

BIOLOGIE DE PENAEUS DUORARUM EN COTE D'IVOIRE

III - ETUDE DES VARIATIONS QUOTIDIENNES DES RENDEMENTS ET DE LEUR RELATIONS AVEC L'HYDROCLIMAT. ESSAI DE GENERALISATION AU GOLFE DE GUINEE

par S. Garcia, P. Petit et A. Fonteneau*

R E S U M E

Les conditions hydroclimatiques dans le golfe de Guinée, entre le Sénégal et le Nigéria, sont brièvement décrites en insistant surtout sur les variations saisonnières de la transparence. Grâce au dépouillement des cahiers de pêche de la flottille crevetteière d'Abidjan, les variations saisonnières du rythme quotidien d'activité ont été étudiées pour la Côte d'Ivoire, le Ghana et le Nigéria.

Ces rythmes diffèrent entre les saisons, entre les fonds de pêche dans une même saison et même entre deux immersions sur un même fond de pêche. Ces variations suivent celles de la turbidité. Les comportements apparemment diurnes sont surtout observés dans les eaux les plus turbides, les comportements apparemment nocturnes ou de transition sont observés lorsque les eaux sont plus claires. Les auteurs admettent que le comportement de base est un comportement nocturne mais qu'il apparaît dans les prises des crevettes des rythmes différents, qui sont la résultante des variations de disponibilité du stock vis à vis des chaluts. Pour expliquer le comportement diurne observé pendant une grande partie de l'année sur tout le golfe de Guinée, l'hypothèse suivant laquelle ces crevettes ordinairement benthiques deviendraient nectoniques la nuit, lorsque la turbidité est très importante, est reprise et étayée.

Les résultats obtenus en Côte d'Ivoire, au Ghana et au Nigéria sont comparés à ceux obtenus au Sénégal où les conditions hydroclimatiques sont différentes. Les similitudes importantes sont soulignées. Les différences de comportement sont attribuées à des températures de saison froide suffisamment basses pour perturber le rythme normal d'activité.

A B S T R A C T

Hydroclimatic conditions in the Gulf of Guinea between Senegal and Nigeria are briefly described emphasizing the seasonal variations of transparency. Analysis of the Abidjan based shrimp fleet allowed to the description of the seasonal variations of activity rhythms for Ivory Coast, Ghana, and Nigeria.

These rhythms are different between seasons, between fishing grounds, and sometimes even between depths on a given ground. These variations follow the turbidity ones. Diurnal activity is observed in very turbid waters, nocturnal and transition activity in clearer ones. The authors assume that the basic behaviour is a nocturnal one, but that the shrimp-trawlers catches reflect some apparently different ones resulting from diel variations in the stock availability. To explain the apparently diurnal behaviour observed most of the year over the whole Gulf of Guinea it is suggested that these generally benthic shrimps become nectonic at night when turbidity is very high.

The results obtained in Ivory Coast, Ghana and Nigeria are compared to those from Senegal where hydroclimatic conditions are different. The similarities are emphasized. The differences in observed behaviour are supposedly caused by the cold season water temperatures which are sufficiently low to disturb the normal activity rhythm.

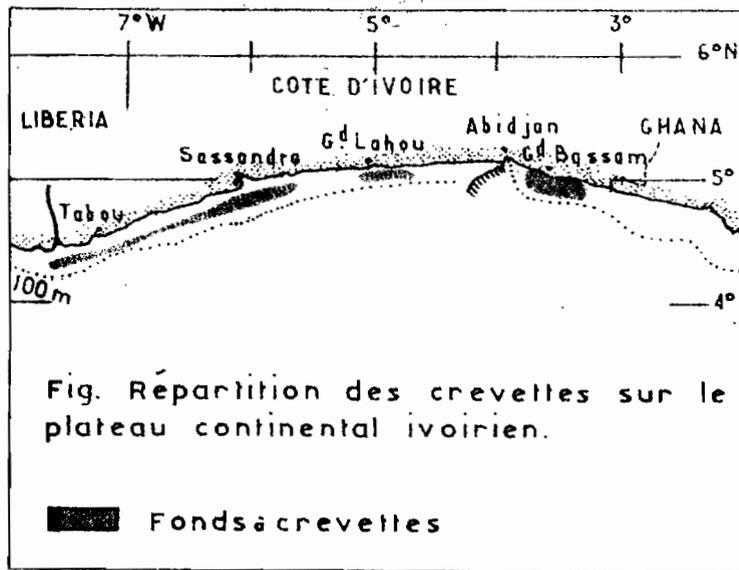
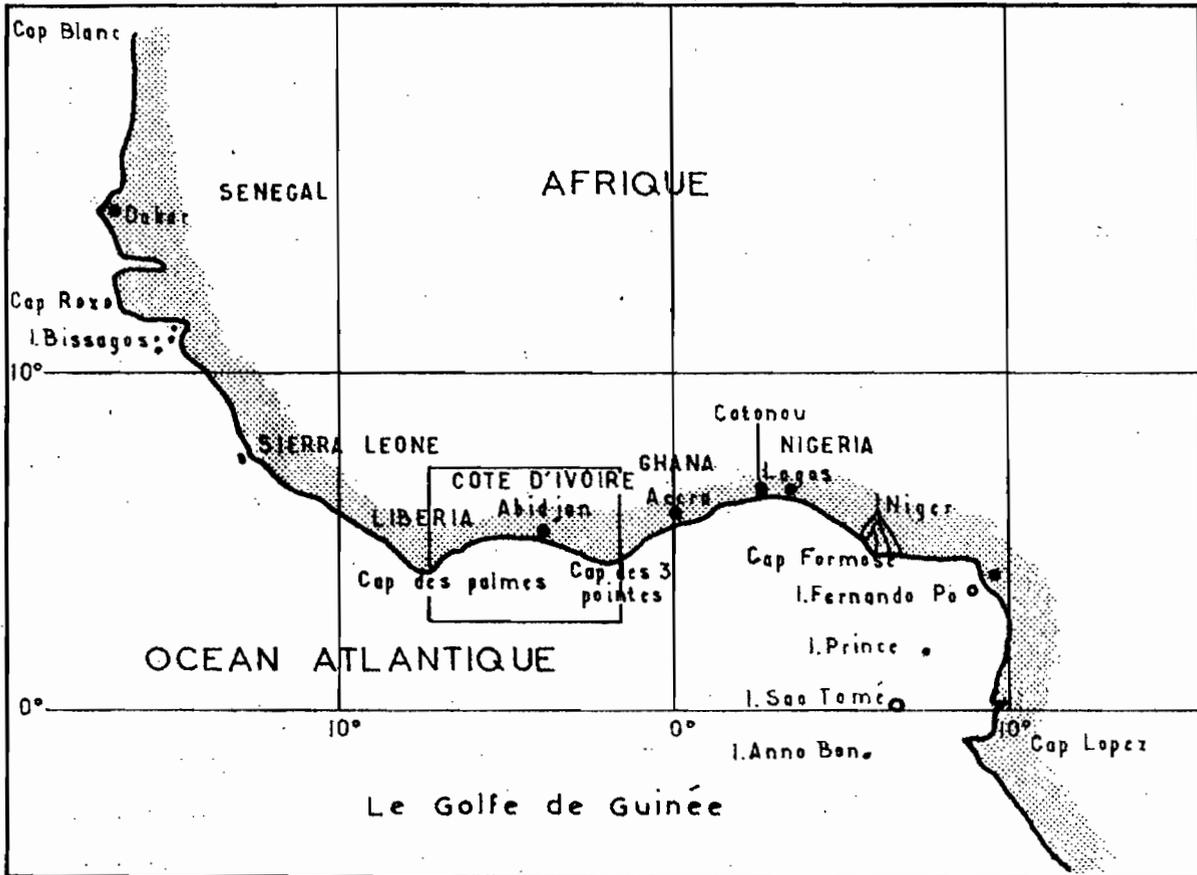


Fig.1

1.- INTRODUCTION

La grande crevette rose P.duorarum, est l'une des plus importantes espèces de penaeïdes commercialement exploitées. Elle représente la plus grande partie des captures de penaeïdes réalisées sur les deux côtes de l'Atlantique tropical, et son exploitation sur la côte africaine est en pleine expansion.

La biologie de cette espèce, qui est assez bien connue sur la côte ouest atlantique, commence à être étudiée sur la côte est. La comparaison des résultats obtenus dans ces deux zones est intéressante, car si elle permet de déceler des similitudes pour le moins prévisibles, elle conduit parfois à d'apparentes contradictions.

L'une des plus intéressantes concerne le comportement de cette espèce et, en particulier, son cycle journalier d'activité tel qu'il se traduit dans les prises des crevettiers professionnels.

La plupart des penaeïdes suivent un rythme quotidien d'activité qui se traduit, au niveau de l'exploitation, par des variations journalières des rendements, dues à des variations de la disponibilité des individus vis à vis des engins de pêche.

Les penaeïdes sont en général considérés comme des animaux nocturnes qui restent inactifs, enfouis, pendant la journée. Il existe quelques exceptions: Penaeus setiferus serait active pendant la journée (IDYLL, 1950 cité par HUGHES, 1969), P.plebejus et Metapenaeus macleayi le seraient seulement au lever du soleil (RACEK, 1959). Les observations de CROSNIER (1965) et HUGHES (1969) sur P.indicus semblent indiquer qu'elle ne présente pas de rythme net et qu'elle ne s'enfouit jamais. CHABANNE et PLANTE (1971) en revanche trouvent une activité essentiellement diurne.

Penaeus duorarum est décrite par tous les auteurs d'outre Atlantique comme une espèce typiquement nocturne: ELDRED et al. (1961), FUSS (1964), FUSS et OGREN (1966), WICKHAM (1967), pour ne citer que les plus récents travaux.

Les meilleurs rendements sont obtenus de nuit sauf dans certaines conditions particulières de turbidité élevée des eaux. Des prises importantes peuvent alors être réalisées de jour (FUSS, 1964).

L'étude expérimentale par HUGHES (1969) du cycle d'activité, montre l'existence d'un rythme interne persistant, oscillant en phase avec le cycle jour-nuit, et dont la chute d'intensité lumineuse au crépuscule représente le stimulus d'entraînement du rythme.

Sur la côte ouest-africaine, les observations sont, en apparence du moins, contradictoires. Au Cameroun CROSNIER (1964) a obtenu en août les rendements les plus élevés la nuit. CROSNIER et BERRIT (1966) au Dahomey, n'ont pas observé de différence nette. RAITT et NIVEN (1966) ont observé au Nigéria des rendements maximaux de jour en novembre et en août. Les résultats obtenus la même année par des crevetiers professionnels indiquent de janvier à mai des rendements maximaux de nuit. Ces deux groupes d'observations contradictoires n'ont pas permis à leurs auteurs de tirer de conclusions. THOMAS (1966), également au Nigéria, obtient des rendements maximaux de nuit entre février et mai.

