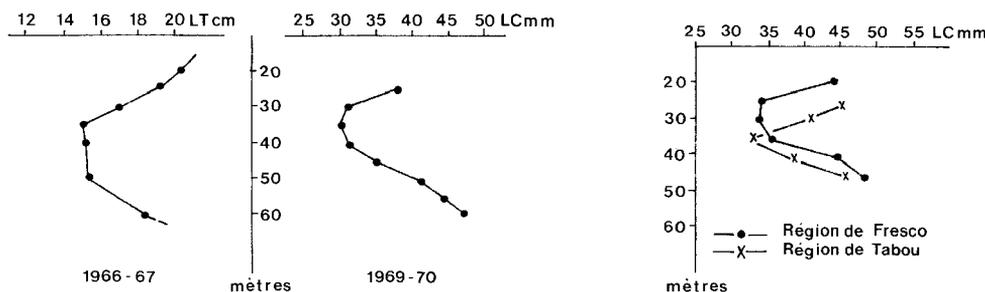


Figure 6

Répartition bathymétrique des tailles moyennes des femelles sur la radiale de Grand-Bassam en 1966-1967 et 1969-1970 et sur les fonds de Fresco à Tabou en août-septembre 1968. D'après GARCIA (1977).

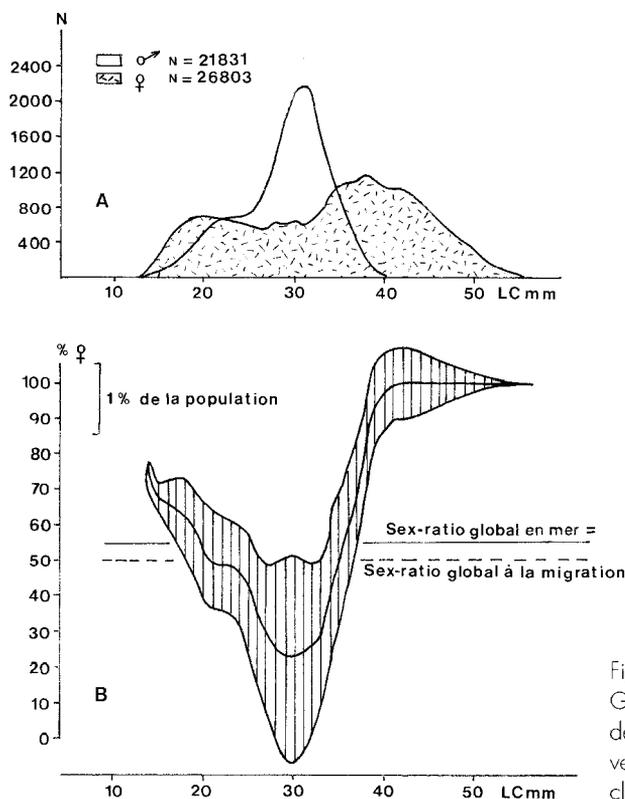


Figure 7

Grand-Bassam (1969-1970). 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). D'après GARCIA (1977).

courbes obtenues (figure 7) sont assez similaires à celles trouvées en lagune. La partie droite de la courbe, au-delà de 20 mm LC⁽¹⁾ traduit la différence entre les lois de croissance des mâles et des femelles (BERRY, 1967 ; GARCIA *et al.*, 1970 ; GARCIA, 1973). La partie gauche montre un taux de femelles supérieur à la normale en deçà de 20 mm LC. Ce phénomène est attribué à une différence de sélectivité pour les deux sexes. À longueur céphalothoracique égale, les femelles seraient mieux retenues par le chalut.

À 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.

La courbe obtenue au Sénégal (LHOMME, 1981) a une forme similaire mais elle est décalée vers la gauche, ce qui a été attribué à une croissance plus lente dans ce pays à saison froide très marquée.

⁽¹⁾ LC = Longueur céphalothoracique, LT = Longueur totale.

Variations quotidiennes des rendements et relations avec l'hydroclimat

Le rythme quotidien d'activité a été étudié par le biais des variations de rendements qu'il occasionne, dans la zone des upwellings et dans la zone sénégalienne d'oscillation des masses d'eau. On admet en général que les rendements les plus élevés sont obtenus quand l'activité des crevettes est maximale, c'est-à-dire le plus souvent la nuit ; sur la côte d'Afrique, les meilleurs rendements peuvent être obtenus indifféremment de jour ou de nuit. Ce comportement « apparent » dépend de la zone, de la période et de la profondeur considérée. Étant admis que le comportement réel est nocturne et que le comportement « apparent » n'est que la manifestation des modifications nyctémérales de la vulnérabilité des crevettes vis-à-vis des chaluts, ces modifications, liées à la turbidité des eaux, seraient provoquées par des migrations nyctémérales verticales mettant périodiquement les crevettes hors de portée des engins de pêche.

Les résultats obtenus dans la zone sénégalienne suggèrent aussi une modification du comportement sous l'action de la température de l'eau en saison froide au Sénégal. Les travaux de HILL (1985) ont d'ailleurs montré une influence directe de la température sur l'activité et la capturabilité de *Penaeus esculentus*.

En Côte-d'Ivoire, le passage d'une période d'eaux turbides à une période d'eaux claires se traduit par le passage d'un comportement apparent diurne à un comportement apparent nocturne ou de transition ; on note en même temps une diminution sensible du rendement journalier moyen, c'est-à-dire à une baisse de l'abondance apparente, probablement liée à une réduction de la vulnérabilité du stock. Cela implique l'existence de variations saisonnières de la vulnérabilité globale du stock liées aux conditions hydrologiques.

MATURATION SEXUELLE ET MIGRATION DES POSTLARVES

Ces deux aspects de la biologie de l'espèce sont considérés ensemble car, on le verra, les variations d'abondance des postlarves à l'entrée des lagunes constituent un bon indice de la reproduction des adultes en mer.

Maturation sexuelle

Les données proviennent de deux sources : les campagnes expérimentales en 1969-1970 et les échantillonnages systématiques effectués sur les débarquements des crevettiers professionnels de 1971 à 1975.

Trois études sont disponibles sur la reproduction : celle de CUMMINGS (1961) dans le golfe du Mexique, sur *Penaeus duorarum* ; celles de DEVRIES et LEFEVÈRE (1969) et de BURUKOWSKY (1970) sur la côte ouest africaine, sur *Penaeus notialis*. Une correspondance a été établie entre les trois échelles de maturité proposées (tableau II). Les stades 4 et 5 ne sont pas discernables d'après l'aspect extérieur.

La taille à la première maturité (Lm) a été estimée à 30/31 mm LC (figure 8).

Un résultat très voisin a été obtenu au Nigeria (DEVRIES et LEFEVÈRE, 1969) : 28 mm LC. Au Sénégal, cette taille est estimée à 25 mm LC pour le fond de pêche de Saint-Louis et à 29 mm LC pour celui de Roxo-Bissagos (L'HOMME, 1981).

Saison de ponte

L'ensemble des données recueillies a été résumé dans une courbe moyenne annuelle d'abondance des femelles mûres (figure 9A). Le pourcentage est minimal en août-septembre au cœur de la saison froide. Il augmente brusquement et passe par un maximum d'octobre à décembre. Il décroît ensuite rapidement pour atteindre un premier minimum en avril et l'on retrouve, après quelques variations secondaires, le minimum d'août. Il est possible que le rôle de la température sur la maturation ne se manifeste que lors de la transition entre la grande saison froide et la période chaude, en octobre. La ponte varie cependant beaucoup pendant la saison chaude.

TABLEAU II
Échelle de maturité selon différents auteurs

CUMMINGS (1961)	DEVRIES et LEFEVÈRE (1969)	BURUKOWSKY (1970)
Undeveloped (A)	I - Virgin	1
Developing (B)	II - Maturing virgin	2
	III - Developed	3
Nearly ripe (C)	IV - Gravid	4
Ripe (D)	V - Ripe	5
(Spent) (E)	VI - Spent	

D'autres facteurs tels que la productivité pourraient jouer un rôle. Les travaux de DANDONNEAU (1973) et DE BINET (1972) montrent que l'abondance du plancton est élevée en septembre pendant l'upwelling, en octobre-novembre à l'arrivée des eaux dessalées issues des secondes crues. Un maximum secondaire en juin, plus ou moins marqué selon les années, correspond aux premières crues. La comparaison des cycles de reproduction et de productivité suggère une adaptation du cycle de reproduction de l'espèce au cycle de production du milieu (voir page 504).

Étude de la migration des postlarves

L'intérêt de cette étude est, d'une part de recouper les informations concernant la ponte et, d'autre part, de mettre en évidence d'éventuelles relations entre le stock parental en mer et le recrutement postlarvaire en lagune.

L'échantillonnage a été effectué à l'aide d'un filet à plancton (diamètre 1 m, maille 500 puis 700 µm) tracté en surface par une petite embarcation. La station est localisée au débouché du canal de Vridi dans la lagune Ébrié. La durée des traits est de 15 min. Une étude préliminaire a porté sur des cycles complets

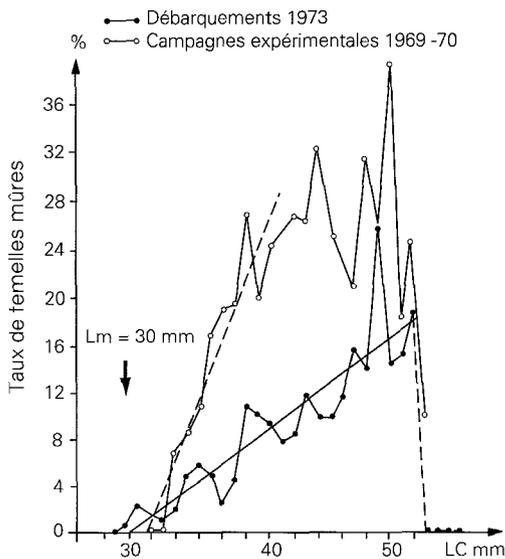


Figure 8
Proportion des femelles mûres (IV, V) en fonction de la taille. D'après GARCIA (1977).

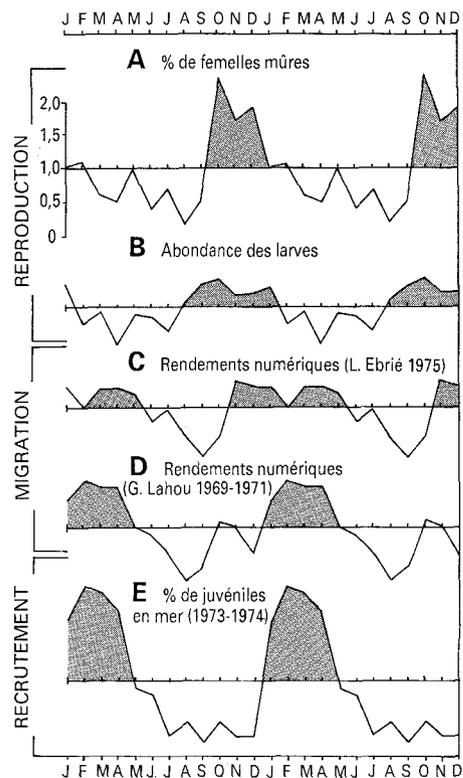


Figure 9

Variations saisonnières des différentes phases du cycle de reproduction (valeurs divisées par leur moyenne). Le cycle annuel est répété 2 fois. D'après GARCIA (1977).

de 24 h aux différentes phases lunaires afin de mettre en évidence les rythmes. En pleine lune et nouvelle lune, les courbes d'abondance obtenues sont nettement bimodales ; le premier maximum apparaît entre 18 h et 20 h 30, le second entre 3 h et 6 h du matin. Ce rythme est probablement lié aux marées. Il confirme la relation généralement admise entre le courant de flot et la migration postlarvaire. Une étude de la corrélation entre les deux maxima a permis ensuite de limiter les sorties à la première partie de la nuit. La valeur du maximum observé en nouvelle lune a été retenue comme indice d'abondance.

Relation entre la maturité sexuelle et l'abondance larvaire

Au niveau mensuel, la superposition de la courbe de variation du pourcentage de femelles mûres en mer et des variations des indices d'abondance des postlarves n'est pas excellente. Plusieurs explications peuvent être trouvées :

- le pourcentage de maturité est calculé sur l'ensemble du plateau continental ivoirien alors que les postlarves pénétrant à Vridi proviennent probablement d'une zone restreinte ;
- le nombre de larves entrant en lagune doit être proportionnel au nombre de larves émises qui, lui-même, dépend du pourcentage d'individus mûrs mais surtout de leur effectif et de leur âge car le nombre d'œufs émis augmente avec l'âge (MARTOSUBROTO, 1974) ;
- le mécanisme des échanges d'eau à travers le canal de Vridi peut influencer beaucoup sur la pénétration des larves en lagune.

Cependant, si l'on raisonne au niveau des courbes moyennes sur plusieurs années (figures 9A et B), la relation est assez bonne. L'abondance des larves est élevée de septembre à janvier puis diminue fortement jusqu'en avril où elle est minimale. Il existe un maximum secondaire en mai-juin. Ce schéma confirme les résultats obtenus par l'étude de la maturité sexuelle.

RECRUTEMENT EN MER

On reprendra ici deux aspects importants pour la dynamique du stock de crevettes d'une étude détaillée sur la migration des juvéniles et de leur exploitation en lagune (GARCIA, 1977).

Migration et recrutement en mer

Les variations saisonnières d'abondance des crevettes en migration peuvent être assimilées à des variations saisonnières du recrutement, définies comme le processus par lequel les juvéniles de la population s'intègrent pour la première fois au stock exploitable et deviennent disponibles. Le recrutement peut également être étudié à travers les variations saisonnières de la proportion d'individus très jeunes dans les captures.

Les différentes phases du cycle de reproduction ont été représentées sur la figure 9. La courbe de recrutement des juvéniles (taille inférieure à 22 mm LC) est centrée sur février-mars, ce qui suggère que le temps de latence entre la migration hors de la lagune et le recrutement proprement dit est très court et en tout cas inférieur à 1 mois.

Les données qui paraissent le mieux traduire le cycle annuel de recrutement sont les rendements numériques mensuels moyens de la pêche artisanale de juvéniles en lagune de Grand-Lahou (moyenne 1969-1971). Ce sont celles qui seront utilisées dans le modèle de simulation. Exprimé en pourcentage, ce cycle est figuré dans le tableau III.

TABLEAU III
Rendements mensuels moyens de la pêche artisanale de juvéniles à Grand-Lahou (1969-1971)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	O	S	O	N	D
%	11,9	13,9	13,6	13,3	7,9	7,3	4,6	2,0	3,3	8,9	8,3	5,0

Reconstitution chronologique du cycle vital

Il n'existe pas pour les crevettes de méthodes directes de lecture de l'âge qui est, en général, estimé par rapport à un événement marquant. Le plus souvent, on utilise un âge relatif en prenant le recrutement comme origine des temps (GARCIA *et al.*, 1970 ; GALOIS, 1975 ; GARCIA, 1975). Il est cependant nécessaire de définir de façon aussi précise que possible la chronologie réelle.

Disposant des cycles moyens annuels de ponte, d'abondance larvaire, de migration et de recrutement (figure 9), il est possible d'estimer la durée du séjour en lagune, l'âge à la migration et l'âge au recrutement. Les cycles d'abondance des femelles mûres en mer et des larves à l'entrée de la lagune Ébrié sont en phase, la reproduction étant centrée sur le mois de novembre. La migration en mer est centrée sur février. Il s'écoule donc 3 mois en moyenne entre l'entrée des larves en lagune et leur migration vers la mer. Les données de l'aquaculture permettent d'estimer à 3 semaines environ l'âge des postlarves entrant en lagune. L'âge à la migration est donc en moyenne de 3,7 mois, la taille correspondante étant de 16,5 mm LC. Les courbes de croissance en lagune et en mer ont été articulées par rapport à ce repère (figure 10). L'origine des courbes de croissance en mer est fixée à 18 mm LC (taille à la première capture), soit un âge de 3,9 mois. La taille à la première ponte, de 30 mm LC, correspond à un âge de 6,7 mois.

Au Sénégal, d'après LHOMME (1981), la situation est plus complexe car, d'une part, il faut distinguer les fonds de pêche de Saint-Louis et Roxo-Bissagos, et, d'autre part, il faut tenir compte du moment de l'année auquel on se place compte tenu de l'existence d'une période de croissance nulle en saison froide introduisant un délai supplémentaire pour le recrutement des juvéniles dans la pêcherie. Cependant, l'âge à la migration, 4 mois, est très voisin de celui qui a été estimé en Côte-d'Ivoire. L'âge moyen à la première ponte a été évalué à 7,7 mois à Saint-Louis et à 4,3 mois à Roxo-Bissagos pour les individus nés au moment du principal pic de ponte annuel.

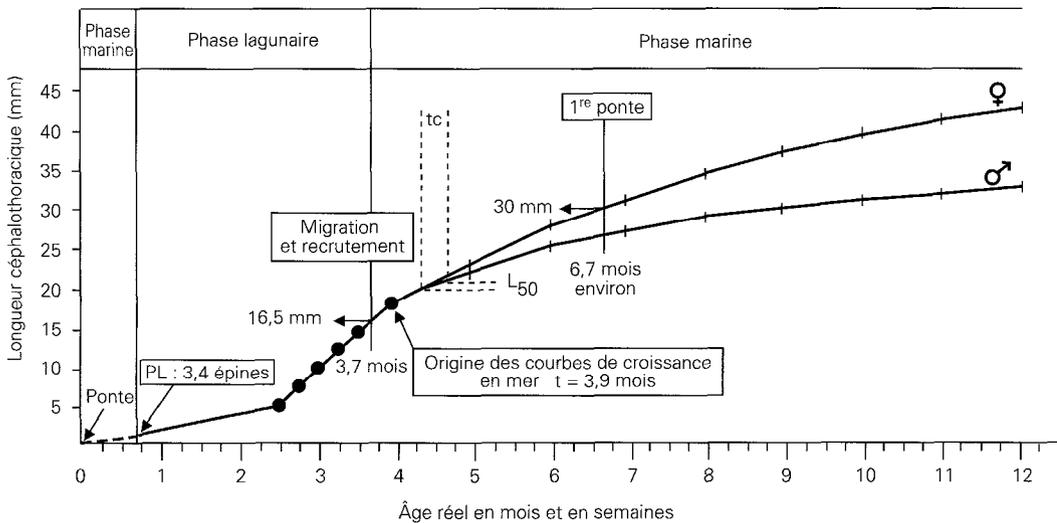


Figure 10

Chronologie du cycle vital de *Penaeus notialis* en Côte-d'Ivoire. D'après GARCIA (1977).

ESTIMATION DES PARAMÈTRES BIOLOGIQUES

Les paramètres biologiques étudiés dans ce paragraphe concernent la croissance, la mortalité et les migrations.

Étude de la croissance par la méthode de Petersen

Les échantillons proviennent de la radiale de chalutage de Grand-Bassam prospectée toutes les trois semaines en 1966-1967 et tous les mois en 1969-1970. La décomposition des courbes polymodales de fréquences de tailles a été réalisée par la méthode de GHÉNO et LE GUEN (1968) reprise par DAGET et LE GUEN (1975).

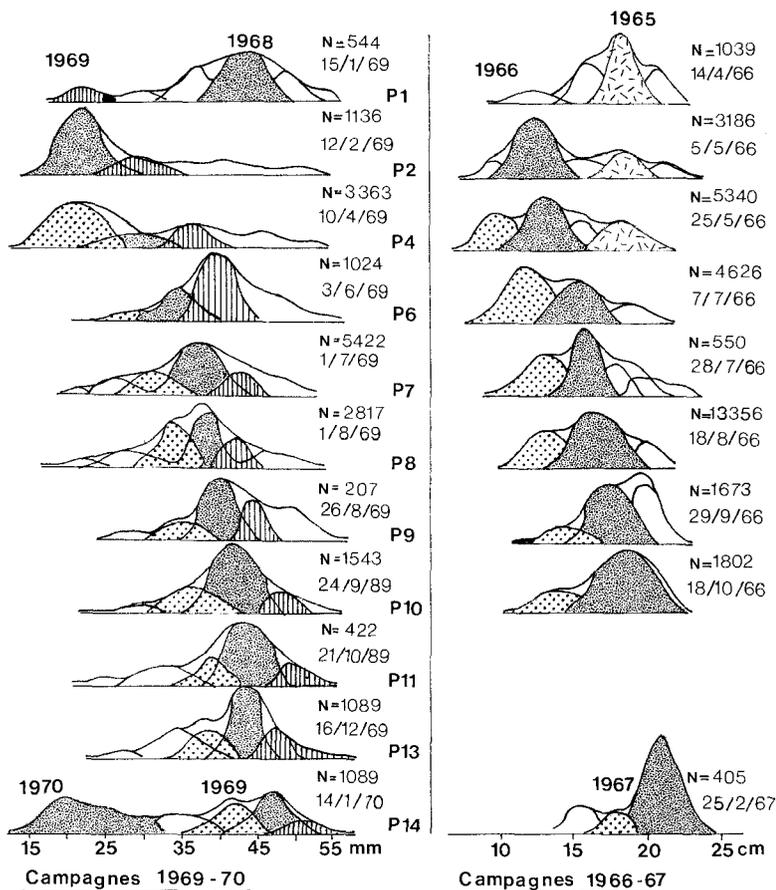


Figure 11
 Décompositions et filiations modales. Les distributions illisibles ou celles dont l'effectif était inférieur à 200 ont été volontairement omises. Les distributions matérialisées par une trame ont été utilisées pour le calcul.
 D'après GARCIA (1977).

Les distributions des femelles étant plus étendues et plus facilement décomposables, c'est sur elles que l'étude a été réalisée (figure 11). Les paramètres K , L_{∞} et t'_0 calculés par la méthode de TOMLINSON et ABRAMSON (1961) sont donnés dans le tableau IV.

(LC = longueur céphalothoracique ; LT = longueur totale)

L'âge 0 correspond arbitrairement à l'apparition du premier mode en mer dans les captures ; c'est donc un âge relatif. Comme il est dit à la page précédente, l'âge réel des crevettes de 18 mm LC est de

TABLEAU IV
 Valeurs des paramètres K , L_{∞} et t'_0

		Femelles		Mâles
1966-1967	K	0,17	± 0,03	0,28
	L_{∞}	21,7 cm	± 1,0	16,1 cm
	t'_0	-3,1 mois	± 0,7	-2,7 mois
1969-1970	K	0,16	± 0,03	0,26
	L_{∞}	51,6 mm	± 3,4	34,4 mm
	t'_0	-2,7 mois	± 0,5	-3,3 mois

3,9 mois. Il faut donc ajuster cette valeur à l'âge relatif pour obtenir l'âge réel. Une clé âge-longueur a ensuite été calculée et les courbes théoriques correspondantes ont été établies.

La croissance des mâles n'a pas pu être étudiée à partir des histogrammes. Une autre méthode a été utilisée : partant de l'hypothèse que les crevettes vivant à une profondeur donnée ont en moyenne le même âge, une relation entre la taille moyenne des femelles et celle des mâles a été établie. Cette relation a été ensuite utilisée pour passer de la clé âge-longueur des femelles à celle des mâles. Enfin, les paramètres K , L_{∞} et t'_0 ont été estimés par les méthodes graphiques préconisées par GULLAND (1969).

Âge maximal

L'âge maximal correspondant aux derniers modes nets observés dans les distributions des femelles (21 cm LT ou 50 mm LC) est de 16-17 mois en âge relatif et 23 mois en âge réel. Cette estimation est supposée également valable pour les mâles.

Estimation des paramètres de croissance par marquage

Les marquages ont été réalisés à l'aide de disques de Petersen numérotés placés entre le premier et le second segment abdominal (GARCIA, 1973). Cinq marquages ont eu lieu entre 1972 et 1973 sur les divers fonds de pêche de Côte-d'Ivoire. Les résultats de chaque marquage ont été analysés séparément en tenant compte de la localisation des jours de liberté des individus recapturés par rapport à la saison hydrologique. La croissance a ensuite été étudiée en représentant pour chaque sexe l'accroissement mensuel en fonction de la taille.