Sur les côtes du Cameroun et du Nigéria, LE GUEN et CROSNIER (1968) observent, en saison chaude, des rendements qui diminuent dans la journée, et sont maximaux à l'aube et au crépuscule. En saison froide ils sont maximaux de 3 à 13 heures et minimaux de 17 à 24 heures. De BONDY (1968) au Sénégal, ne peut mettre en évidence de rythme significatif. Il distingue cependant une période (janvier à mars) où le rythme n'est pas net, et une période (de mars à juillet) où les rendements sont maximaux de jour.

D'après FONTANA et BA M'BAYE (1972) les rendements les meilleurs sont toujours obtenus de nuit au Gabon. GARCIA et FONTENEAU (1971) en Côte d'Ivoire, suggèrent que ce rythme d'activité suit des variations saisonnières analogues à celles de la turbidité générale des eaux.

Ce rythme peut être en théorie perturbé par des modifications des caractéristiques du milieu, et l'on essaiera dans cette étude de définir les relations entre les variations saisonnières du rythme d'activité sur la côte ouest-africaine, et l'hydroclimat des lieux de pêche. Cet hydroclimat sera décrit de façon très succincte, en insistant surtout sur la transparence des eaux.

2.- HYDROCLIMATS

Les travaux de BERRIT (1952 et 1962), LONGHURST (1962 et 1964), ROSSIGNOL et ABOUSSOUAN (1965), CHAMPAGNAT et coll. (1969) CREMOUX (1970 et 1971), MORLIERE (1970) et MORLIERE et REBERT (1972) permettent de distinguer trois types de zones hydroclimatologiques différents dans le Golfe de Guinée. Une zone d'upwellings, des zones d'oscillation de fronts, et des zones de permanence d'eaux chaudes. Seuls les deux premiers types sont concernés par cette étude.

2.1.- CARACTERISTIQUES GENERALES

2.1.1.- Les zones d'upwellings (fig.2)

Elles s'étendent du Cap des Palmes à Lagos et sont caractérisées par des remontées saisonnières de la thermocline. L'hydroclimat est alors la résultante de deux phénomènes de base.

- D'une part un cycle lié à la dynamique générale du Golfe, avec une salinité maximale et une température élevée pendant la saison chaude (de décembre à avril), des salinités minimales en juin et en octobre, correspondant aux pluies et aux décharges maximales des rivières.

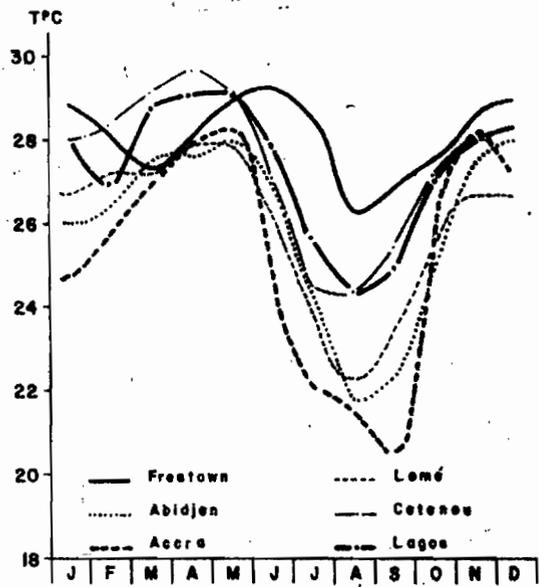


Fig. 2 - Température de l'eau dans les zones d'upwellings, d'après des données de LONGHURST (1962 et 1964)

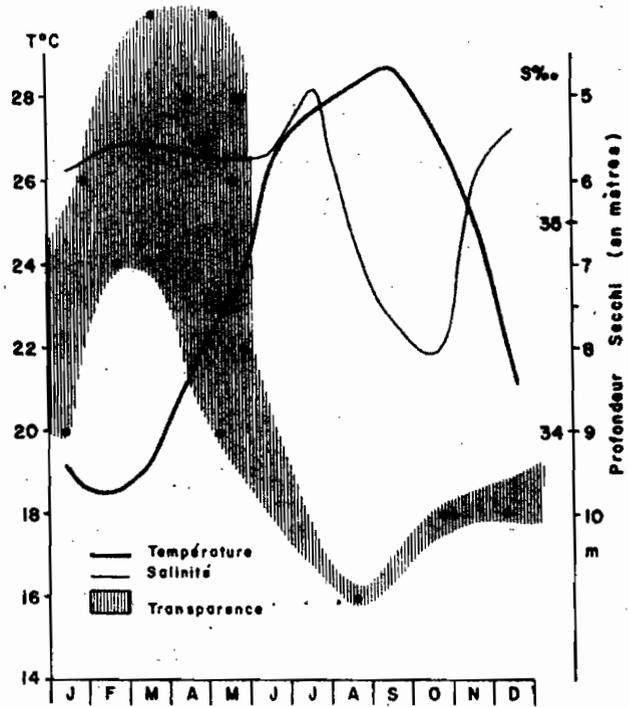


Fig. 4 - Salinité et température à la station côtière de M. BOUR (Sénégal) d'après CREMOUX (1971)

Transparences observées au Cap Vert sur les fonds de 22 à 25m en 1968 et 1969 (CHAMPAGNAT et al. 1969), CREMOUX 1970

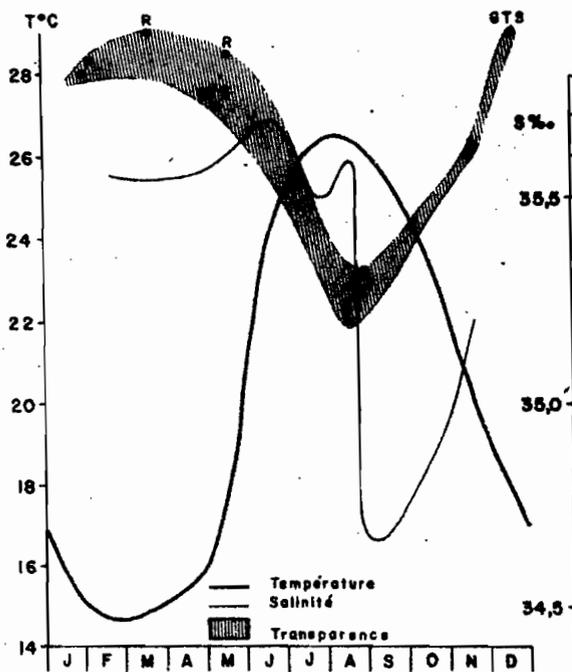


Fig. 3 - Conditions hydroclimatiques au Cap Roxo (SENEGAL)
 - température sur le fond à 50m
 - salinités au fond, de 38 à 50m
 - transparences sur les fonds de 21 à 22m
 d'après des données de De BONDY (1968), CHAMPAGNAT et al. (1969), CREMOUX (1970)

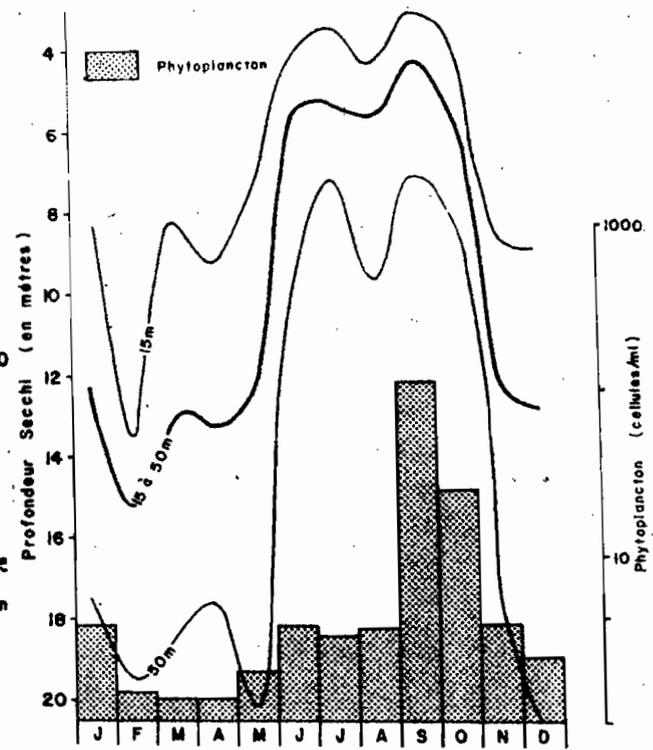


Fig. 5 - Transparence sur la radiale de Grand-Bassam, COTE D'IVOIRE (1966-1970) - Abondance du phytoplancton à la station côtière d'Abidjan-Vridi en 1971, d'après DANDONNEAU 1972

- D'autre part, un upwelling en juillet-août-septembre.

C'est la saison froide. La salinité augmente et peut, en août, masquer la dessalure due aux pluies, d'autant plus que ce mois correspond à une petite saison sèche plus ou moins bien marquée et donc à un ralentissement des déversements continentaux.

Une bonne description de ces phénomènes est donnée par MORLIERE et REBERT (1972) pour le plateau continental ivoirien.

L'upwelling, et par conséquent le refroidissement, sont moins importants dans la partie orientale du Golfe.

2.1.2.- Les zones d'oscillation de fronts (fig.3 et 4)

Elles se situent entre les Iles Bissagos et le Cap Blanc d'une part, entre le Cap Lopez et le Cap Frio d'autre part. Nous ne nous intéresserons qu'à la première, ou zone sénégalienne où se trouve le fond de pêche du Cap Roxo, l'un des plus importants du Sénégal. Les mesures hydrologiques y étant assez éparses, nous considérerons aussi celles de la station côtière de M'BOUR où le climat est sensiblement voisin (CREMOUX 1970 et 1971).

L'hydroclimat y est caractérisé par une saison froide correspondant à l'hiver boréal, de décembre à avril. La salinité y est élevée et supérieure à 35‰, les eaux riches et turbides.

La saison chaude, de mai à novembre, correspond au passage des eaux guinéennes chaudes et dessalées. Cette dessalure est accentuée par les décharges des fleuves en septembre-octobre.

2.2.- LA TRANSPARENCE

C'est un facteur important pour la biologie des pêches, souvent négligé dans les études hydrologiques. Son influence sur le comportement des animaux benthiques justifie, dans le cadre de cette étude des rythmes d'activité, un essai de synthèse à partir de données

recueillies dans la littérature et par les équipes de physique des centres ORSTOM de Dakar et Abidjan.

La transparence des eaux du Golfe de Guinée est en général faible. La turbidité y est due:

- à la présence d'organismes planctoniques
- aux particules mises en suspension par la houle et la barre dans les zones très côtières
- aux particules alluviales en suspension.

Elle présente donc des variations saisonnières en fonction des conditions climatiques (upwellings, état de la mer, pluies et crues). Il existe sur la côte ouest-africaine deux grands types de régime pluviométrique.

Le type équatorial qui sévit sur la zone côtière de la Côte d'Ivoire au Nigéria, comporte deux saisons des pluies, d'intensité différentes liées aux deux passages du front inter-tropical en mai-juin et de septembre à novembre. Elle n'affectent que les petites rivières côtières.

Le type tropical (plus à l'intérieur du pays) comporte une seule saison des pluies en août-septembre. Elle affecte les bassins versants des grands fleuves et elle est responsable des grandes crues et des apports terrigènes importants. Grâce à l'influence combinée de ces 2 types de climat les crues ont lieu de août à novembre pour la zone s'étendant de la Côte d'Ivoire au Nigéria.

Au Sénégal où le climat est de type tropical les crues ont lieu en août-septembre.

2.2.1.- Dans les zones d'upwellings (fig.5 et 6)

En Côte d'Ivoire où les données sont le plus nombreuses, la transparence est maximale de décembre à avril. Elle diminue très rapidement dès le mois de mai avec la première saison des pluies, et reste

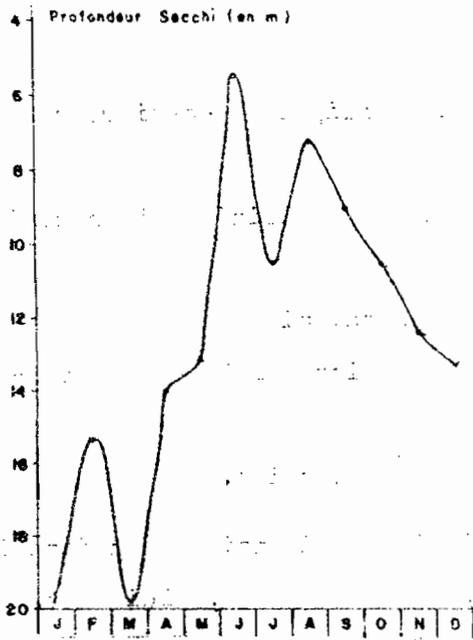


Fig. 6: Transparence moyenne au GHANA (données F. R. U. Téma)

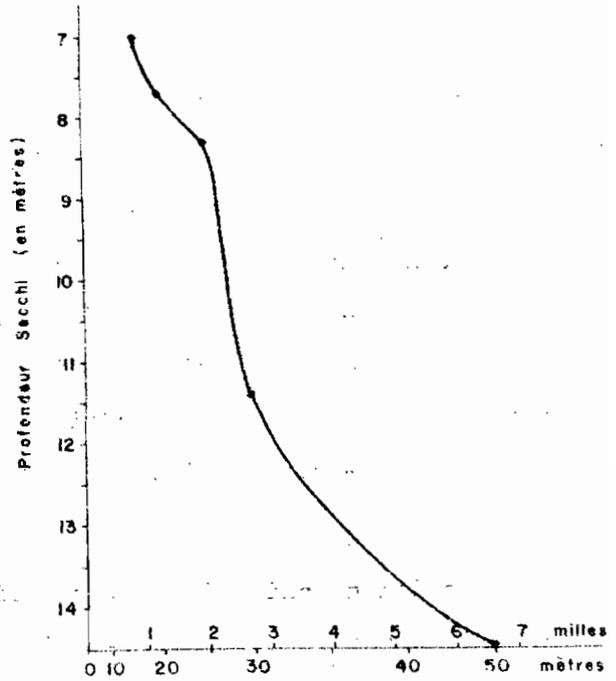


Fig. 7: Transparence en fonction de la profondeur et de la distance à la côte : radiale de Grand-Bassam (1966-1970).

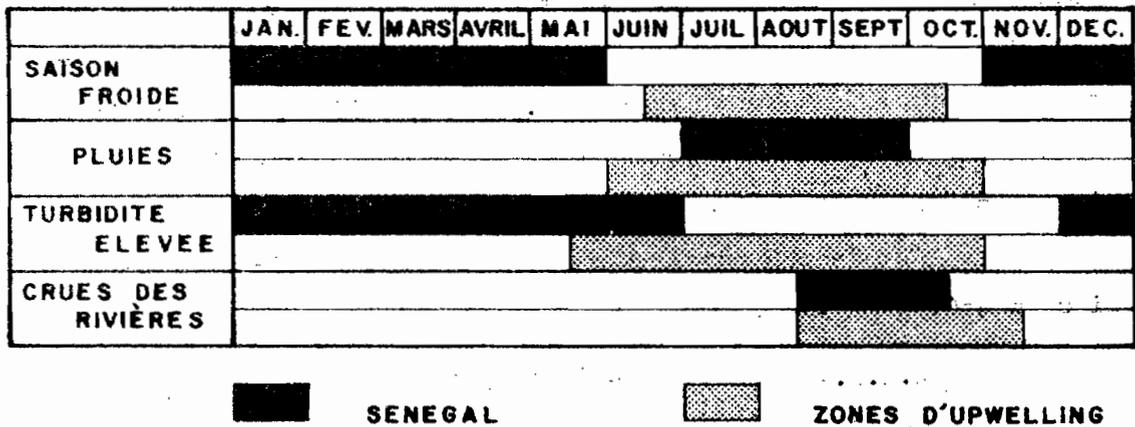


Fig. 8 - Diagramme récapitulatif des conditions hydroclimatiques

faible de mai à octobre-novembre dans les zones situées directement sous l'influence des embouchures. Ailleurs elle peut augmenter plus tôt. De mai à juillet la turbidité est surtout d'origine terrigène car la productivité primaire, liée à l'upwelling, n'augmente qu'à partir du mois d'août (DANDONNEAU, 1972). La turbidité reste élevée jusqu'en octobre probablement à cause des crues des fleuves pendant la deuxième saison des pluies, et aussi par rémanence d'une turbidité biologique persistant après l'upwelling.

Au Ghana (fig.6) la transparence diminue fortement dès avril-mai, et reste faible jusqu'en septembre-octobre.

Au Nigéria les données sont encore plus rares. Selon TROADEC (1960), les eaux au niveau du Cap Formose sont très turbides toute l'année. Selon LONGHURST (1964) et les résultats du Guinean Trawling Survey (G.T.S.) WILLIAMS, 1968), les valeurs minimales de transparence (6m) sont observées en août-septembre-octobre. La transparence atteint plus de 15 mètres en mars. On peut donc considérer que, là aussi, le schéma est globalement le même.

La zone comprise entre le Cap des Palmes et le Cap Formose est donc caractérisée par une période d'eaux turbides de mai à octobre. Elle correspond à la saison marine froide mais déborde de part et d'autre sur la saison chaude.

2.2.2.- Dans la zone d'oscillation du Cap Vert

Les renseignements sur la transparence sont rares, en particulier pour la zone qui nous intéresse, c'est à dire le fond de pêche du Cap Roxo, près des embouchures de la Casamance et du Rio Cacheu. Les valeurs données par WILLIAMS (1968), et CREMOUX (1970 et 1971) sur le fond de pêche et à la station côtière de M'BOUR plus au nord, montrent une turbidité très importante de janvier à avril (fig. 3 et 4).

Cette forte turbidité pendant la saison froide marine est d'origine biologique puisque les apports terrigènes sont nuls à cette époque. Elle correspond à la présence des eaux canariennes. De juillet à décembre, période de passage des eaux guinéennes et englobant la période des crues, la transparence est plus élevée tout en restant faible (10m). Il semble donc que dans cette zone la turbidité biologique soit relativement plus élevée que la turbidité terrigène, et qu'elle reste importante toute l'année.

En résumé la zone d'oscillation et la zone d'upwellings sont deux entités climatiques et hydroclimatiques différentes. La première suit un cycle d'influence boréale, la seconde un cycle d'influence australe. Le rôle des crues des fleuves sur la turbidité relative des deux zones est différent et se traduit par un asynchronisme des variations saisonnières de celle-ci. Elle est maximale de décembre à mai au Cap Roxo (Sénégal), et de mai à octobre dans la zone comprise entre le Cap des Palmes et le Cap Formose (fig.8). Il est intéressant de comparer le comportement des crevettes dans ces deux zones.

3.- MATERIEL ET METHODES

3.1.- RESULTATS OBTENUS PAR LES CREVETTIERS PROFESSIONNELS

La flottille crevetteière basée à Abidjan (Côte d'Ivoire) exploite, plus ou moins intensivement depuis 1969 les fonds à crevettes situés entre la Sierra Leone et le Nigéria.

Des cahiers de pêche ont été distribués aux patrons et les coups de chalut y sont répertoriés individuellement. Des renseignements concernant la pêche au Sénégal nous ont été fournis par de BONDY (Centre d'Océanographie de Dakar-Thiaroye). Un grand nombre de données étaient donc disponibles pour une aire géographique étendue, permet-

tant l'étude des variations nycthémerales des rendements dans un cadre spatio-temporel assez large.

3.2.- CAMPAGNES EXPERIMENTALES

Si les résultats obtenus à partir des cahiers de pêche ont l'avantage du nombre et de l'étendue géographique couverte, ils perdent en précision à l'échelle de la journée. Les traits durent d'une heure et demie à trois heures, et le traitement appliqué aux données introduit un certain lissage des variations à très courte période. Deux campagnes ont donc été effectuées du 20 au 24 mai 1969 et du 6 au 10 février 1970 (VR I et VR II). Les traits furent effectués parallèlement à la côte à une profondeur de 45 mètres (profondeur d'abondance maximale moyenne pour la zone), avec un chalut "semi baloon" de 11 mètres de corde de dos. Tous les traits effectués dans le même sens, sur une aire géographique restreinte, en revenant toujours débiter le trait au même point, couvraient une distance de 2,5 à 2,6 km en 45 minutes.

3.3.- TRAITEMENT DES DONNEES

Les données disponibles sur les cahiers de pêche ont été traitées sur ordinateur à l'aide de programmes rédigés par FONTENEAU et De BOISSET*, permettant l'étude, d'une part, des rythmes quotidiens, et d'autre part des variations saisonnières du phénomène.

4.- RESULTATS ET DISCUSSIONS

4.1.- ZONES D'UPWELLINGS

* Assistant au Centre de Recherches Océanographiques d'Abidjan (C.I.)