On a pu distinguer deux types de résultats :

- les marquages de saison chaude où la croissance est dite « normale » ;
- les marquages de saison froide ou de période de grande crue des fleuves où la croissance est perturbée et fortement ralentie.

Les paramètres de croissance calculés sur les marquages de saison chaude sont donnés dans le tableau V où l'on a également reporté les résultats obtenus par la méthode de Petersen.

La comparaison des résultats obtenus par 2 méthodes différentes permet de conclure que :

- les résultats obtenus par marquage et par la méthode de Petersen sont cohérents entre eux ;
- le fait que la croissance dite « normale » obtenue par marquage soit proche de la croissance moyenne obtenue par la méthode de Petersen implique que les périodes où la croissance est perturbée sont courtes et que la récupération est rapide dès que les conditions redeviennent normales ;
- les perturbations de la croissance confirment les résultats de GARCIA (1974) sur l'écologie de l'espèce le long des côtes occidentales africaines qui montrent que la saison froide et la saison des crues sont bien des périodes de choc physiologique.

Une comparaison des croissances observées par divers auteurs a été faite par LHOMME (1981) ; les résultats figurent aux tableaux VI et VII.

La comparaison des paramètres calculés en Côte-d'Ivoire, dans le golfe du Mexique et en Floride sur des espèces voisines (LINDNER et ANDERSON, 1956 ; BERRY, 1967) montrent qu'il n'y a pas de différence

TABLEAU V
Paramètres de croissance K et L_{∞} (marquages et méthode de Petersen)

		Marquage croissance « normale »	GARCIA (1975) méthode de Petersen
mâles	K	0,30	0,26 ± 0,05
	L_{∞}	32,3 mm	34,4 mm ± 2,0
Femelles	K	0,18	0,16 ± 0,03
	L_{∞}	51,7 mm	51,6 mm ± 3,4

TABLEAU VI

Croissances observées par divers auteurs chez *Penaeus duorarum* (*) et *Penaeus notialis* (**) (adultes)

AUTEURS	Région	Méthode	Mâles		Femelles		Croissance	Unité	Température (°C)
			K (mois)	∞	K (mois)	∞			
GARCIA** 1975	Côte-d'Ivoire	1	0,26 $\pm 0,05$	34,4 $\pm 2,0$	0,16 $\pm 0,03$	51,6 $\pm 3,4$	3,2	mm LC	18-26
BERRY* 1967	Tortugas	2	0,18 et 0,19	16,8 et 17,7	0,16 et 0,22	18,5 et 20,2	0,7 1,3	cm LT cm LT	21,9-23,8 23,6-27,4
IVERSEN et JONES* 1961	Floride	2 (3)	0,07	46,4	0,09	46,05	1,4	mm LC	été
KUTKHUN* 1966	Tortugas Sanibel	2	0,31 0,34		$W_{\infty} = 42,0$ g $W_{\infty} = 35,6$ g				
ROJAS-BELTRAN* 1975	Colombie	1	0,20	15,4	0,13	18,6	0,6	cm LT	24-30
LHOMME** 1981	Sénégal	1-2	0 0,22 0,32 0,50	\ 29,0 28,6 31,3	0 0,17 0,27 0,38	\ 39,0 42,8 43,2	0 1,4 3,0 4,2	mm LC mm LC mm LC mm LC	14,3 15,6 18,3 22,1

Méthode : 1 = progression modale ; 2 = marquage ; () = données transformées par GARCIA (1977).

Croissance : croissance mensuelle d'une femelle de 30 mm LC (13,5 cm LT).

Unité : valable pour ∞ et croissance.

réelle dans la croissance. Le cas du Sénégal est particulier en raison de la forte amplitude des variations saisonnières de K. Cependant, la croissance observée par GARCIA correspond bien à celle qui est rencontrée au Sénégal entre août et novembre (saison chaude). Sur une période plus longue, la croissance est plus faible au Sénégal qu'en Côte-d'Ivoire, les tailles moyennes et les poids moyens sont plus faibles.

Les résultats de LE RESTE et MARCILLE (1976) sur *Penaeus indicus*, ceux de ROJAS-BELTRAN (1975) sur *Penaeus duorarum* et *Penaeus schmitti*, ceux de CHAVEZ (1973) sur *Penaeus aztecus*, ceux de CHAVEZ et LA CRUZ (1971) sur *Penaeus californiensis* sont également voisins. En revanche, la croissance calculée par LUCAS (1974) pour *Penaeus plebejus* est la plus rapide de toutes. En définitive, il apparaît que les gros pénéides côtiers de taille maximale voisine ont des cinétiques de croissance assez similaires.

Migrations

Peu de migrations importantes ont été observées (figure 1). Aucune crevette marquée à Grand-Bassam n'a été recapturée ailleurs. Sur 327 crevettes marquées à Grand-Lahou, 95 ont été recapturées sur place, 5 à Sassandra (120 km à l'ouest) et 3 près de Monogaga (160 km). La vitesse moyenne de déplacement est de 4 km/jour. Ces vitesses relativement élevées et la composante ouest marquée permettent de supposer que les crevettes utilisent pour leurs déplacements le courant subsuperficiel ivoirien. À titre de comparaison, des vitesses moyennes de 2,8 km/jour (Roxo) et 5,4 km/jour (Saint-Louis) ont été calculées au Sénégal (LHOMME, 1981).

Le fond de pêche de Grand-Bassam apparaît donc comme une unité isolée des autres sans échanges avec eux. Cet isolement s'explique à l'ouest par l'existence du Trou-sans-Fond et à l'est par plusieurs centaines de milles de fonds peu propices. C'est donc ce fond de pêche qui se prête le mieux à une évaluation de la mortalité et qui sera retenu pour cette étude.

TABLEAU VII
Croissances observées par divers auteurs chez quelques pénéidés adultes des genres *Penaeus* et *Metapenaeus*,
autres que *Penaeus duorarum* et *Penaeus notialis*

Auteurs	Espèce	Région	Méthode	Mâles		Femelles		Croissance	Unité	Température (°C)
				K (mois)	L ∞	K (mois)	L ∞			
LINDNER et ANDERSON, 1956	<i>P. setiferus</i>	Golfe du Mexique	2	0,27	17,8	0,20	19,0	1,0	cm LT	13-26
CHAVEZ et DE LACRUZ, 1971	<i>P. californiensis</i>	Californie	1	0,17	22,2	0,13	26,1	1,5	cm LT	
CHAVEZ 1973	<i>P. aztecus</i>	G. du Mexique	1	0,26	17,8	0,16	23,6	1,5	cm LT	13-26
LE RESTE et MARCILLE, 1976 a	<i>P. indicus</i>	Madagascar	2	0,37	29,9	0,34	42,4	3,6	mm LC	27-33
KLIMA, 1974	<i>P. setiferus</i>	G. du Mexique	2	K = 0,39 L ∞ = 21,4 sexes confondus				2,6	cm LT	24-30
LUCAS, 1974	<i>P. plebejus</i>	Australie	2	0,43	40	0,43	49	6,6	mm LC	
LE RESTE et MARCILLE, 1976 b	<i>M. monoceros</i>	Madagascar	2	0,26	28,2	0,25	36,1	1,3	mm LC	27-33
ROJAS-BELTRAN, 1975	<i>P. schmitti</i>	Colombie	1	0,20	188	0,13	22,2	1,1	cm LT	25-30

Méthode : 1 = progression modale ; 2 = marquage.

Croissance : croissance mensuelle d'une femelle de 30 mm LC (13,5 cm LT).

Unité : valable pour L ∞ et croissance.

Estimation des mortalités

Les mêmes données de marquage sont utilisées, complétées par des données sur l'effort de pêche obtenues à partir des cahiers de bord des crevettiers. Les prises de crevettes marquées obtenues par un bateau sur de courtes périodes permettent d'estimer les recaptures par jour de pêche, c'est-à-dire par unité d'effort (R/UE). R/UE est considéré comme constant pour toute la marée, et proportionnel à l'abondance des individus marqués. Il a ensuite été calculé une R/UE moyenne pour chaque intervalle d'observation en faisant la moyenne des R/UE obtenues par les différents bateaux durant cet intervalle. Les marquages de jour ou de nuit ont été distingués. Les logarithmes népériens des R/UE moyennes ont servi à tracer les courbes de recapture à l'aide de simples droites de régression. Cette technique suppose que Z, la mortalité totale, est constante pendant tout l'intervalle de mesure.

L'analyse des résultats montre d'abord une influence de l'heure de largage sur le taux de recapture. Les taux de recapture sont en moyenne plus élevés lorsque les crevettes sont marquées après le coucher du soleil ; la différence jour-nuit est forte en période de forte transparence des eaux. Cela est probablement dû à l'action des prédateurs. D'autre part on peut observer une influence de la taille au marquage sur le taux de recapture. En général, le taux de recapture augmente avec la taille, passe par un maximum puis diminue à nouveau. Cela suggère que la mortalité naturelle n'est pas constante mais augmente avec l'âge alors que la mortalité par pêche diminue avec l'âge (figure 15).

Évaluation des mortalités globales

Les calculs effectués sur les données de recaptures donnent :

$q = 0,00450$	coefficient de mortalité due à la pêche par unité d'effort
$F/\text{mois} = 0,15$	mortalité due à la pêche
$X/\text{mois} = 0,25$	mortalité résiduelle
$Z/\text{mois} = 0,40$	mortalité totale

Une revue des résultats obtenus par divers auteurs (L'HOMME, 1981) indique (tableau VIII) que les valeurs trouvées par GARCIA pour *Penaeus notialis* sont proches de celles données par BERRY (1967) pour *Penaeus duorarum* et plus faibles que celles de travaux précédents dans le golfe du Mexique sur diverses espèces voisines. Au Sénégal, les valeurs de F estimées par L'HOMME (1981) sont très proches. Les valeurs fortes trouvées pour X par cet auteur paraissent surestimées peut-être en raison d'une mortalité additionnelle due à la marque.

À partir de la valeur de q obtenue à Grand-Bassam, coefficient instantané de mortalité par unité d'effort de pêche, et appliquée à une superficie de 60 milles carrés, on peut généraliser aux autres fonds de pêche en effectuant une pondération par les superficies (tableau IX).

Essai d'évaluation des mortalités par âge

Les marquages ont été analysés dans l'hypothèse d'une mortalité totale constante comme l'ont fait la plupart des auteurs (KUTKUHN, 1966 ; BERRY, 1967 ; PENN, 1975 ; LE RESTE et MARCILLE, 1976). Cette hypothèse est également admise en ce qui concerne la mortalité par pêche F.

Dans le cas de la Côte-d'Ivoire, on a pu obtenir des estimations de la mortalité par pêche en fonction de l'âge à partir de l'estimation globale de F pour la population et des courbes d'évaluation du taux de recapture en fonction de l'âge. Une analyse approfondie de la répartition de l'effort de pêche sur la structure démographique a permis d'estimer la proportion de l'effort appliquée à chaque strate d'âge et de calculer l'évolution du coefficient de capturabilité avec l'âge (figures 12 à 15).