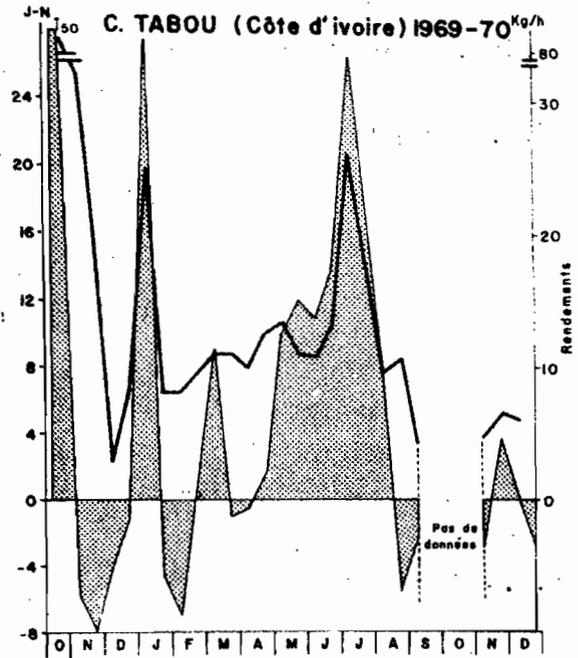
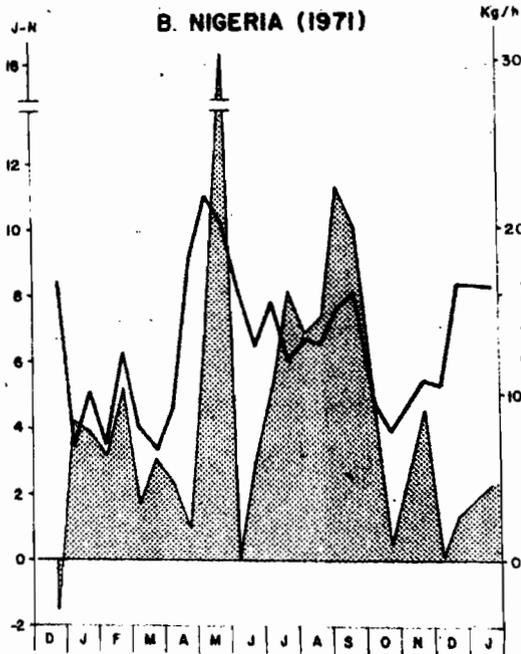
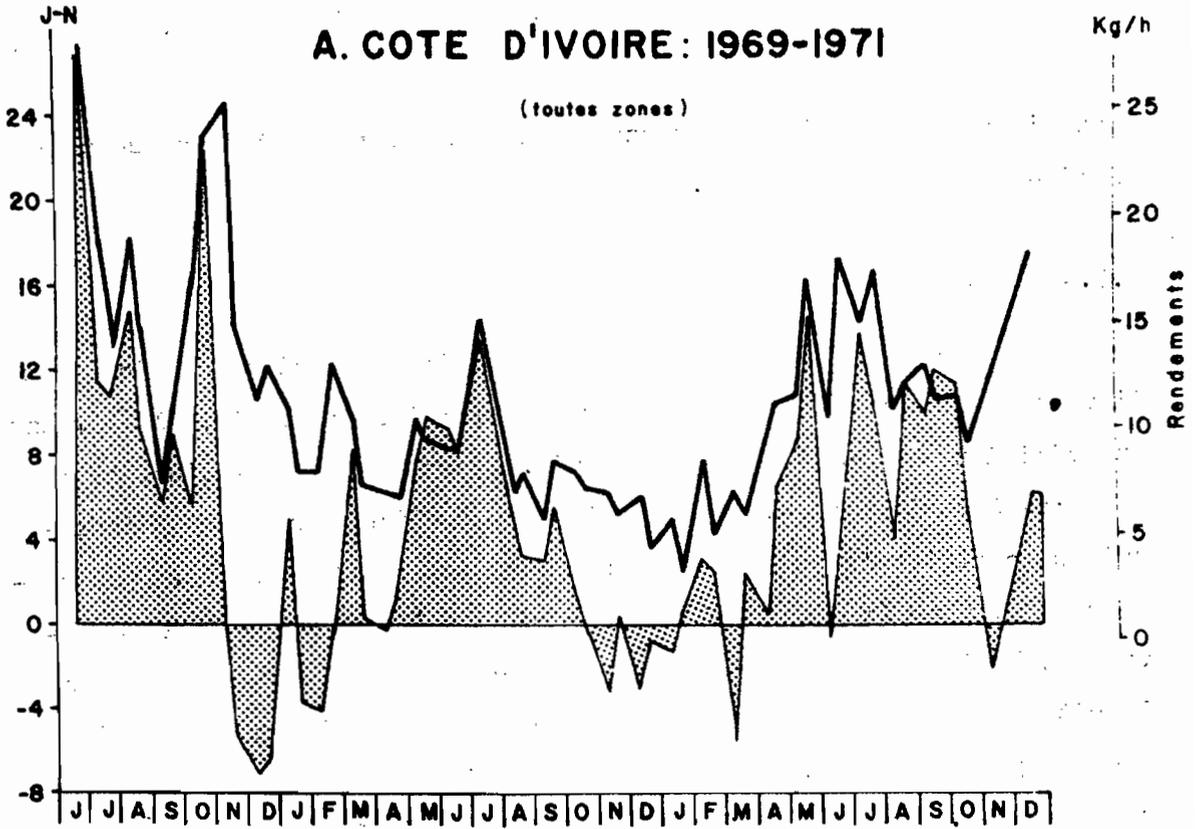


Fig. 9 - Evolution de l'écart entre les rendements de jour et de nuit et rendements horaires moyens.

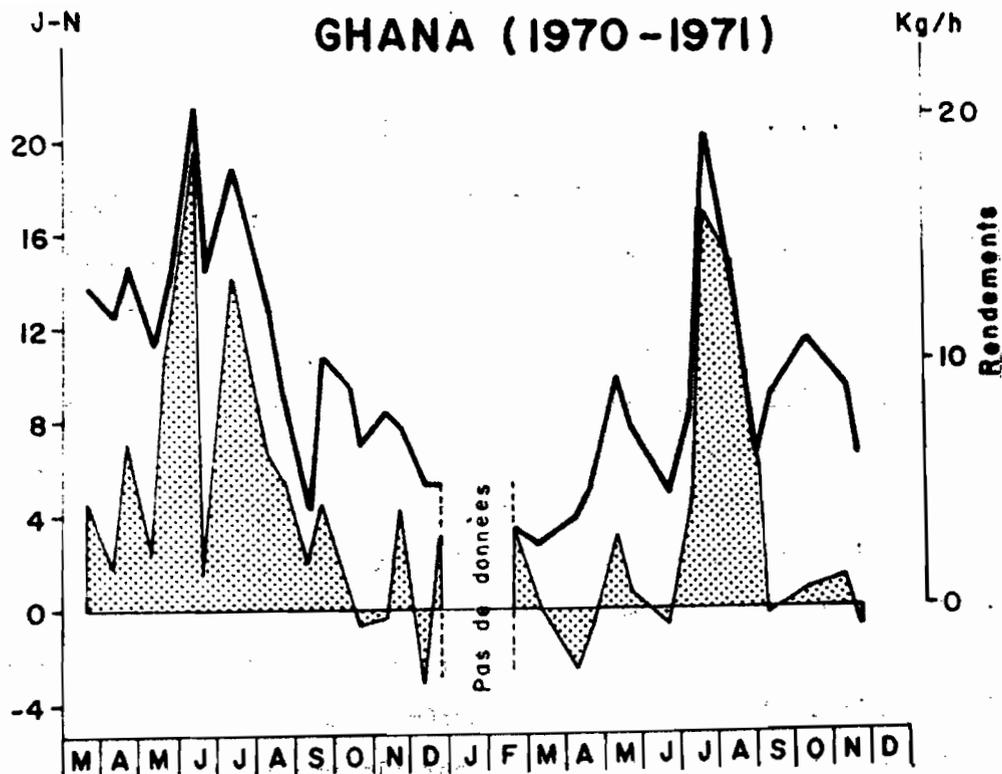


Fig. 10 - Evolution de l'écart entre les rendements de jour et de nuit et rendements horaires moyens.

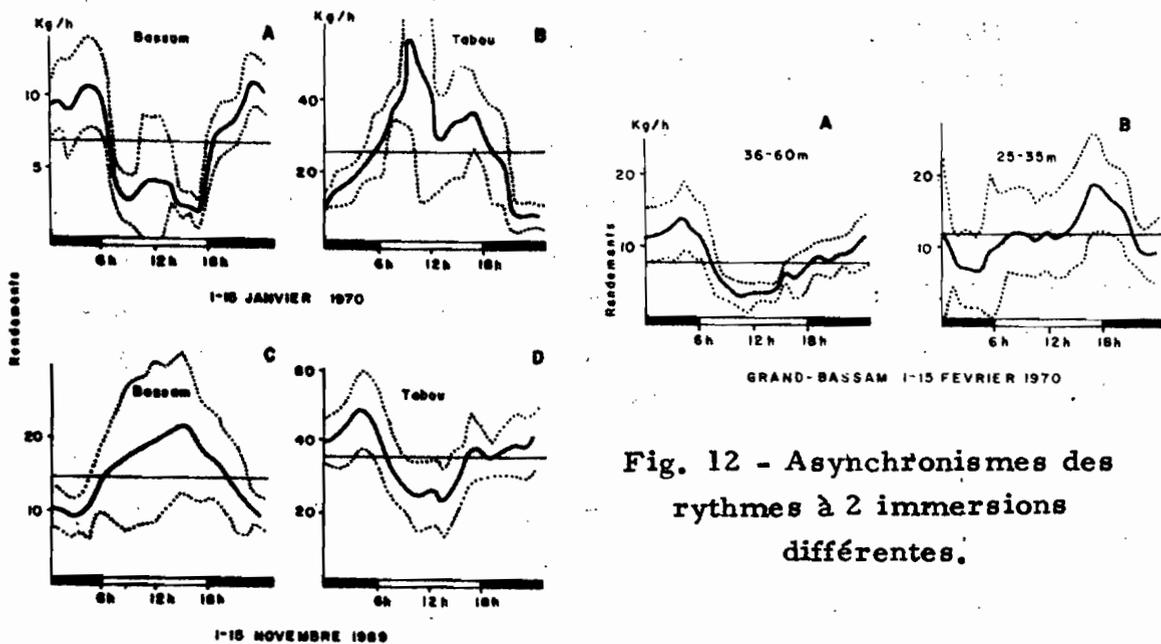


Fig. 12 - Asynchronismes des rythmes à 2 immersions différentes.

Fig. 11 - Asynchronismes géographiques (Côte d'Ivoire)

4.1.1.- Dépouillement des cahiers de pêche

Comme on devait s'y attendre, étant donné la diversité des observations déjà publiées, le phénomène présente une variance importante. L'écart entre les rendements de jour et de nuit (J-N) varie de façon très importante au cours de l'année (fig.9 et 10). Il apparaît cependant une périodicité qui est particulièrement nette en Côte d'Ivoire et au Ghana où les données portent sur une longue période.

Entre avril et septembre-octobre les rendements de jour sont, dans l'ensemble, beaucoup plus importants que les rendements de nuit. L'écart y est plus stable.

Entre novembre et mars s'étend une période caractérisée par son instabilité. L'écart (J-N) est extrêmement variable d'une quinzaine à l'autre. Les rendements de jour y sont alternativement plus ou moins importants que ceux de nuit, et les rythmes y sont fugaces. Le rythme peut être inverse sur deux zones relativement proches (Grand Bassam et Tabou, fig.11), alors qu'entre mai et octobre il est synchrone sur toute la Côte d'Ivoire. Il peut aussi apparaître différent entre deux profondeurs voisines. Pendant la première quinzaine de février 1970 par exemple, le rythme observé par les chalutiers entre 36 et 60m (en moyenne l'effort était localisé sur 40-45m) indique un maximum de nuit (fig.12). Les résultats obtenus sur les mêmes fonds pendant la campagne VR II concordent (fig.15); cependant le rythme observé sur les fonds de 25-35m est différent, et bien que peu net, présente les valeurs minimales de nuit. Une étude du cahier de pêche du "Quercy" montre assez bien le phénomène (fig.13). Les 4, 5 et 6 février la pêche à 40-45m est meilleure de nuit. Les 7, 8 et 9, à 30-35m, elle est meilleure de jour, alors que durant ces trois jours les résultats obtenus pendant la campagne VR II, sur 45m, sont totalement opposés.