REPRODUCTION ET CONDITIONS DU MILIEU

Les deux indices utilisés pour décrire la ponte n'ont pas la même signification. L'abondance des post-larves à leur entrée en lagune dépend du nombre d'œufs émis au moment de la ponte et de leur survie pendant la phase larvaire, où se produit la mortalité la plus importante. Le cycle d'émission de ces larves est confondu avec le cycle de production du milieu et celui de la fécondité théorique. Il y a donc adapta-

TABLEAU VIII
Évaluations des mortalités selon divers auteurs

Auteurs	Espèce	Zone	Méthode	X	F	Z
LINDNER, 1953	<i>P. setiferus</i>	golfe du Mexique	1	0,20 à 0,46	/	/
KLIMA, 1964	<i>P. aztecus</i>	Texas	1	0,60	0,21	0,81
	<i>P. setiferus</i>	Louisiane	1	/	/	1,28
KLIMA et BÉNIGNO, 1965	<i>P. setiferus</i>	golfe du Mexique	1	0,34	0,26 à 0,82	0,60 à 1,16
KUTKUHN, 1966	<i>P. duorarum</i>	Tortugas	1	2,70	1,80	3,5
BERRY, 1967	<i>P. duorarum</i>	Tortugas	1	0,17	0,98	1,15
NEAL, 1967	<i>P. aztecus</i>	golfe du Mexique	4	/	0,09 à 1,38	/
COSTELLO et ALLEN, 1968	<i>P. duorarum</i>	Tortugas	1	0,44	0,29	0,73
	<i>P. duorarum</i>	Sanibel	1	0,32	0,15	0,47
BERRY, 1970	<i>P. duorarum</i>	Tortugas	2 et 3	0,04 à 0,12	0,36	0,40 à 0,48
LUCAS, 1974	<i>P. plebejus</i> juvéniles	Australie	1	M = 0,95 E = 0,73	0,17	1,85
	<i>P. plebejus</i> adultes	Australie	1	0,22	0,09	0,31
KLIMA, 1974	<i>P. setiferus</i>	Texas	1	0,70 à 0,97	0,18 à 0,52	0,88 à 1,49
LLUCH, 1974	<i>P. californiensis</i>	côte	2	0,11	0,26	0,37
	<i>P. vannamei</i>	pacifique	2	0,08	0,28	0,36
	<i>P. stylirostris</i>	du Mexique	2	0,21	0,11	0,32
PENIN, 1976	<i>P. latisulcatus</i>	Australie	1	0,10	0,05	0,15
GARCIA, 1977	<i>P. notialis</i>	Côte-d'Ivoire	1	0,25	0,15	0,40
	<i>P. notialis</i>		2	0,21	/	/
LE RESTE, 1978	<i>P. indicus</i>	Madagascar	1	0,21	0,27	0,48
MARCILLE, 1978	<i>P. indicus</i>	Madagascar	1 et 2	0,2	0,6	0,5-0,9
	<i>P. semisulcatus</i>	Madagascar	1 et 2	0,1-0,3		
	<i>M. monoceros</i>	Madagascar	1 et 2	0,1-0,2		
L'HOMME, 1981	<i>P. notialis</i>	Sénégal :				
		Saint-Louis	1	0,97	0,22	1,19
	<i>P. notialis</i>	Roxo-Bissagos	1	0,95	0,16	1,11

Les valeurs de F, X, et Z ont été rapportées à 1 mois pour être comparables.
Méthode employée : 1 = marquage ; 2 = histogrammes ; 3 = statistiques de pêche ; 4 = analyse des populations virtuelles.

TABLEAU IX
Valeurs du coefficient instantané de mortalité selon les zones

Zone	Surface milles carrés	q
Grand-Bassam	60	0,004 50
Grand-Lahou	80	0,003 37
Sassandra	200	0,001 35
Tabou	50	0,005 40
Toutes zones	390	0,000 69

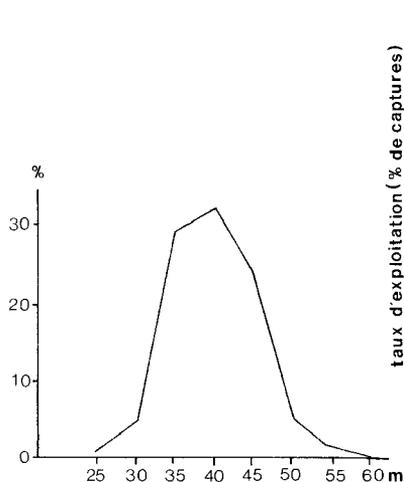


Figure 12
Répartition bathymétrique de l'effort en
1969-1970. D'après GARCIA (1977).

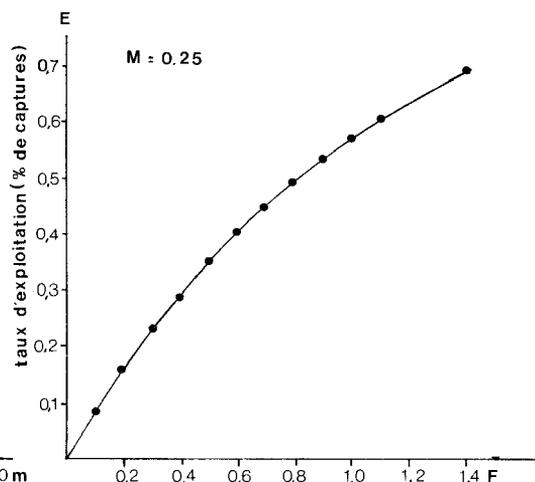


Figure 13
Relation entre F et E pour $M = 0,25$.
D'après GARCIA (1977).

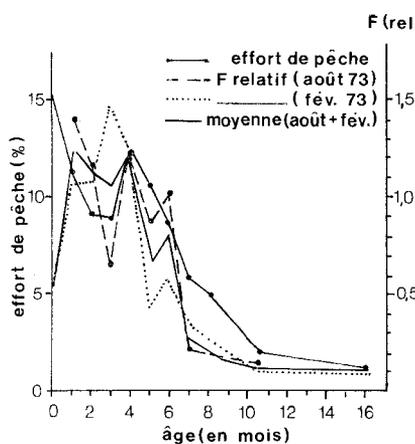


Figure 14
Mortalités par pêche relatives et effort de pêche
en fonction de l'âge. D'après GARCIA (1977).

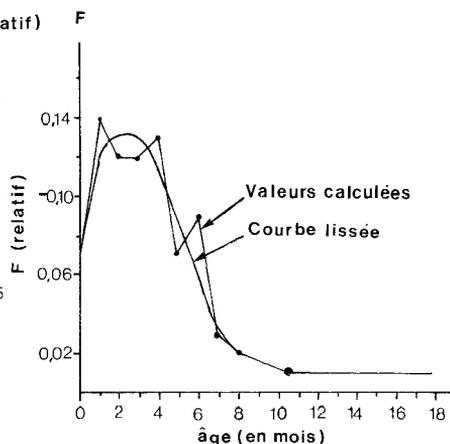


Figure 15
Évolution de la mortalité par pêche en fonction
de l'âge (1973). D'après GARCIA (1977).

tion étroite du cycle de reproduction de la population au cycle de production du milieu. GARCIA (1977) ne voit pas là une relation de cause à effet mais une coïncidence du potentiel de reproduction de la population et du potentiel de production du milieu, atteinte au cours des processus d'évolution.

CUSHING (1975) souligne que la chronologie des upwellings est irrégulière et que le processus de ponte continue est celui qui permet d'en tirer le meilleur parti. La synchronisation serait donc à tout moment obtenue par ce biais. On a observé des pics de maturation correspondant, pendant la période chaude, à des upwellings secondaires et des crues. On ne peut pas rejeter l'hypothèse que la synchronisation puisse être obtenue par un mécanisme plus actif de perception directe de la richesse du milieu par les individus, comme cela a été observé pour des crustacés du genre *Balanus* (cité par PÉRÈS, 1961).

La courbe d'évolution du pourcentage de femelles mûres semble directement affectée par les conditions de milieu. Le pic d'octobre, au début de la saison chaude (équivalent des pontes de printemps dans

les mers tempérées) semble bien déclenché par le réchauffement brusque à cette période et on admettra les relations de cause à effet déjà suggérées par LINDNER et ANDERSON (1956). Le deuxième maximum, en mai, est moins important et plus irrégulier. Il correspond à la ponte d'automne des mers tempérées. Si l'on examine l'évolution théorique de l'âge moyen ou du nombre de femelles adultes dans la population (obtenu par simulation), il apparaît que le réchauffement caractéristique de cette période affecte un stock beaucoup plus jeune qu'en octobre, avec des adultes moins nombreux. D'autre part, le gradient temporel de température en avril-mai est beaucoup plus faible qu'en septembre-octobre. Cela explique qu'il soit beaucoup moins marqué et passe parfois inaperçu.

En conclusion, l'abondance des larves dans le milieu, paramètre le plus directement lié à la reproduction, dépend, à tout moment, de l'interaction entre deux facteurs : le potentiel de reproduction de la population et l'état de maturation des individus. Les variations du premier facteur, modelées par l'évolution, sont relativement indépendantes des conditions de milieu. Elles résultent de la combinaison des lois de croissance, de mortalité, de fécondité inhérentes à l'espèce. L'évolution du second facteur est directement liée aux conditions de milieu et, en particulier, à la température et aux crues. Nous admettons avec LINDNER et ANDERSON (1956) que le principal pic de maturation en octobre est causé par la brusque élévation de la température (qui ne peut être dissociée de la dessalure) mais, contrairement à l'opinion de ces deux auteurs, l'évolution de la reproduction pendant la saison chaude semble dépendre surtout du potentiel intrinsèque de reproduction de la population.

Les cycles annuels de température et de productivité sont liés et il est possible que le réchauffement annuel d'octobre soit le stimulus d'entraînement qui permet à la population de rester en phase avec le rythme du milieu. Ainsi que le souligne CUSHING (1975), si le cycle de reproduction est adapté au cycle de production, de la plus ou moins bonne concordance entre les deux cycles d'une année à l'autre dépendent la mortalité larvaire et le volume de la classe d'âge recrutée.

Ressources et exploitation

ÉTUDE DESCRIPTIVE DE LA PÊCHE EN MER

Évolution de l'effort de pêche (figure 16)

Jusqu'en 1968, les pénéidés ne sont pêchés qu'occasionnellement par des chalutiers classiques utilisant des chaluts ordinaires, à poisson, tandis que 5 chalutiers classiques de 150 à 140 ch la pratiquent spécialement pendant la bonne saison (de juin à décembre), en utilisant des chaluts à poisson modifiés,

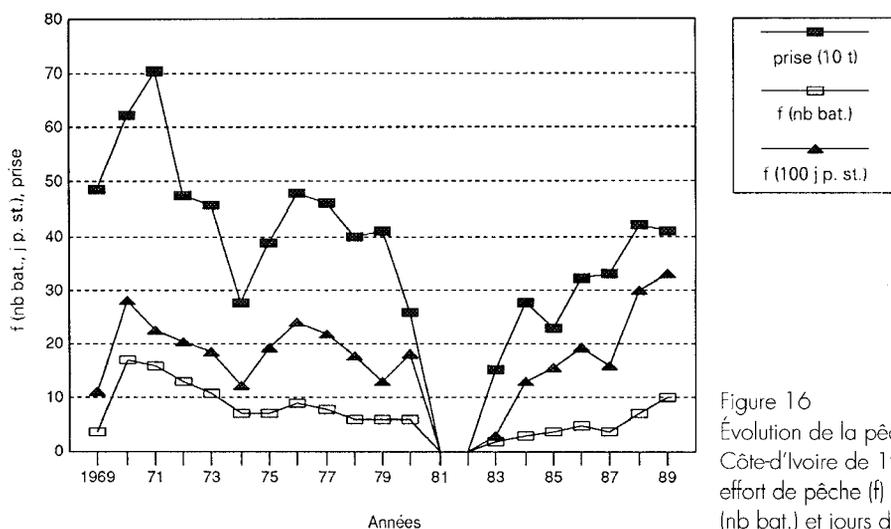


Figure 16
Évolution de la pêche crevettière en Côte-d'Ivoire de 1969 à 1989 : prises, effort de pêche (f) en nombre de bateaux (nb bat.) et jours de pêche standard (j. p. st.).

probablement peu adaptés à cette pêche (TROADEC, 1968). L'absence de moyens de congélation efficace limitant leur rayon d'action, seul le fond de pêche de Grand-Bassam est alors exploité.

Une première série de campagnes de chalutage entreprises en 1966-1967 au chalut à poisson permet à TROADEC (1968) de souligner l'importance des rendements obtenus sur le fond de pêche de Grand-Bassam, et la possibilité pour le stock de soutenir une pêche professionnelle. Deux campagnes de prospection menées par le chalutier de recherche *Reine Pokou* du Centre de recherches océanographiques d'Abidjan, aboutissent à délimiter les fonds de pêche et à reconnaître l'existence d'une zone très riche entre Sassandra et Tabou (TROADEC *et al.*, 1969).