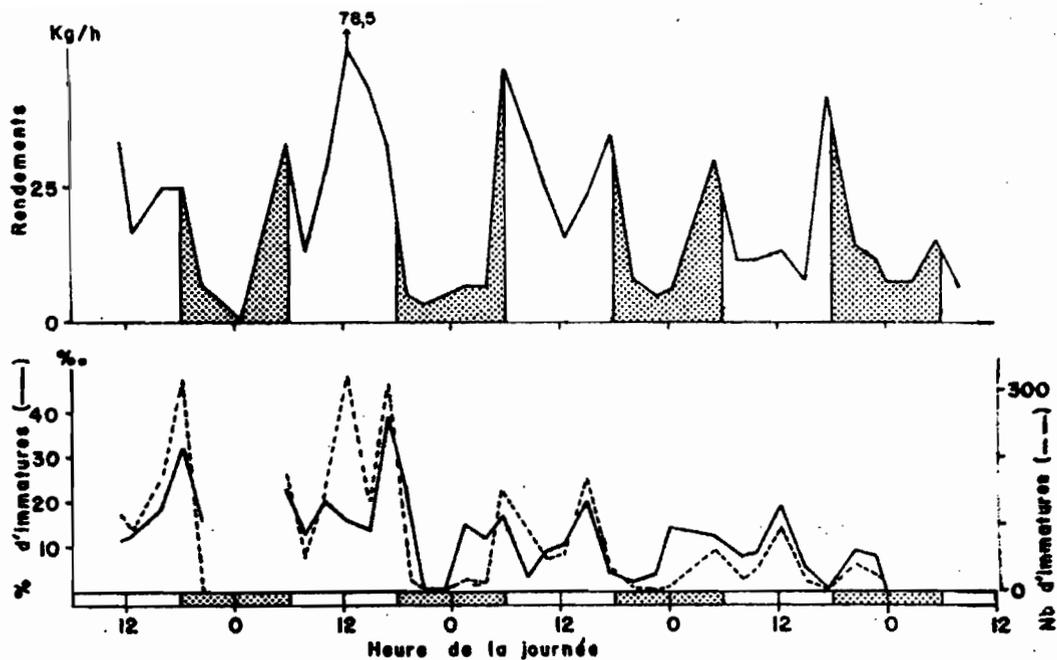


Fig. 14 - Résultats de la campagne VR I (20-24 mai 1969)

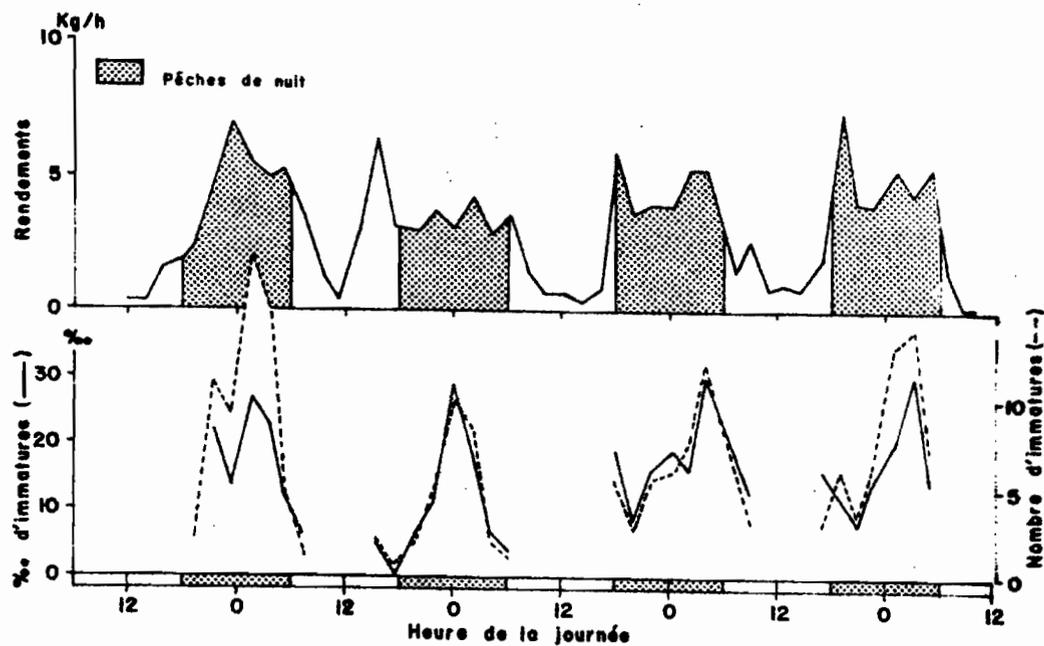


Fig. 15 - Résultats de la campagne VR II (6-10 février 1970)

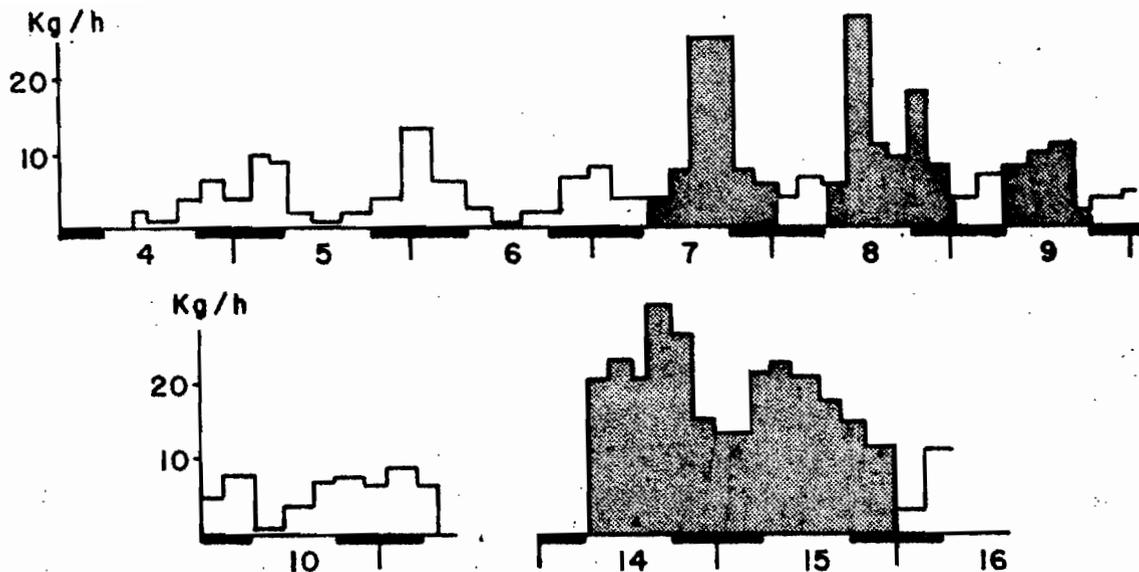


Fig. 13 : Rendements obtenus par le QUERCY du 4 au 16 février 1970 de 40 à 45 m () et de 30 à 35 m ().

A partir des renseignements obtenus lors du premier traitement, un certain nombre de quinzaines, où l'effort de pêche était suffisant, ont été traitées pour mettre en évidence l'allure moyenne du rythme journalier pendant cette quinzaine (fig. 18 à 22). On distingue trois types de diagrammes :

- quand les rendements de jour sont les plus élevés, la courbe présente deux paliers correspondants aux périodes diurne et nocturne séparées par une transition plus ou moins abrupte à l'aube et au crépuscule (comportement apparent diurne).

- quand les rendements de nuit sont les plus élevés, le diagramme est exactement inversé (comportement apparent nocturne).

- quand la différence entre les rendements de jour et de nuit est peu marquée, il apparaît généralement deux pics vers l'aube et le crépuscule (comportement apparent de transition).

4.1.2.- Campagnes expérimentales (VR)

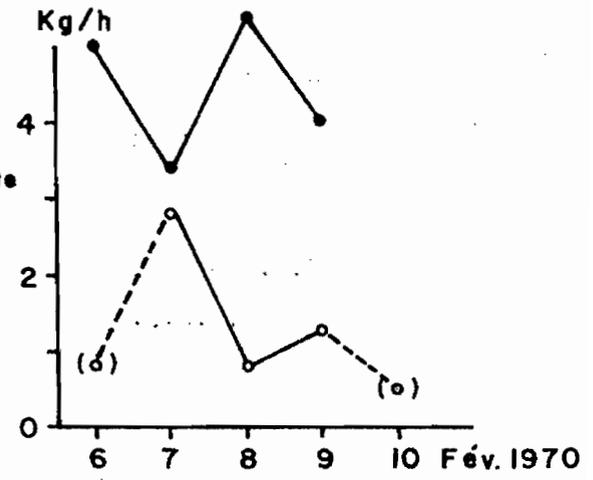
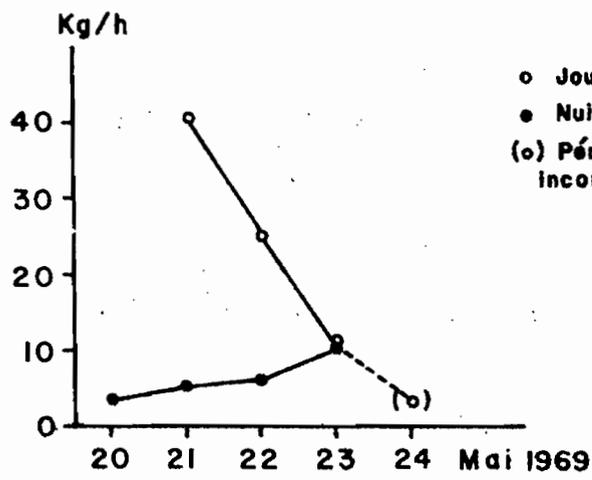
4.1.2.1.- Campagne VR I: du 20 au 24 mai 1969 (fig.14)

Si l'on sépare les valeurs observées en valeurs de jour (de 7 heures à 17 heures), de nuit (de 19 heures à 5 heures) et de transition (de 17 heures à 19 heures, et de 5 heures à 7 heures) on obtient le tableau suivant:

	Jour	Nuit	Transition	Moyenne
Rendement (Kg.)	24,4	6,6	32,9	19,3
En pourcentage	126,4	34,2	170,5	100,0

Les meilleurs rendements sont obtenus pendant la journée et surtout à l'aube et au crépuscule. Il apparaît de plus, pendant cette campagne, une nette diminution des rendements de jour et une augmentation simultanée des rendements de nuit (fig. 16). Le rendement moyen pour la journée diminue parallèlement à l'écart (J-N). La perte de biomasse apparente de jour n'est donc pas transférée en totalité à la période nocturne. Une partie du stock disparaît. Nous reviendrons sur ce phénomène dans la discussion.

Afin de vérifier si les immatures avaient le même comportement que les adultes, les variations de leur nombre et de leur proportion en pourcentage dans les prises ont été portées sur les figures 14 et 15B. Le rythme est identique les deux premiers jours. Il est



VRI

VR II

Fig. 16 - Evolution des rendements de jour et de nuit pendant les campagnes V R

..... Pêches de jour ——— Pêches de nuit

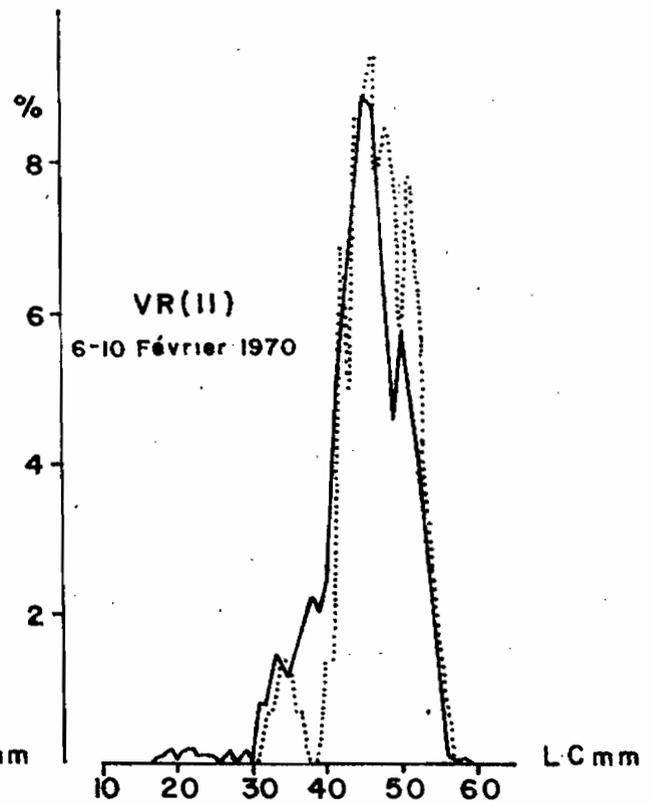
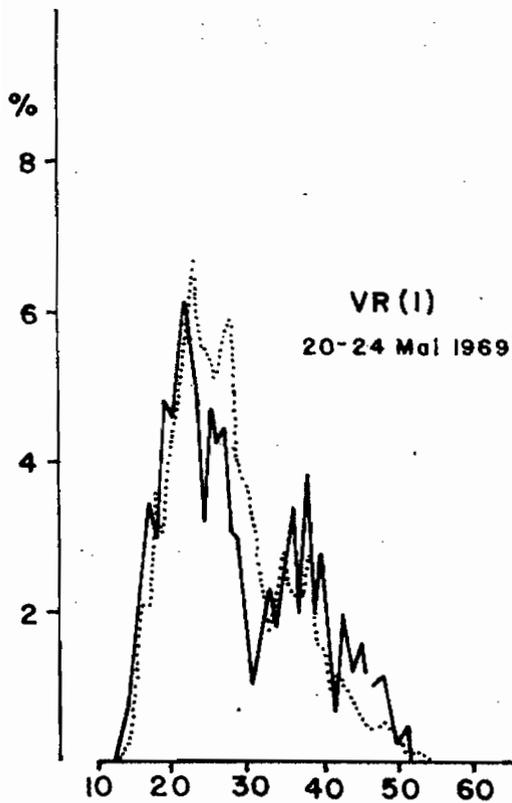


Fig. 17 : Polygones de fréquence des tailles = femelles

bimodal et le pic du soir est le plus important. Quand l'abondance apparente de la population augmente, le nombre de juvéniles augmente également ainsi que leur proportion dans la population. On note cependant, les 22 et 23 mai, un décalage entre les variations d'abondance de la population et celles de sa composante juvénile: les pics d'abondance sont décalés dans le temps et ont lieu plus tôt pour les juvéniles. De plus il existe également une décroissance, et du nombre de juvéniles et de leur proportion dans la population, entre le 20 et le 24 mai. Là encore l'abondance des juvéniles diminue plus vite que celle du reste de la population.

Cette diminution des rendements, de l'abondance des juvéniles ainsi que la modification de leur rythme d'activité semblent indiquer que la campagne a été effectuée pendant une période de transition.

4.1.2.2.- Campagne VR II (fig.15) du 6 au 10 février 1970

Les rendements sont beaucoup plus faibles; les variations sont pourtant très claires. Les valeurs maximales sont obtenues de nuit, et les valeurs minimales de jour. Il apparaît aussi un pic en fin de journée mais il est beaucoup moins net que pendant VR I. Les valeurs obtenues sont les suivantes:

	Jour	Nuit	Transition	Moyenne
Rendement (Kg.)	1,4	4,4	3,3	3,3
En pourcentage	46,7	146,7	110,0	100,0

Le comportement des immatures est plus difficile à étudier car ils représentent une proportion très faible de la population. Il y a très peu de crevettes ayant moins de 30mm de carapace, mais on n'en

trouve que dans les traits de nuit. Les polygones de fréquence des tailles de femelles capturées de jour (6 heures à 18 heures), et de nuit (18 heures à 6 heures) montrent cette disparition des immatures pendant le jour (fig.17). Sur la figure 15, et afin d'obtenir des valeurs significatives, le pourcentage calculé est celui des crevettes de taille inférieure à 40mm. Les valeurs les plus basses sont obtenues entre 6 heures et 18 heures, quand les rendements sont minimaux.

4.1.3.- Discussion

Les différentes observations effectuées sur P. duorarum dans le Golfe du Mexique (citées au début de cet article) indiquent que cette espèce est un animal nocturne, actif la nuit sur le sédiment, et au repos le jour, enfoui le plus souvent. Cela se traduit par des rendements élevés la nuit, et très faibles le jour. Les rendements donnent une image assez fidèle du comportement réel.

Dans les zones d'upwellings, le comportement semble différent. Le rythme d'activité exceptionnel dans les fonds de pêche de Floride, y devient pratiquement la règle. Or, les observations effectuées sur la côte d'Afrique et dans le Golfe du Mexique sur d'autres aspects de la biologie de cette espèce montrent de grandes similitudes. Il est donc a priori peu satisfaisant pour l'esprit que le comportement de l'espèce vis à vis de la lumière soit, sur la côte est-atlantique, différent de ce qu'il est sur la côte ouest, et il est plus tentant de penser que le rythme d'activité de l'espèce est identique mais que sa manifestation dans les prises du chalut est différente, ou encore que les rendements donnent une image fautive de l'activité réelle des crevettes dans nos régions. Dans la suite de cet article, le comportement apparent, biaisé, sera distingué du comportement réel.

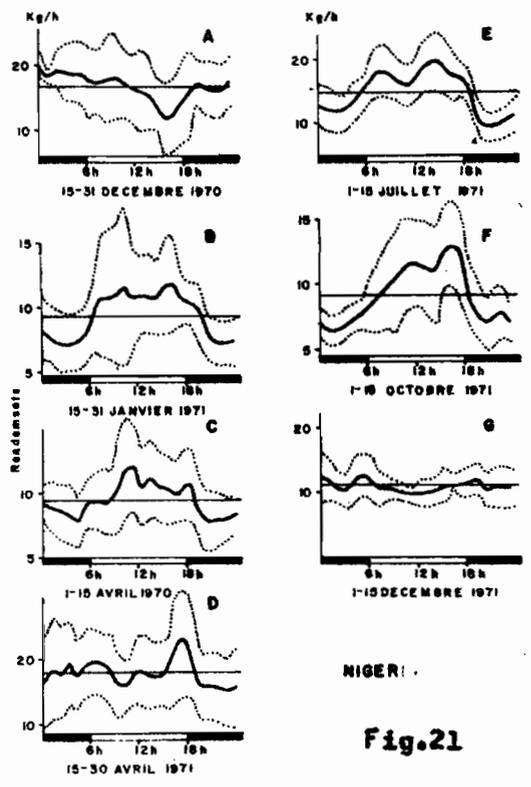
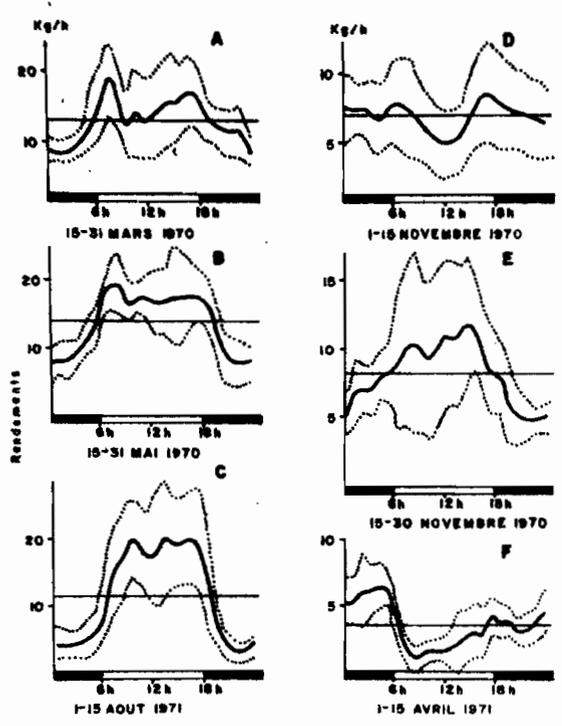
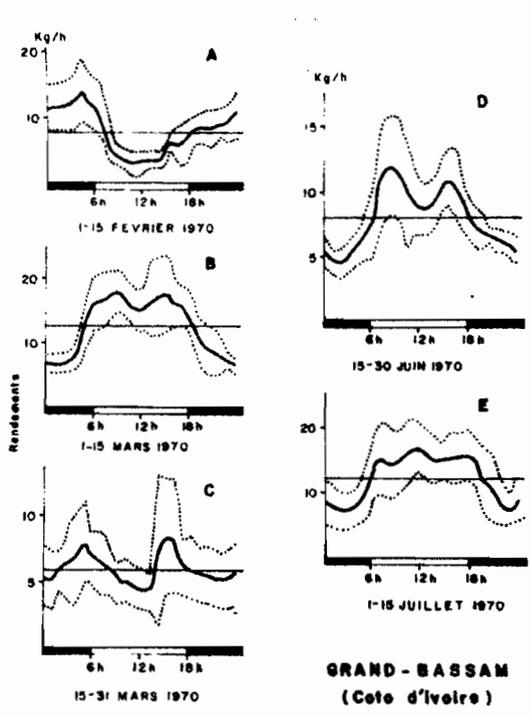
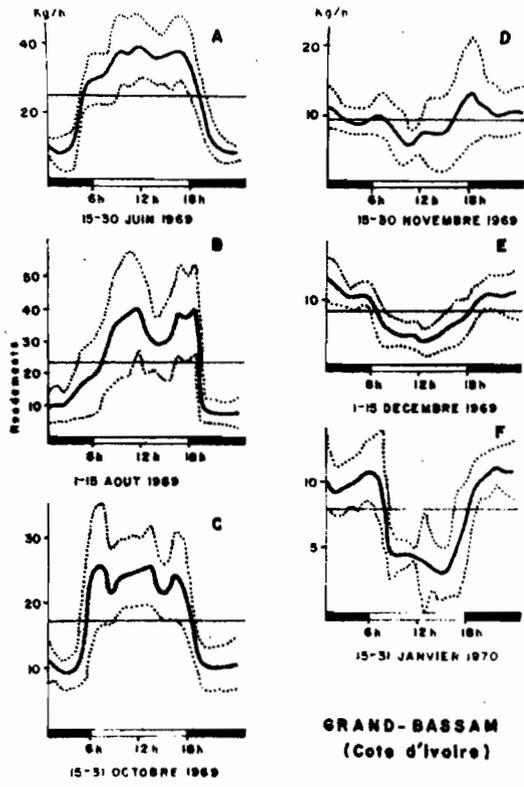


Fig. 18-21 - Rythmes nycthémeraux des rendements dans la zone d'upwellings.