Dès janvier 1969, trois unités commencent à pêcher régulièrement. Cette flottille est constituée, au début, de chalutiers de 150 à 250 ch classiques équipés par la suite du gréement double largement utilisé dans le golfe du Mexique, et permettant de mettre en œuvre simultanément deux chaluts. On trouvera les premiers résultats de cette exploitation systématique dans la publication de GARCIA et FONTENEAU (1971).

À partir de la fin de 1969 et surtout pendant l'année 1970, la flottille se développe très rapidement, passant de 3 à 23 bateaux de juin 1969 à juin 1970. Dès la fin de 1969, cette flottille rayonne autour d'Abidjan, pour aller exploiter les fonds de pêche voisins, de la Sierra Leone au Ghana tout d'abord, puis, dès la fin de 1970, jusqu'au Nigeria. Après 1970, le nombre de bateaux basés à Abidjan diminue pour des raisons diverses (naufrages, départs définitifs vers le Sénégal ou le Bénin, désarmement, etc.). À la fin de 1975, 6 unités de 380 ch, les plus modernes, restent en activité. Les efforts de pêche standardisés (par comparaison aux rendements par jour de pêche d'un chalutier de 250 ch équipé de 2 filets de 18 m) sont regroupés dans le tableau X.

La conjonction d'une baisse des rendements et de raisons économiques telles que la hausse du coût du carburant consécutive à la crise pétrolière mondiale provoquent le départ des 6 crevettiers de l'armement Sicrus en décembre 1980. En 1981 et 1982, l'effort de la pêche crevettière en mer est nul.

La fin de l'année 1983 voit une reprise de la pêche crevettière industrielle avec la venue, de Dakar, de trois crevettiers d'occasion de l'armement Sidafri. Une quatrième unité arrive en 1984. L'armement teste en 1986 la rentabilité d'un cinquième crevettier, mais devant les résultats médiocres y renonce après trois marées.

À partir de la fin de l'année 1988, une politique plus libérale en matière d'attribution des licences de pêche favorise une augmentation importante et rapide de la flottille crevettière dont l'effectif atteint, en 1989, 10 bateaux, de type congélateur et d'une puissance comprise entre 400 et 600 ch.

Variations saisonnières des rendements

Les données enregistrées sur les cahiers de bord des patrons autorisent le calcul des variations de la CPUE (*catch per unit effort*) de la flottille crevettière de 1969 à 1975. Le calcul est d'abord entrepris séparément pour les principales zones de pêche. Devant l'homogénéité des résultats obtenus, les données sont ensuite regroupées à l'échelle de tout le plateau ivoirien. La courbe moyenne annuelle est donnée sur la figure 17. En résumé, la courbe annuelle passe par un minimum aigu en mars et par un palier d'abondance élevée qui commence en mai, et se poursuit souvent jusqu'en octobre.

ÉVALUATION DU STOCK ET CONDITIONS OPTIMALES D'EXPLOITATION

Approche structurale, modèle de simulation

L'approche structurale consiste à recréer artificiellement la dynamique du stock dans un modèle mathématique incluant les paramètres biologiques de l'espèce exploitée (croissance, mortalité naturelle, recrutement) et les caractéristiques de la pêcherie (variations saisonnières de l'effort de pêche, composition de la flottille, mortalité par pêche, etc.).

Le modèle mis au point par GARCIA (1977) puis GARCIA et NDIAYE (1977) est basé sur le modèle de rendement par recrues de Ricker, modifié pour prendre en compte les variations saisonnières du recrute-

TABLEAU X

Évolution de la pêcherie crevettière en Côte-d'Ivoire de 1955 à 1989 : prises, effort de pêche, CPUE et puissance relative

Année	Prise (tonnes)	Effort (jours de pêche standard)	Effort (Nombre bateaux)	CPUE (kg/j pêche) standard	Effort (jours de pêche)	Puissance relative
1955	15					
1956	20					
1957	23					
1958	35					
1959	91					
1960	54					
1961	19					
1962	17					
1963	?					
1964	164					
1965	147					
1966	155					
1967	171					
1968	?					
1969	487	1 120	4	435	1 284	0,87
1970	624	2 796	17	223	3 132	0,89
1971	705	2 263	16	312	2 604	0,87
1972	477	2 053	13	232	2 400	0,86
1973	457	1 846	11	248	2 364	0,78
1974	278	1 244	7	223	1 452	0,86
1975	387	1 946	7	199	1 788	1,09
1976	480	2 410	9	199	1 928	1,25
1977	460	2 203	8	209	1 762	1,25
1978	400	1 790	6	223	1 430	1,25
1979	410	1 320	6	311	1 056	1,25
1980	260	1 806	6	144	1 445	1,25
1981	0	0	0	-	0	-
1982	0	0	0	-	0	-
1983	154	306	2	505	211	1,45
1984	279	1 299	3	215	838	1,55
1985	229	1 550	4	148	1 004	1,54
1986	321	1 940	5	165	1 237	1,57
1987	329	1 600	4	206	1 030	1,55
1988	(421)	(3 000)	(7)	(140)	?	?
1989	(410)	(3 300)	(10)	(124)	?	?

Les chiffres mis entre parenthèses ne sont pas établis avec certitude ; les points d'interrogation indiquent l'absence d'information.

ment, de capturabilité et de croissance. Un certain nombre de paramètres estimés lors des études sur la biologie sont introduits dans le modèle :

- paramètres de croissance K , L_{∞} , W_{∞} (2 valeurs différentes pour saison chaude et saison froide) ;
- mortalité ;
- coefficient de capturabilité (valeur mensuelle) ;

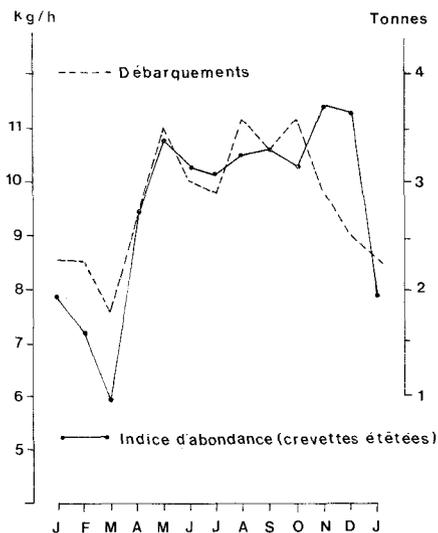


Figure 17
Variations saisonnières moyennes de l'indice d'abondance (toutes zones) en Côte-d'Ivoire, de 1971 à 1974 (kg/h) et débarquements moyens mensuels 1955-1962 (tonnes). D'après GARCIA (1977).

- recrutement (valeur mensuelle) ;
- fécondité potentielle d'après la relation de Martosubroto (1974) pour la même espèce dans le golfe du Mexique ;
- valeur des captures.

Le modèle tient compte du fait que les captures de juvéniles en lagune représentent une perte nette pour le stock d'adultes en mer dont la fécondité théorique se trouve diminuée. Le taux d'exploitation lagunaire est calculé pour l'année test 1973. Le recrutement nécessaire pour produire une prise totale annuelle simulée en 1973 égale à la prise observée, en admettant que les paramètres utilisés soient corrects, est de 110×10^6 individus. Ce chiffre représente donc une estimation du recrutement en mer. Les prises lagunaires en 1973 s'élèvent à 136×10^6 individus (GARCIA, 1977). La migration, qui correspond à la phase d'exploitation, étant très rapide, on peut négliger la mortalité naturelle et considérer que le recrutement général est de 246×10^6 recrues. Le taux d'exploitation lagunaire est donc, pour 1973, de 55 %, ce qui signifie que 55 % des crevettes qui devraient assurer le recrutement en mer sont capturées avant leur sortie des lagunes.

L'évolution des prises annuelles en mer est calculée, dans un premier temps, dans l'hypothèse d'un recrutement constant et égal au niveau 1973 pour les deux cas suivants : absence totale de la pêche en lagune et exploitation au taux de 55 %. La comparaison des courbes simulées et des données observées montre le passage de la première courbe à la seconde pendant le développement de la pêche et suggère donc une action directe de la pêche lagunaire sur la pêche en mer.

Le modèle est ensuite utilisé pour simuler les conditions réelles d'exploitation de 1969 à 1975, c'est-à-dire celles d'une pêche non équilibrée. Les évolutions observées et simulées de la prise totale sont comparables et suggèrent également que le développement de la pêche artisanale de 1969 à 1975 réduit le recrutement de la pêche maritime. Cette observation est exploitée pour estimer le recrutement théorique annuel avant la pêche artisanale de 1969 à 1975, et calculer les prises annuelles théoriques qui seraient obtenues en mer en l'absence de toute exploitation lagunaire, et en présence d'une pêche lagunaire proche du niveau de 1973 (55 %).

Les différentes évolutions des prises en fonction de l'effort de pêche sont représentées sur la figure 18. La courbe A représente l'évolution théorique des prises si l'on suppose que la pêche en lagune est supprimée et que le recrutement est constant et égal à la valeur de 1973. Elle représente le potentiel maximal envisageable en mer. La courbe A' représente cette même évolution des prises en mer dans le cas où l'exploitation lagunaire prélève 55 % du recrutement (situation correspondant à l'année 1973). Les couples prise-effort réellement observés ont été portés sur la même figure à titre indicatif.

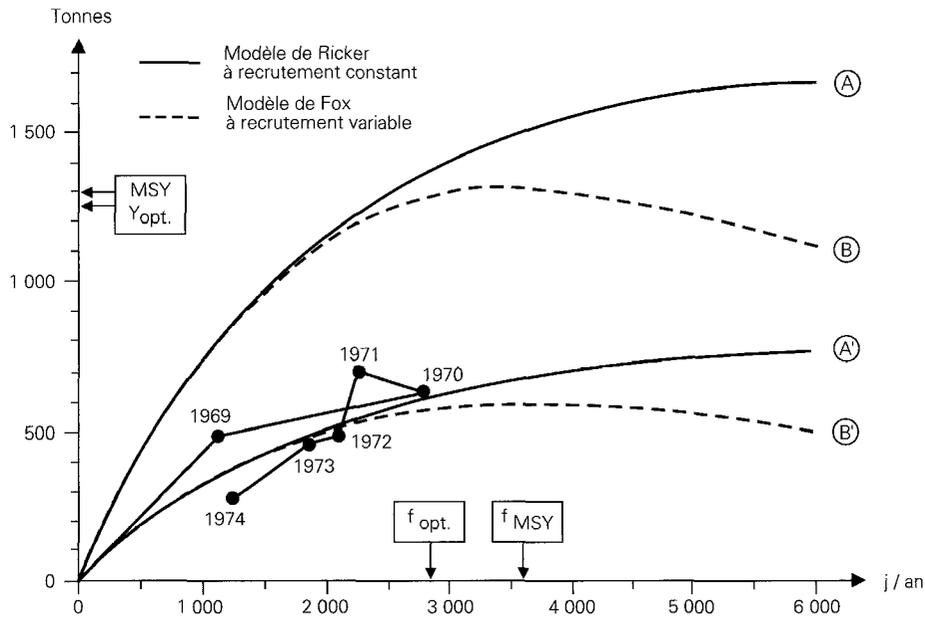


Figure 18

Évolution théorique des prises en fonction de l'effort de pêche ; en l'absence de pêche lagunaire (A et B) et avec une pêche lagunaire prélevant 55 % du recrutement (A' et B'). D'après GARCIA (1978).

Un calcul plus poussé fondé sur l'écart annuel entre les prises observées et les prises simulées, permet d'estimer le recrutement pour chaque année. L'application du modèle exponentiel de Fox à ces données conduit à une nouvelle estimation des prises : courbes B et B'.

On dispose donc de deux modèles, l'un supposant le recrutement constant et totalement indépendant du niveau du stock, et l'autre supposant au contraire une liaison stock-recrutes étroite. Dans la gamme des efforts observés, les réponses sont pratiquement identiques. Tant que la relation stock-recrues n'est pas élucidée, la prudence conseille de maintenir le niveau d'effort de la pêcherie en mer au-dessous du niveau correspondant à la PME (Prise Maximale Équilibrée).

Différentes solutions sont testées à l'aide du modèle de simulation. Les principaux résultats sont représentés sur la figure 19 qui montre l'évolution de la prise totale (mer + lagune) en poids et en valeur en

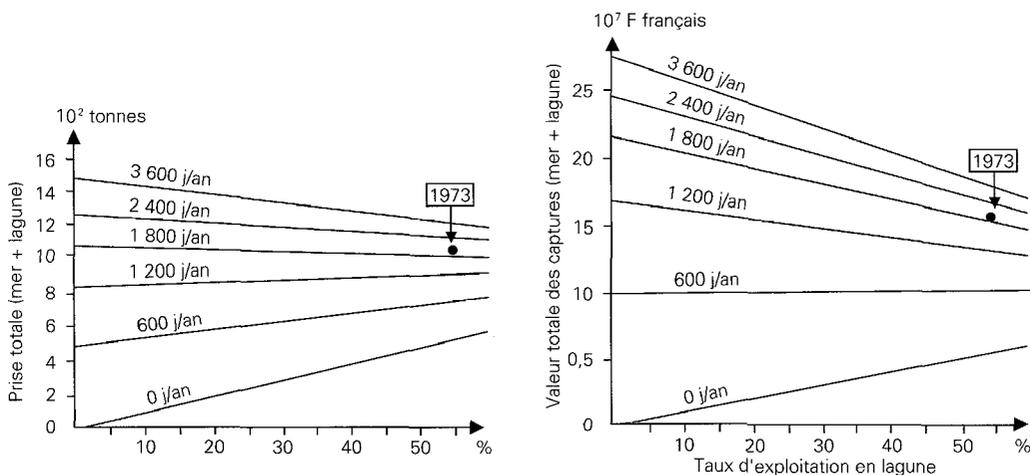


Figure 19

Évolution des prises annuelles théoriques en poids et en valeur pour différents schémas d'exploitation combinée en mer et en lagune. D'après GARCIA (1978).

fonction du taux d'exploitation en lagune et de l'effort de pêche en mer. GARCIA (1978) conclut : « Si l'on considère que le niveau actuel d'exploitation en lagune est toujours celui de 1973 (55 %), le potentiel du stock marin est de 580 tonnes au maximum et 570 tonnes à l'optimum. Cet optimum serait pêché par 7 à 8 unités modernes de 350 ch pêchant 300 jours par an, avec un rendement de 250 kg/j. La situation actuelle en mer est donc proche de cet optimum. Toute réduction ou augmentation de l'effort en mer se traduirait par des résultats négligeables en terme de prise totale (mer + lagune) en poids (3 à 8 %), mais apporterait une amélioration nette en terme de valeur (12 à 43 %). Il est évident que la distribution de cette valeur dans les différentes catégories sociales du pays sera très différente selon les options choisies et seule une bonne définition des objectifs socio-économiques du gouvernement ivoirien permettrait de choisir. L'utilisation de saisons de fermeture en mer et en lagune apporterait dans la situation actuelle une amélioration sensible. Une fermeture en mer permettrait une amélioration des prises en mer de 8 à 15 % en poids, de 14 à 16 % en valeur, suivant le schéma choisi. La prise globale (mer+lagune) resterait sensiblement la même ou ne régresserait que de quelques pour-cents. Ce résultat est très favorable car la fermeture pendant trois mois en mer permettrait d'économiser 25 % de l'effort actuel et d'augmenter la rentabilité de l'exploitation. »

Situation actuelle

Les conditions de l'exploitation crevettière en Côte-d'Ivoire ont notablement évolué depuis 1980 : la pêche en mer connaît un arrêt total de fin 1981 à mi-1983, conséquence d'une baisse des rendements aggravée d'une hausse des coûts d'exploitation. Cette cessation d'activité provoque des difficultés de commercialisation pour les pêcheurs artisanaux de crevette en lagune : ils sont également amenés à réduire leur activité de façon importante. La pêche industrielle en mer reprend en 1983 avec des rendements très élevés qui diminuent rapidement.

En raison d'importantes lacunes dans les données postérieures à 1975, année où est établi le modèle de simulation de GARCIA, il n'est pas possible d'actualiser ce modèle : ses conclusions ne sont donc plus utilisables sans réserves. Compte tenu des données disponibles, la seule possibilité d'évaluation des conditions optimales d'exploitation du stock réside dans l'utilisation d'un modèle global de production équilibrée de type Fox. Ce modèle, uniquement basé sur les prises et CPUE des crevettes en mer, suppose une relative stabilité de l'exploitation en lagune. Les seuls chiffres disponibles pour cette exploitation sont les captures totales jusqu'en 1980, les statistiques récentes restant encore à compléter, notamment pour la lagune Ébrié (tableau XI).

Il n'est donc pas possible d'affirmer que la production lagunaire est stable dans la période récente.

À partir des données du tableau X, on peut tracer l'évolution de la CPUE en fonction de l'effort (figure 20) et l'évolution des prises en fonction de l'effort (figure 21).

Standardisation de l'effort de pêche

Il est important d'analyser l'évolution du coefficient de standardisation de l'effort de pêche (tableau X). La standardisation de l'effort, indispensable pour avoir une unité homogène, est effectuée selon la méthode de ROBSON (1966). Le standard adopté par GARCIA (1977) est le crevettier glacier de 250 ch équipé de 2 chaluts de 18 m. Ces bateaux sont ceux avec lesquels a débuté la pêcherie (1969-1975).

De 1976 à 1980, la flottille est constituée par les unités de l'armement Sicrus, congélateurs de 380 ch dont le coefficient de standardisation calculé par GARCIA est de 1,25.

Les crevetters actuels (1983 à 1988) sont des congélateurs de 400 à 600 ch. Une nouvelle standardisation de l'effort est donc rendue nécessaire sur cette période récente avec le choix d'un crevettier standard de type congélateur et avec une puissance de 400 ch ; elle pose néanmoins des problèmes, compte tenu du fait qu'il n'y a plus de chalutiers-crevetters de l'ancien type standard (glacier 250 ch) ou du type Sicrus. Pour pouvoir comparer les résultats actuels et ceux de la période précédant l'arrêt de la pêcherie, la puissance de pêche des crevetters actuels est évaluée à partir de la relation puissance relative/puissance motrice établie par GARCIA : pour $P_m = 500$ ch, $P_r = 1,21$ exprimé par rapport aux bateaux Sicrus. Ramenée au crevettier standard de 250 ch, la puissance de pêche des bateaux actuels devient : $1,21 \times 1,25 = 1,51$.

TABLEAU XI

Production (tonnes) de crevettes en lagunes Aby et Grand-Lahou de 1969 à 1988

Année	Total	Lagune Aby)	Lagune Grand-Lahou
1969	290		
1970	310		
1971	620		
1972	480		
1973	520		
1974	630		
1975	780		
1976	630		
1977	620		
1978	400		
1979	540		
1980	260		22,7
1981			33,3
1982			57,7
1983			
1984		156,6	27,8
1985		64,0	38,0
1986		195,5	57,4
1987		421,5	65,6
1988			92,2

Bien entendu, cette évaluation est une approximation et même si une nouvelle standardisation a été faite, il est nécessaire de procéder ainsi pour relier les résultats récents et ceux de la période précédant l'arrêt de la pêche. La nouvelle étude des puissances de pêche relatives permet néanmoins de suivre la pêche, dans les conditions actuelles d'exploitation, et de formuler des conseils en matière de gestion du stock actuellement exploité en mer.

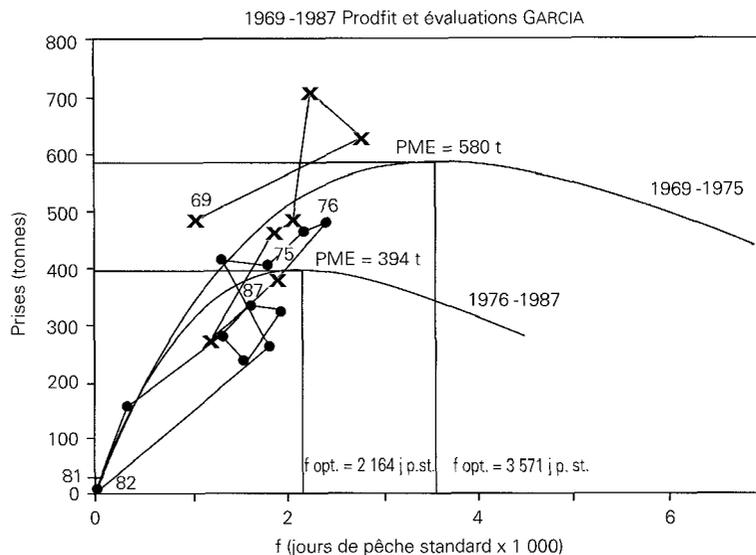


Figure 20
Évolution des prises en fonction
de l'effort de pêche dans la
pêcherie crevettière en Côte-
d'Ivoire entre 1969 et 1987.

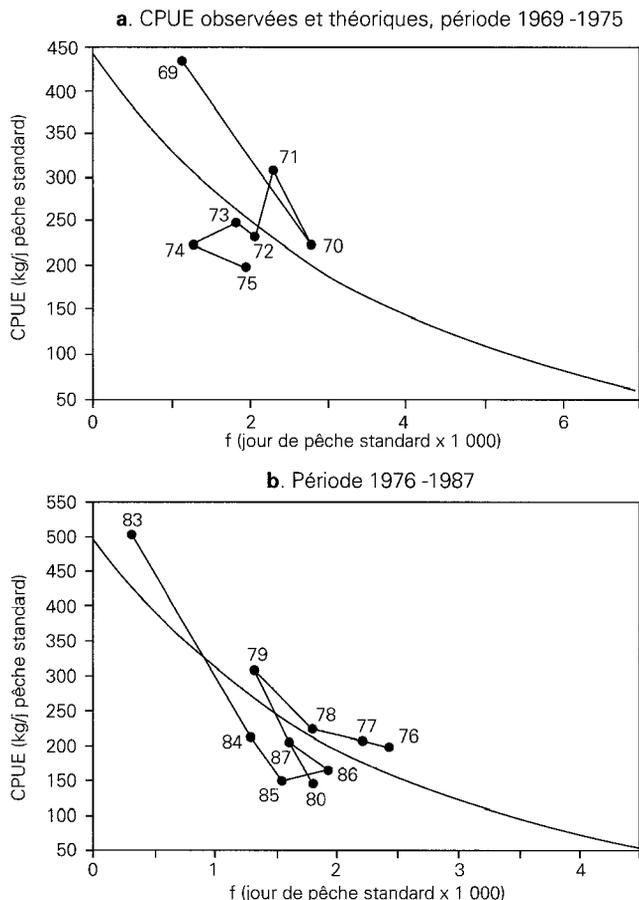


Figure 21
Évolution des captures par unité d'effort
en fonction de l'effort dans la pêcherie
crevetteière en Côte-d'Ivoire entre
1969 et 1987.

Ajustement d'un modèle global

On constate sur la figure 20 que la CPUE de 1983 semble en dessous du niveau auquel on aurait pu s'attendre. Il s'agit en fait d'une reprise de l'exploitation en milieu et surtout en fin d'année après un arrêt total de deux ans ; ce point ne correspond donc pas à une pêcherie en régime normal.