4.2.- LA ZONE SENEGAMBIENNE D'OSCILLATION DES MASSES D'EAU

Les données disponibles sont très inégales. Elles sont nombreuses pour les mois de février, juin, juillet, août et novembre 1968, inexistantes pour janvier, mars et avril, fragmentaires pour mai, septembre et octobre.

En février les rendements les meilleurs sont obtenus de nuit. En juin, juillet, août et novembre, les rendements sont maximaux entre 6 heures et 18 heures. En mai, septembre et octobre l'examen des pêches d'un seul crevettier montre des rendements maximaux de jour. Si l'on combine ces résultats et ceux publiés par ~~de~~ BONDY (1968), on discerne là aussi deux périodes différentes dont les limites sont difficiles à déterminer à cause du manque de continuité dans les données disponibles. Il semble que pendant la première moitié de l'année, à des eaux extrêmement turbides, correspond un rythme d'activité mal caractérisé, qui se traduit par de bons rendements de nuit (fig.22A), ou par une différence non significative entre les rendements de jour et de nuit. Dans la seconde moitié de l'année, les eaux sont plus transparentes mais restent malgré tout très turbides (10 mètres environ). Le comportement apparent est alors diurne et très bien caractérisé. Il y a là une contradiction avec ce que l'on a observé dans la zone d'upwellings. Dans ces eaux très turbides, qui rappellent les eaux du Cap Formose (Nigéria), les bons rendements devraient être obtenus pendant le jour pratiquement toute l'année, ou tout au moins pendant la période la plus turbide, or ce n'est pas le cas.

La différence fondamentale entre ces eaux et les eaux nigériennes est leur température. Les eaux sur les fonds à crevettes du Nigéria, qui sont très côtiers, évoluent entre 24° et 29°C. Celles du Cap Roxo peuvent en saison froide atteindre 15 degrés. Or FUSS et OGRÉN (1966) ont montré que l'activité de P. duorarum diminuait de 50% environ à 15°C, et était maximale vers 25°C. Cette inactivité, si elle se véri-

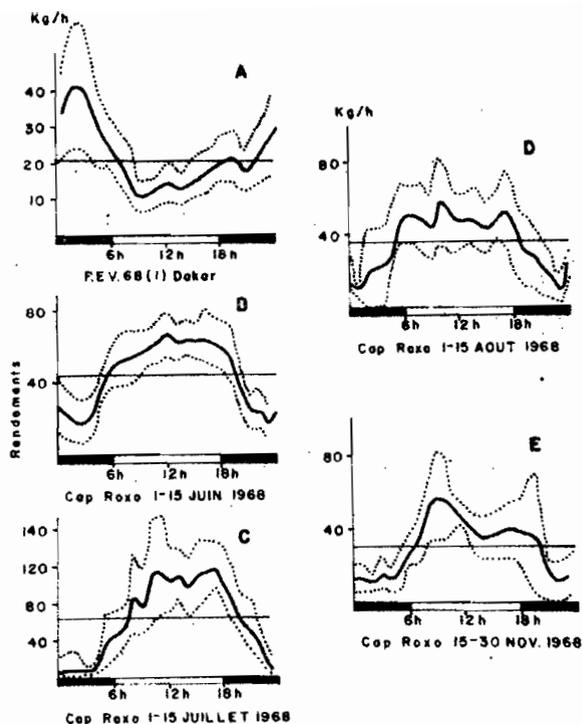


Fig. 22 - Rythmes nycthémeraux
des rendements au Cap Roxo

fiat, se traduirait effectivement par un diagramme plat et d'excellents rendements puisque tout le stock serait au niveau du fond, de jour comme de nuit. Lorsque la température remonte en avril-mai, les eaux deviennent plus claires, mais la turbidité reste malgré tout élevée. On note bien alors un comportement apparent diurne caractéristique des eaux turbides.

Il serait là aussi intéressant de souligner la relation entre les variations saisonnières de rendements et de rythme. Selon CROSNIER et de BONDY (1967), la pêche au Cap Roxo peut se faire de décembre à juillet. Selon de BONDY (1968), elle est optimale en saison froide et irrégulière en saison chaude. Les rendements seraient donc les

meilleurs quand les eaux sont les plus froides et les plus turbides. On retrouve une situation analogue à celle observée en zone d'upwellings, avec cependant une différence importante: la saison optimale de pêche correspondrait, dans la zone sénégalienne, à un comportement apparent de transition, au lieu d'un comportement apparent diurne comme en zone d'upwellings.

4.3.- HYPOTHESE CONCERNANT LE MECANISME DE CES VARIATIONS SAISONNIERES DE COMPORTEMENT

Si nous admettons que le rythme de base est celui d'un animal à activité nocturne, il reste à comprendre par quel mécanisme le rythme de variation des rendements dans les pêches apparaît totalement différent à certaines périodes de l'année.

Les rendements observés sont de trois types:

- rendements maximaux de nuit (comportement apparent nocturne); ils correspondent au comportement réel.

- rendements de jour et de nuit peu différents, mais deux pics d'activité à l'aube et vers le soir (comportement apparent de transition).

- rendements maximaux de jour (comportement apparent diurne).

4.3.1.- Comportement apparent nocturne

C'est le plus classique, celui qui est la règle sur les fonds de Floride, où il est exceptionnellement perturbé par une turbidité élevée. Il est plus rare sur la côte ouest-africaine, et correspond aux eaux les plus claires. Les crevettes sont actives sur le fond la nuit, et enfouies le jour pour fuir la lumière, ou les prédateurs. Les chaluts sont équipés de chaînes pour chasser ces crevettes enfouies hors du sédiment à portée du chalut, mais elles sont d'une efficacité

Les cas exceptionnels en Floride sont liés à une turbidité élevée, ou à une couverture nuageuse extrêmement dense (FUSS, 1964), c'est à dire probablement à une altération de la lumière reçue sur le fond. Il est possible que la turbidité soit aussi le facteur qui provoque, sur la côte ouest-africaine, les perturbations observées. Cette turbidité élevée est en effet une des caractéristiques essentielles des biotopes à *P. duorarum* sur la côte ouest-africaine, par opposition à leurs homologues de Floride. CROSNIER (1965), et LE GUEN et CROSNIER (1968). FONTANA et BA M'BAYE (1972) invoquent également son influence. Les observations permettant d'étayer cette hypothèse sont cependant rares sinon inexistantes.

L'action d'autres facteurs hydrologiques pourrait être envisagée, mais ils ne suivent pas aussi parfaitement les variations saisonnières. En Côte d'Ivoire en particulier, la période de comportement apparent diurne déborde de part et d'autre de la saison froide, alors qu'elle correspond parfaitement à la saison turbide.

C'est dans le but de définir les relations possibles entre ce comportement apparent et la turbidité que l'on s'est attaché à définir les variations saisonnières des deux phénomènes sur une aire aussi vaste que possible.

Ces variations concordent bien (fig.9 et 10). L'écart entre les rendements de jour et de nuit (J-N) est maximal et relativement stable de mai à octobre, lorsque les eaux sont le plus turbides. Cet écart est plus variable et peut devenir négatif entre janvier et avril lorsque les eaux sont plus claires. Au Nigéria où les eaux sont turbides toute l'année, l'écart est pratiquement toujours négatif, mais les valeurs maximales sont aussi atteintes de mai à septembre pendant que les eaux sont le plus turbides. L'écart (J-N) est relativement plus instable en période d'eaux claires. Les inversions y sont beaucoup plus fréquentes. Cela peut s'expliquer en Côte d'Ivoire, par les variations

à courte période des qualités de l'eau pendant la saison chaude (MOR-LIERE, 1970). Si la lumière au fond est alors proche d'une valeur seuil, de faibles variations de l'éclairement peuvent provoquer de fortes perturbations du rythme d'activité.

L'asynchronisme entre deux immersions voisines, observé en février 1970 est intéressant et l'on peut trouver deux hypothèses permettant de l'expliquer.

Tout d'abord cette inversion de rythme peut correspondre à une migration de crevettes perpendiculaire à la côte. Elles seraient de nuit sur les fonds de 40 à 60 mètres, et de jour sur les fonds de 30-40 mètres. Un tel phénomène de migration a déjà été cité par DURAND (1959). Il est cependant assez peu probable sur nos côtes, car de tels mouvements entraîneraient un brassage de la population; or il existe sur le plateau continental ivoirien une répartition bathymétrique des tailles, nettement caractérisée et peu compatible avec un tel brassage. Cette inversion peut aussi traduire une différence réelle de comportement liée aux variations de la turbidité en fonction de la profondeur. Celle-ci est plus élevée dans les petits fonds (fig.7). Cette différence s'accroît certainement au début de la saison turbide qui correspond à une période de mauvais temps. Dans le cadre de cette hypothèse, une augmentation de la turbidité se traduirait par le passage d'un comportement nocturne à un comportement apparent diurne.

Le changement saisonnier de comportement apparent qui a lieu en octobre peut avoir lieu plus tôt, en août-septembre dans les zones de Tabou et du Ghana. Ce sont des zones d'upwellings particulièrement intenses, où les eaux profondes peuvent chasser les eaux turbides vers le large. Leur productivité phytoplanctonique étant au début très faible, elles sont claires, et cette chute précoce de la turbidité pourrait expliquer l'inversion.

limitée. Les rendements de nuit sont les plus représentatifs de l'abondance réelle du stock.