La figure 21 rend compte de l'évolution des prises en fonction de l'effort de pêche standardisé. L'examen des points conduit à distinguer 2 séries de données :

- la période 1969-1975 pour laquelle la qualité des données est excellente ; le modèle global ajusté par GARCIA (1977) est représenté ; E étant le taux d'exploitation lagunaire, le potentiel du stock marin est évalué à :

$$(1 - E) \times 1\,295 = \text{potentiel maximal annuel en tonnes}$$

$$(1 - E) \times 1\,260 = \text{potentiel optimal annuel en tonnes}$$

$$\text{soit pour } E = 55\% (1973) : \quad Y_{\text{max.}} = 580 \text{ t}$$

$$Y_{\text{opt.}} = 570 \text{ t}$$

les efforts correspondants standardisés étant 3 571 et 2 810 jours de pêche et les CPUE respectivement de 162 et 203 kg/j de pêche standard ;

- la période récente 1976-1988 pour laquelle la fiabilité des données est sujette à caution ; pour cette raison, on s'est contenté d'ajuster à main levée une courbe semblable au modèle proposé par GARCIA ; on observe une diminution du potentiel de l'ordre de 32 %, l'effort de pêche maximal correspondant présentant également une baisse, de l'ordre de 40 % ; en revanche, on n'observe pas de diminution de la CPUE, qui présente même une légère augmentation (de l'ordre de 12 %) pouvant être apparente ou réelle.

$$Y_{\text{max.}} = 394 \text{ tonnes} ; f_{\text{max.}} = 2\,164 \text{ jours de pêche standard} ; \text{CPUE maximum} = 182 \text{ kg/j p. st.}$$

Discussion et effort optimal

Plusieurs hypothèses peuvent être avancées pour expliquer la baisse de potentiel constatée :

- augmentation de l'exploitation lagunaire : la dernière estimation de l'effort de pêche en lagune remonte à 1974 ; à partir de 1975, on ne dispose que d'estimations peu fiables des prises en lagunes ; d'après le modèle de simulation de GARCIA (1977), il suffirait d'une augmentation de l'exploitation lagunaire de 16 % par rapport à la situation de 1973 pour expliquer la diminution observée du potentiel en mer ;
- diminution de la capacité biotique des lagunes : les perturbations du milieu lagunaire par extraction de sable, fermeture naturelle de la passe de Grand-Lahou, ouverture artificielle de la passe de Grand-Bassam, pollutions d'origines agricole et urbaine ont pu affecter de façon négative la survie et la croissance des juvéniles ;
- diminution de la surface autorisée pour le chalutage sur le fond de pêche de Grand-Bassam en raison de l'installation d'une plate-forme de forage pétrolier et d'un oléoduc sous-marin ; il est sûr que cette nouvelle réglementation a pu avoir une influence non négligeable sur l'exploitation de la ressource. Un nouveau modèle, se basant sur cette réduction de stock exploité, permet de mieux comprendre l'évolution de la pêcherie ; fondé sur les techniques des modèles composites développés par CADDY et GARCIA (1983), il permet d'expliquer, tout du moins partiellement, le changement survenu à la fin de l'année 1984 (figure 22) ; sous cette hypothèse, le potentiel de la pêcherie s'en trouve réduit de façon substantielle ;
- diminution du recrutement des postlarves en lagune, due aux modifications intervenues dans les régimes des courants de surface et de subsurface depuis les années 1980 ;
- mauvaise qualité des données de prises et d'effort de pêche en mer : les prises ont pu être sous-estimées et les efforts surestimés.

En l'état actuel de nos connaissances, il n'est pas possible de trancher entre ces différentes hypothèses. Il est recommandé en priorité, d'une part de procéder à une estimation des prises et efforts actuels en lagune, d'autre part de vérifier les données de prises et d'effort relatives à la pêche industrielle en mer. L'effort optimal en mer a été évalué à 2 164 jours de pêche standardisés par an (crevettier-glacier de 250 ch), ce qui, rapporté au crevettier-congélateur actuel, correspond à 1 593 jours de pêche nominaux, soit l'équivalent de 6,3 crevettiers (sur la base de 250 jours de pêche par an). La CPUE correspondante est alors de 182 kg/j de pêche standard. Si l'on considère la diminution du stock exploité, suite à la diminution des surfaces prospectées par la pêcherie, l'effort maximal n'atteint alors que 1 739 jours de pêche standardisés, soit l'équivalent de 4,3 crevettiers, à 250 jours de pêche par an. Il faut préciser qu'il s'agit d'un optimum biologique ; l'optimum économique n'a pas été étudié.

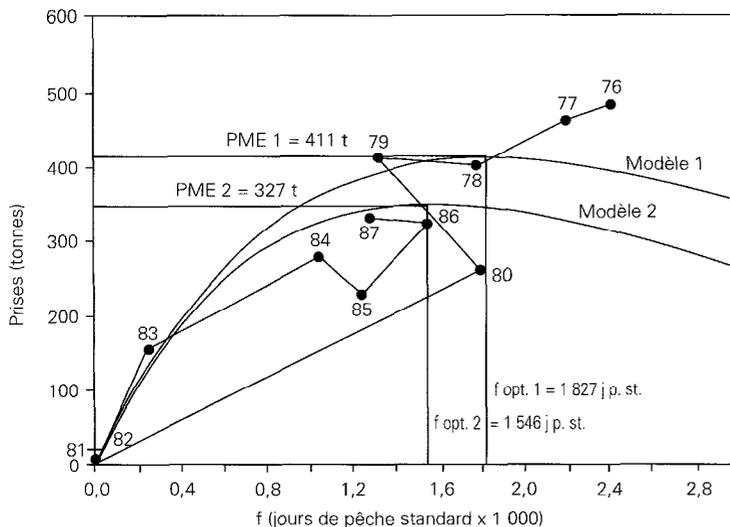


Figure 22
Modèle composite prenant en compte la réduction de l'aire autorisée au chalutage, pour la période 1976-1987.

Propositions d'aménagement

Le taux d'exploitation lagunaire élevé et la diminution apparente du potentiel marin sont les signes d'une surexploitation possible ; la prudence suggère l'adoption de mesures d'aménagement. GARCIA (1977, 1978) a étudié en détail toutes les possibilités.

En lagune on peut envisager :

- une réglementation de la maille des filets fixes ;
- une interdiction des filets traînants ;
- une limitation de la concentration des filets au niveau des goulets d'étranglements (passes, digues) où la capturabilité est fortement augmentée ;
- une fermeture saisonnière de la pêche aux saisons où les crevettes migrantes sont particulièrement petites (périodes de crues) ;
- une réduction globale d'effort par réduction du nombre d'engins de pêche.

En mer, elles peuvent consister en :

- un contrôle de l'effort de pêche par un système de licences ;
- une augmentation de la maille des chaluts de 40 à 60 mm (maille étirée) ;
- une fermeture de la pêche au moment où le recrutement est le plus intense ; cette fermeture pourrait être coordonnée avec celle de la pêche artisanale en lagune.

En lagune, GARCIA (1977, 1978) a établi que le taux d'exploitation de 1973, qui affecte déjà fortement la fécondité du stock, ne doit en aucun cas être dépassé. Rappelons d'autre part que l'optimum global mer-lagune, du point de vue de la production pondérale ou économique du stock, correspond à l'arrêt total de la pêche lagunaire. Bien entendu, cette solution est difficilement envisageable si l'on considère des critères socio-économiques.

Dans l'ensemble des scénarios envisagés par GARCIA (1977, 1978), en l'absence d'objectifs d'aménagement clairement définis et d'études d'impact socio-économique, les mesures envisageables les plus profitables et les moins perturbatrices pour l'organisation actuelle des pêcheries conduisent à l'instauration de fermetures saisonnières. En lagune, toute fermeture est profitable à la pêcherie maritime mais peut avoir des conséquences sociales sur l'économie lagunaire. La période la plus profitable serait février-mars.

D'après les calculs de GARCIA, la perte en lagune, en poids ou en valeur, serait de 27 %, le gain en mer de 8 à 16 %. Globalement, la valeur est maintenue et l'effort diminué. En mer, des fermetures saisonnières n'auraient pas d'influence sur la pêcherie lagunaire. Elles permettraient de maintenir la production en économisant sur l'effort de pêche. Cela suppose l'immobilisation des navires et du personnel ou la reconversion vers une autre activité (la pêche du poisson démersal par exemple).

Conclusion

La connaissance de l'état actuel d'exploitation du stock de crevette rose est très insuffisante tant en lagune qu'en mer. En lagune, les statistiques sont inexistantes, en particulier sur l'effort de pêche. En mer, les données disponibles doivent être vérifiées et une nouvelle étude sur la standardisation de l'effort de pêche doit être entreprise.

L'abandon de la pêche en 1980 par les bateaux de l'armement Sicrus montre qu'il s'agit d'une pêcherie où l'exploitation est gouvernée par la rentabilité individuelle des bateaux.

Parmi les mesures d'aménagement, un contrôle de l'exploitation lagunaire et l'instauration de périodes de fermeture saisonnière en lagune sont souhaitables. Cela permettrait de maximiser les bénéfices socio-économiques pour la Côte-d'Ivoire en faisant coexister une pêcherie en lagune fixant les riverains en zone rurale avec une pêcherie industrielle rentable mais d'importance limitée.

Conclusion générale

Les travaux de GARCIA (1977, 1978), complétés par l'étude de GALOIS (1975) sur les juvéniles, ont produit une remarquable masse de connaissances sur la biologie et la dynamique de la crevette rose de Côte-d'Ivoire. Les données disponibles, très détaillées et fiables, ont permis la mise au point d'un modèle de simulation permettant de proposer différents scénarios d'aménagement des pêcheries en mer et en lagune. Cependant, il existe un hiatus entre le moment où a été établi le modèle basé sur des données 1969-1975 et aujourd'hui. Pour diverses raisons, les statistiques de pêche, tant en mer qu'en lagune, de 1975 à ce jour, sont incomplètes ou peu fiables. Il n'est pas possible, en raison de changements importants observés dans la pêcherie, de conserver intégralement les conclusions du modèle et les données disponibles ne permettent pas de l'actualiser. Un modèle global de production établi sur les données récentes met en évidence une diminution apparente du potentiel du stock marin. Plusieurs hypothèses sont avancées pour expliquer ce phénomène, en particulier une augmentation de l'exploitation lagunaire ou une diminution de la capacité biotique des lagunes. La vérification de ces hypothèses passe obligatoirement par l'obtention de statistiques de pêche détaillées et fiables, ce qui devrait constituer une priorité pour la période à venir. Une seconde priorité serait une étude de l'impact socio-économique des deux volets, lagunaire et marin, de la pêche crevette en Côte-d'Ivoire.

Références

- BERRY (R.J.), 1967.— Dynamics of the Tortugas pink shrimp population. Univ. Rhode Island, Ph.D., Zoology, 160 p.
- BERRY (R.J.), 1970.— Shrimp mortality rates derived from fishery statistics. *Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst.*, 22 : 66-78.
- BINET (D.), 1972.— Variations des biovolumes de zooplancton du plateau continental entre le cap des Palmes et le cap des Trois Pointes. *Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan*, 3(2) : 60-93.
- BURUKOWSKY (R.N.), 1968.— On the biology of shrimp (*P. duorarum* Burk.) from the Biafra Bay. *Cons. intern. Explor. Mer., C.M.* 1968/K, 27 p.
- BURUKOWSKY (R.N.), 1970.— Certain aspects in oogenesis in the pink prawn (*P. duorarum*). *Arkiv. anatomii, gistologii i embriologii*, 58 (6) : 56-66 (en russe). Traduction n° 403, Div. Foreign. fisheries (translations) NOAA, USA.
- BURUKOWSKY (R.N.) et BULANENKOV (S.K.), 1969.— Pink shrimp biology and fishing (en russe). Israël program for scientific translations (1971), 60 p.
- CADDY (J.F.) et GARCIA (S.), (1983).— Production modelling without long data series. *FAO Fish. Rep.*, 278 (suppl.) : 309-313.
- CHAVEZ (E.A.), 1973.— A study on the growth rate of brown shrimp *Penaeus aztecus* Lves 1891 from the coasts of Veracruz and Tamaulipas. *Culf. Res. Rep.*, 4 (2) : 278-299.
- CHAVEZ (E.A.) et LA CRUZ (R. DE), 1971.— Estudio sobre el crecimiento del camaron café (*Penaeus californiensis* Holmes) del golfo de California. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 32 : 111-127.
- COSTELLO (T.J.) et ALLEN (D.M.), 1968.— Mortality rates in populations of pink shrimp, *Penaeus duorarum*, on the Sanibel and Tortugas grounds, Florida. *Fish. Bull. NOAA/NMFS*, 66(3) : 491-502.
- CROSNIER (A.), 1963.— Les crevettes commercialisables du plateau continental dans la région de Pointe-Noire. *Doc. ORSTOM n°184/SR*, 6 p.
- CROSNIER (A.), 1964.— Fonds de pêche le long des côtes de la République fédérale du Cameroun. *Cah. ORSTOM, sér. Océanogr.*, n° spécial, 132 p.
- CROSNIER (A.) et BERRIT (G.R.), 1966.— Fonds de pêche le long des côtes du Dahomey et du Togo. *Cah. ORSTOM, sér. Océanogr.*, suppl. 4(1), 144 p.
- CROSNIER (A.) et DE BONDY (E.), 1967.— Les crevettes commercialisables de la côte ouest de l'Afrique intertropicale. Paris, ORSTOM, *Init. Doc. Tech.* 7, 60 p. + annexes.
- CUMMINGS (W.C.), 1961.— Maturation and spawning of the pink shrimp *Penaeus duorarum* (Burk.). *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 90(4) : 462-468.
- CUSHING (D.H.), 1975.— Marine ecology and fisheries. Cambridge University press, 278 p.
- DAGET (J.) et LE GUEN (J.C.), 1975.— Les critères d'âge chez les poissons. In : Lamotte (M.) et Bourlière (F.) eds, Problèmes d'écologie. La démographie des populations de vertébrés. Paris, Masson : 253-289.
- DANDONNEAU (Y.), 1973.— Étude du phytoplancton sur le plateau continental de Côte-d'Ivoire. III- Facteurs dynamiques et variations spatio-temporelles. *Cah. ORSTOM, sér. Océanogr.*, 11(4) : 431-454.
- DEVRIES (J.) et LEFEVÈRE (S.), 1969.— A maturity key for *Penaeus duorarum* (Burk., 1939) of both sexes. *Proc. Symp. UNESCO : Oceanography and Fisheries Resources of tropical Atlantic*, Abidjan, 20-28 octobre 1966 : 419-424.
- DURAND (J.R.), ÉCOUTIN (J.M.), CHARLES-DOMINIQUE (E.), 1982.— Les ressources halieutiques des lagunes ivoiriennes. Actes Symp. UNESCO sur les lagunes côtières, Bordeaux, 8-14 septembre 1981. *Oceanol. Acta*, n° spécial : 277-284.
- FONTANA (A.) et BA M'BAYE, 1972.— La pêche de *Penaeus duorarum* au Gabon. *Doc. Scient. Centre ORSTOM Pointe-Noire, N. S.*, 19, 9 p.