4.3.2.- Comportement apparent diurne

C'est le plus fréquent sur la côte africaine et il est lié à une turbidité élevée. Les crevettes sont donc au niveau du fond dans la journée (puisque dans la zone d'upwellings les meilleurs rendements correspondent à ce comportement). L'obscurité relative qui y règne les dispense de s'enfouir. La nuit ces crevettes ne sont plus disponibles. L'abondance apparente peut être dix fois moindre. La seule explication plausible, dans le cadre d'un comportement de base nocturne, est que ces crevettes, très actives la nuit, quittent le fond au crépuscule pour monter en pleine eau, hors de portée des chaluts, et ne redescendent qu'à l'aube. Le rythme apparent est l'inverse du rythme réel par le biais d'une variation de la disponibilité vis à vis du chalut de fond. La possibilité pour cette espèce habituellement vagile de devenir noctonique, a déjà été envisagée par LE GUEN et CROSNIER (1968). Ce phénomène a été vérifié par COSTELLO et ALLEN (1968) qui citent plusieurs observations exceptionnelles de bancs denses de crevettes en surface la nuit. En Côte d'Ivoire, pendant la migration, nous avons également observé des crevettes en surface, au-dessus de fonds de 18m. Un élément de preuve est apporté par THOMAS (1966) quand il note une amélioration des rendements de nuit au Nigéria, en utilisant des chaluts à grande ouverture. Cette hypothèse paraît donc plausible mais demande à être vérifiée. Elle pourrait l'être par une prospection à l'échosondeur couplée à des pêches au chalut pélagique. Elle est d'autant plus intéressante qu'elle permet d'envisager l'usage de chaluts semi-pélagiques ou pélagiques pendant une partie de l'année pour améliorer les rendements de nuit ou de transition, et supprimer ainsi certaines "coupures" saisonnières.

L'évolution saisonnière des rendements horaires moyens est intéressante à comparer à celle de l'écart (J-N). (fig.9 et 10). Les variations sont dans l'ensemble concomitantes. Les périodes où le comportement apparent est diurne sont les périodes où l'abondance apparente est la plus élevée, et les rendements les meilleurs correspondent aux écarts les plus importants. Le passage d'un comportement apparent diurne à un comportement apparent nocturne ou de transition, se traduit par une baisse du rendement horaire moyen de la journée. Il ne s'agit donc pas d'un transfert intégral de biomasse disponible. Les crevettes qui brutalement ne sont plus disponibles pour le chalut dans la journée, ne deviennent pas toutes disponibles la nuit, et au passage d'un comportement apparent diurne à un comportement apparent de transition ou nocturne correspond une chute de la biomasse apparente, exprimée par la prise par unité d'effort de pêche. C'est certainement ce que l'on a observé pendant la campagne VR I (fig.14). Les variations rapides de la biomasse apparente correspondent en fait à des variations de la disponibilité des crevettes vis à vis de l'engin de prélèvement.

Il est intéressant de remarquer d'autre part, que les juvéniles semblent être l'élément le plus mobile de la population. Leur abondance suit un rythme synchrone de celui des adultes, mais leur proportion dans la population également. C'est à dire qu'ils disparaissent et réapparaissent dans les prises plus rapidement que le reste du stock.

Les résultats obtenus dans cette zone par les différents auteurs s'intègrent très bien dans le cadre de ces variations saisonnières. Il convient seulement de noter qu'au Nigéria RAITT et NIVEN en 1965, et THOMAS en 1966, ont observé des rendements maximaux de nuit en saison d'eaux claires, alors qu'en 1971 nous n'avons observé qu'une chute des rendements de jour, sans inversion réelle (fig.9B).

4.3.3.- Comportement de transition

La différence entre les rendements de jour et de nuit est très faible. Le diagramme apparaît plat avec en général deux pics, à l'aube et au crépuscule (fig. 21G). Ce comportement peut être soit un artéfact de calcul, soit un comportement réel.

En effet, les inversions de rythme peuvent être rapides. Si la période sur laquelle le calcul est effectué contient une ou plusieurs inversions de rythme, le diagramme moyen pour la période sera artificiellement plat. Ceci expliquerait que ces diagrammes se rencontrent en période de transition lorsque la saison turbide s'installe ou se termine (mars-avril et novembre-décembre).

Le diagramme peut aussi correspondre à la réalité si à cause d'une turbidité réduite, une partie seulement du stock s'enfouit le jour et si, la nuit, les crevettes ne décollent que légèrement du fond, restant en partie à portée des chaluts. Le stock de crevettes ne serait entièrement disponible ni le jour, ni la nuit, ce qui se traduirait par des rendements peu élevés.

Un cas particulier a déjà été envisagé pour expliquer les variations de rendements au Sénégal en saison froide. Dans ce cas les basses températures pourraient être responsables de l'absence apparente de rythme.

BIBLIOGRAPHIE

- BERRIT (G.R.), 1952.- Esquisse des conditions hydrologiques du Cap Vert à la Gambie. Bull. IFAN, 14, 3: 735-761.
- BERRIT (G.R.), 1961.- Contribution à la connaissance des variations saisonnières dans le Golfe de Guinée: Observations de surface le long des lignes de navigation. Cah. Océanogr., 13, 10: 715-727.

- BERRIT (G.R.), 1962.- Contribution à la connaissance des variations saisonnières dans le Golfe de Guinée: Observations de surface le long des lignes de navigation. Cah.Océanogr., 14, 9: 633-643.
- BONDY (E. de), 1968.- Observations sur la biologie de Penaeus duorarum au Sénégal. Doc. Scient. prov. CRO Dakar-Thiaroye, n°16, 50 p.
- CHABANNE (J.), PLANTE (R.), 1971.- Analyse des échantillons des pêches industrielles de crevettes de la côte ouest de Madagascar. Cahiers O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., IX, 3: 363-374.
- CHAMPAGNAT (C.) et coll., 1969.- Observations océanographiques exécutées en 1968. Doc. scient. prov. CRO Dakar-Thiaroye, n°19, 169 p.
- COSTELLO (T.J.), ALLEN (D.M.), 1968.- Mortality rates in population of pink shrimp Penaeus duorarum on the Sanibel and Tortugas grounds, Florida.Fish. Bull., 66, 3: 491-502.
- CREMOUX (J.L.), 1970.- Observations océanographiques exécutées en 1969. Doc. scient. prov. CRO Dakar-Thiaroye, n°24, 216 p.
- CREMOUX (J.L.), 1971.- Observations océanographiques exécutées en 1970. Doc. scient. prov. CRO Dakar-Thiaroye, n°33, 171 p.
- CROSNIER (A.), 1964.- Fonds de pêche le long des côtes de la République Fédérale du Cameroun. Cahiers O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., n° spécial, 132 p.
- CROSNIER (A.), 1965.- Les crevettes penaeïdes du plateau continental malgache. Cahiers O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., suppl. III, 3: 157 p.
- CROSNIER (A.), BERRIT (G.R.), 1966.- Fonds de pêche le long des côtes du Dahomey et du Togo. Cahiers O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., suppl. IV, 1: 144 p.
- CROSNIER (A.), BONDY (E. de), 1967.- Les crevettes commercialisables de la côte ouest de l'Afrique intertropicale. Init. Doc. techn. O.R.S.T.O.M., n°7, 66 p.

- DANDONNEAU (Y.), 1972.- Aspects principaux des variations du phytoplancton sur le plateau continental ivoirien. Doc. Scient. CRO Abidjan, II, 2: 32-59.
- DURAND (J.), 1959.- Note sur le plateau continental guyannais. Les éléments principaux de la faune et leurs relations avec le fond. Cahiers O.R.S.T.O.M., n°3, 93 p.
- ELDRED (B.) et coll., 1961.- Biological observations on the commercial shrimp Penaeus duorarum (Burkenroad) in Florida waters. Prof. pap. sér. Fla. Bd. Conserv., 3, 139 p.
- FONTANA (A.), BA M'BAYE, 1972.- La pêche de Penaeus duorarum au gabon. Doc. scient. Cent. O.R.S.T.O.M. Pointe Noire, NS 19, 9 p.
- FUSS (C.M.) Jr., 1964.- Observations on burrowing behaviour of the pink shrimp Penaeus duorarum (Burkenroad). Bull. Mar. Sci. Gulf & Caribb., 14, 1: 62-73.
- FUSS (C.M.) Jr., OGREN (L.), 1966.- Factor affecting activity and burrowing habits of pink shrimp Penaeus duorarum (Burkenroad) Biol. Bull. 130, 2: 170-191.
- GARCIA (S.), FONTENEAU (A.), 1971.- La pêche à la crevette en Côte d'Ivoire. Bilan 1969-1970 et perspectives. Pêche Maritime, n°1120: 590-593.
- HUGHES (D.A.), 1969.- Factors controlling time emergence of pink shrimp Penaeus duorarum. FAD Fish. Rep., 57, 3: 971-981.
- LINDNER (M.J.), BAILLEY (J.E.), 1968.- Distribution of brown shrimp Penaeus aztecus (Ives) as related to turbid waters photographed from space. Fish. Bull., 67, 2: 289-294.
- LE GUEN (J.C.), CROSNIER (A.), 1968.- Contribution à l'étude du rythme quotidien d'activité de la crevette Penaeus duorarum (Crustacea, Decapoda, Natantia). Bull. Mus. Hist. Nat. Paris, 40, 2: 342-350.
- LONGHURST (A.R.), 1962.- A review of the Oceanography of the Gulf of Guinea. Bull. IFAN, sér.A, 24, 3: 633-663.

- LONGHURST (A.R.), 1964.- The coastal oceanography of western Nigeria. Bull. IFAN, sér.A, 26, 2: 337-402.
- MORLIERE (A.), 1970.- Les saisons marines devant Abidjan. Doc.scient. CRO Abidjan, I, 2: 1-15.
- MORLIERE (A.), REBERT (J.-P.), 1972.- Étude hydrologique du plateau continental ivoirien. Doc. scient. CRO Abidjan, III, 2: 1-30.
- RACEK (A.A.); 1959.- Prawn investigations in eastern Australia. State Fish. Res. Bull., n°6, 57 p.
- RAITT (D.F.S.), NIVEN (D.R.), 1969.- Exploratory prawn trawling in the waters off the Niger delta. In: Symposium sur l'océanographie et les ressources halieutiques de l'Atlantique tropical (1er). Abidjan 1966. Actes. Rapports de synthèse et communications UNESCO - PARIS: 403-414.
- ROSSIGNOL (M.), ABOUSSOUAN (M.T.), 1965.- Hydrologie marine côtière de la presqu'île du Cap Vert. Contribution à l'étude de la productivité des eaux. Publ. Prov. O.R.S.T.O.M. Centre Océanogr. Dakar-Thiaroye, 156 p.
- THOMAS (D.), 1969.- Prawn fishing in nigerian waters In: Symposium sur l'Océanographie et les ressources halieutiques de l'Atlantique tropical (1er). Abidjan. Actes. Rapports de synthèse et Communications - UNESCO PARIS: 415-418.
- TROADEC (J.-P.), 1960.- Transparence des eaux dans le Golfe de Guinée. Doc. scient. Cent. O.R.S.T.O.M. Pointe Noire (dactylographié): 25 p.
- WICKHAM (D.A.), 1967.- Observations on the activity patterns in juveniles of the pink shrimp Penaeus duorarum. Bull. Mar. Sci., 17, 4: 769-786.
- WILLIAMS (F.), 1968.- Report on the Guinean Trawling Survey, vol.III. Data report. O.A.U. - S.T.R.C. Publ., 552 p. (Lagos).

*

* *