- GALOIS (R.), 1975.— Biologie, écologie et dynamique de la phase lagunaire de *Penaeus duorarum* en Côte-d'Ivoire. Thèse doct. 3^e cycle, Univ. Marseille-Luminy, 120 p.
- GARCIA (S.), 1972.— Biologie de *Penaeus duorarum* en Côte-d'Ivoire. II - Ponte et migration. *Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan*, 3(1): 19-45.
- GARCIA (S.), 1973.— Marquages de *Penaeus duorarum* en Côte-d'Ivoire. Résultats préliminaires : taux de recapture, migration et croissance. *Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan*, 4(3) : 29-48.
- GARCIA (S.), 1974.— Biologie de *Penaeus duorarum notialis* en Côte-d'Ivoire. IV- Relation entre la répartition et les conditions du milieu. Étude des variations du sex-ratio. *Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan*, 5(3-4) : 1-39.
- GARCIA (S.), 1975.— Biologie de *Penaeus duorarum notialis* en Côte-d'Ivoire. V - Nouvelle étude de la croissance. *Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan*, 6(1) : 1-19.
- GARCIA (S.), 1977.— Biologie et dynamique des populations de crevette rose, *Penaeus duorarum notialis* Pérez Farfante 1967, en Côte-d'Ivoire. Paris, *Trav. Doc. ORSTOM*, 79, 271 p.
- GARCIA (S.), 1978.— Bilan des recherches sur la crevette rose, *Penaeus duorarum notialis* en Côte-d'Ivoire. *Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan*, 9(1) : 1-41.
- GARCIA (S.) et FONTENEAU (A.), 1971.— La pêche à la crevette en Côte-d'Ivoire. Bilan 1969-70 et perspectives. *La Pêche Maritime*, 1120 : 590-593.
- GARCIA (S.) et NDIAYE (M.), 1977.— Utilisation des techniques de simulation sur un modèle de Ricker pour la gestion des stocks de crevettes pénaeïdes de la côte ouest africaine. *COPACE/PACE ser.*, 77/5 : 65-68.
- GARCIA (S.), PETIT (P.), TROADEC (J.P.), 1970. Biologie de *Penaeus duorarum* (Burkenroad) en Côte-d'Ivoire. Croissance. *Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan*, 1(2) : 17-48.
- GHÉNO (Y.) et LE GUEN (J.C.), 1968.— Détermination de l'âge et croissance de *Sardinella eba* (Val.) dans la région de Pointe-Noire. *Cah. ORSTOM, sér. Océanogr.*, 6(2) : 69-82.
- GRIFFIN (W.L.) et GRANT (W.E.), 1982.— A bioeconomic analysis of CEECAF shrimp fishery. *FAO/CECAF/TECH*, 82/41, 78 p.
- GULLAND (J.A.), 1969.— Manuel des méthodes d'évaluation des stocks d'animaux aquatiques. Première partie : analyse des populations. *Manuel FAO de sciences halieutiques*, 4 - FRS/MA, 160 p.
- HILL (B.J.), 1985.— Effect of temperature on duration of emergence, speed of movement, and catchability of the prawn *Penaeus esculentus*. In : Rothlisberg (P.C.), Hill (B.J.), Staples (D.J.) eds, 2nd Australian prawn seminar, Kooralbyn (Australia), 22 octobre 1984. NPS2, Cleveland, QLD (Australia) : 77-83.
- HOLTHUIS (L.B.), 1980.— FAO species catalogue. Shrimps and prawns of the world. An annotated catalogue of species of interest to fisheries. *FAO fisheries synopsis*, 125(1), 261 p.
- IYERSEN (E.S.), JONES (A.C.), 1961.— Growth and migration of Tortugas pink shrimp *Penaeus duorarum*, and changes in the catch per unit of effort of the fishery. *Fla Bd Conserv., Tech. Ser.*, 34, 28 p.
- IYERSEN (E.S.), JONES (E.J.), IDYLL (C.P.), 1960.— Size distribution of pink shrimp *Penaeus duorarum* and fleet concentration of the Tortugas fishing grounds. *US Fish Wildl. Serv., spec. Scient. Rep. Fish.*, 356, 62 p.
- KLIMA (E.F.), 1964.— Mark recapture experiments with brown and white shrimp in the northern Gulf of Mexico. *Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst.* 16 : 52-64.
- KLIMA (E.F.), 1974.— A white shrimp mark-recapture study. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 1 : 107-113.
- KLIMA (E.F.) et BÉNIGNO (J.A.), 1965.— Mark-recapture experiments. *Circ. US Fish Wildl. Serv.*, 230 : 38-40.
- KUTKUHN (J.H.), 1966.— Dynamics of a penaeid shrimp population and management implication. *Fish. Bull. US Fish Wildl. Serv.*, 65(2) : 313-338.
- LEFÈVÈRE (S.), 1970.— Les crevettes du Nigeria. *Bull. Inst. r. Sci. nat. Belg.*, 46(25) : 1-17.
- LE RESTE (L.), 1978.— Biologie d'une population de crevettes *Penaeus indicus* H. Milne Edwards sur la côte nord-ouest de Madagascar. Paris, *Trav. Doc. ORSTOM*, 99, 291 p.

- LE RESTE (L.) et MARCILLE (J.), 1976.— Biologie de la crevette *Penaeus indicus* H. Milne Edwards à Madagascar : croissance, recrutement, migration, reproduction, mortalités. *Cah. ORSTOM, sér. Océanogr.*, 14(2) : 109-128.
- L'HOMME (F.), 1981.— Biologie et dynamique de *Penaeus (Farfantepenaeus) notialis* (Pérez Farfante 1967) au Sénégal. Thèse Doct. État, Univ. Paris-VI, 255 p.
- LINDNER (M.J.), 1953.— Estimation of growth rates in animals by marking experiments. *Fish. Bull. US Fish Wildl. Serv.*, 54(78) : 65-69.
- LINDNER (M.J.) et ANDERSON (W.W.), 1956.— Growth, migration, spawning and size distribution of shrimp *Penaeus setiferus*. *Fish. Bull. US Fish Wildl. Serv.*, 56 : 554-645.
- LUCH (B.D.), 1974.— La pesqueria de camaron de Altamar en el Noroeste. Un análisis biológico pesquero. Instituto Nacional de Pesca, Mexico. Serie informativa. INP S1:i16, 76 p.
- LONGHURST (A.R.), 1965.— Shrimp potential of the eastern Gulf of Guinea. *Comm. Fish. Rev.*, 27(11) : 9-12.
- LUCAS (C.), 1974.— Preliminary estimates of stocks of the king prawn, *Penaeus plebejus*, in the South East Queensland. *Aust. J. mar. Freshwat. Res.*, 25 : 35-47.
- MARCILLE (J.), 1978.— Dynamique des populations de crevettes pénéides exploitées à Madagascar. Paris, *Trav. Doc. ORSTOM*, 92, 197 p.
- MARTIN (L.), 1973.— Morphologie, sédimentologie et paléogéographie au quaternaire du plateau continental ivoirien. Paris, *Trav. Doc. ORSTOM*, 61, 265 p.
- MARTOSUBROTO (P.), 1974.— Fecundity of pink shrimp *Penaeus duorarum* (Burkenroad). *Bull. mar. sci.*, 24(3) : 606-627.
- MAURIN (C.), 1968.— Les crustacés capturés par la *Thalassa* en 1962 dans le détroit canarien, au Rio de Oro et en Mauritanie. In : Actes Symp. CIEM/FAO : Les ressources vivantes du plateau continental atlantique du détroit de Gibraltar au Cap Vert. Santa Cruz de Ténériffe (mars 1968), 9 p.
- NEAL (R.A.), 1967.— An application of the virtual population technique to penaeid shrimp. *Proc. Ann. Conf. Southeast Assoc. Game Fish. comm.*, 21 : 264-272.
- PENN (J.W.), 1975. Tagging experiments with western king prawn *Penaeus latisulcatus* Kishinouye. 1- Survival, growth and reproduction of tagged prawns. *Aust. J. mar. Freshw. Res.*, 26 : 197-211.
- PENN (J.W.), 1976.— Tagging experiments with western king prawn, *Penaeus latisulcatus* Kishinouye. 2- Estimation of population parameters. *Austr. J. mar. Freshw. Res.*, 27 : 239-250.
- PÈRES (J.M.), 1961.— Océanographie biologique et biologie marine. I- La vie benthique. PUF, 539 p.
- RAITT (D.F.S.) et NIVEN (D.R.), 1969.— Exploratory prawn trawling in the waters off the Niger delta. In : Proc. Symp. UNESCO : Oceanography and Fisheries Resources of tropical Atlantic, Abidjan, 20-28 octobre 1966 : 403-414.
- RIBEIRO (A.), 1970.— Contribution à l'étude des crevettes d'intérêt économique du plateau continental de l'Angola. *Notas Centro biol. aquat. trop. Lisboa*, 21, 94 p., 2 pls.
- ROBSON (D.S.), 1966.— Estimation of the relative fishing power of individual ships. *ICNAF Res. Bull.*, 3 : 5-14.
- ROJAS-BELTRAN (R.), 1975.— Biologie de 2 espèces de crevettes des Caraïbes : *Penaeus (melicertus) duorarum notialis* Pérez Farfante 1967, et *P. (lithopenaeus) schmitti* Burkenroad 1936. Thèse doct. 3^e cycle, Univ. Paris-VI, 135 p.
- TOMLINSON (P.K.) et ABRAMSON (N.J.), 1961.— Fitting a Von Bertalanffy growth curve by least squares. *Fish. Bull. Calif. dep. fish. game*, 116, 69 p.
- TROADEC (J.P.), 1968.— Note sur le développement possible de l'exploitation des crevettes en Côte-d'Ivoire. *Doc. Scient. Prov. Centre Rech. Océanogr. Abidjan*, 20, 19 p.
- TROADEC (J.P.), GARCIA (S.), PETIT (P.), 1969.— L'exploitation des crevettes en Côte-d'Ivoire, de solides raisons d'espérer. *La Pêche Maritime*, 1095 : 434-436.