

Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan
Vol. VII, n°1, Juillet 1976, pp. 1-44

ECOLOGIE DE LA PHASE LAGUNAIRE
DE *PENAEUS DUORARUM* EN COTE D'IVOIRE
ECOLOGIE ET DYNAMIQUE *

par

R. GALOIS**

R E S U M E

L'écologie et la dynamique des populations de juvéniles de la crevette rose *Penaeus duorarum* ont été étudiées à partir d'échantillonnages hebdomadaires dans le complexe lagunaire d'Abidjan.

Après une description sommaire du cadre biogéographique et des principales caractéristiques du climat, l'hydrologie de la lagune Ebrié et de la baie d'Adiopodoumé a été abordée. La répartition des crevettes a été décrite en tenant compte des principaux facteurs du milieu. La nursery d'Adiopodoumé a donné lieu à un travail précis, portant notamment sur la succession des classes d'âge et leur croissance; les variations saisonnières de l'abondance, de la taille et de la répartition, en relation avec les variations des facteurs du milieu.

Les résultats obtenus, reliés à des connaissances acquises antérieurement, ont permis de dresser un schéma général du cycle vital de la crevette rose en Côte d'Ivoire.

A B S T R A C T

Ecology and dynamics of juvenile pink shrimp *Penaeus duorarum* have been studied from weekly sampling in the Abidjan lagoon system.

After a brief description of biogeography and principal features of climate, hydrology of Ebrié lagoon and Adiopodoumé bay has been considered. Shrimp distribution has been connected with the main environmental factors. Precise work has been done in Adiopodoumé bay, especially concerning the succession of age classes, their growth on the nursery grounds; seasonal variation in abundance, size and distribution, in relation with environmental factors.

These results, and former knowledges, allowed us to propose a general pattern for pink shrimp life history in Ivory Coast.

** Océanographe de l'ORSTOM au CRO - BP V 18 - ABIDJAN - (Côte d'Ivoire)

* Cet article est extrait d'une thèse de 3è cycle U.E.R. Sciences de la Mer - Marseilles, 1975.

INTRODUCTION

La grosse crevette rose *Penaeus duorarum* Burkenroad 1939, constitue l'une des principales ressources de la pêche en Côte d'Ivoire. Son exploitation en Afrique de l'ouest est relativement récente. En Côte d'Ivoire, c'est à partir de 1966 que la pêche en mer se développe. La pêche artisanale en lagune, inexistante il y a quelques années, est actuellement en plein essor.

Le cycle biologique de cette crevette passe par une phase marine (immatures, adultes et larves), et une phase lagunaire (post-larves et juvéniles).

L'étude de la phase lagunaire a commencé en février 1972. Elle a porté sur les juvéniles, et deux thèmes de recherche ont été poursuivis :

. l'étude de la répartition des crevettes dans la lagune Ebrié (région d'Abidjan), ayant pour but de localiser les zones de rassemblement, ou "nurseries".

. le choix d'une "nursery-type" et son étude approfondie sur le plan de la biologie, de l'écologie et de la dynamique de la population présente à cet endroit.

Les observations dont il est tenu compte dans ce travail concernent les années 1972 et 1973.

I.- ENVIRONNEMENT PHYSIQUE

1.1. - CADRE BIOGEOGRAPHIQUE

La Côte d'Ivoire, pays riverain du golfe de Guinée, est située entre les 4^e et 10^e degrés de latitude nord. Elle fait partie du domaine sub-équatorial, caractérisé par d'abondantes précipitations. Une zone forestière ceinture le littoral, et fait place à la savane dans le nord.

Le réseau hydrographique Ivoirien est très dense. Le drainage se fait selon un axe nord-sud :

. les grands fleuves prennent leur source dans l'extrême nord du pays, et la majeure partie de leur bassin versant se trouve dans la zone des savanes.

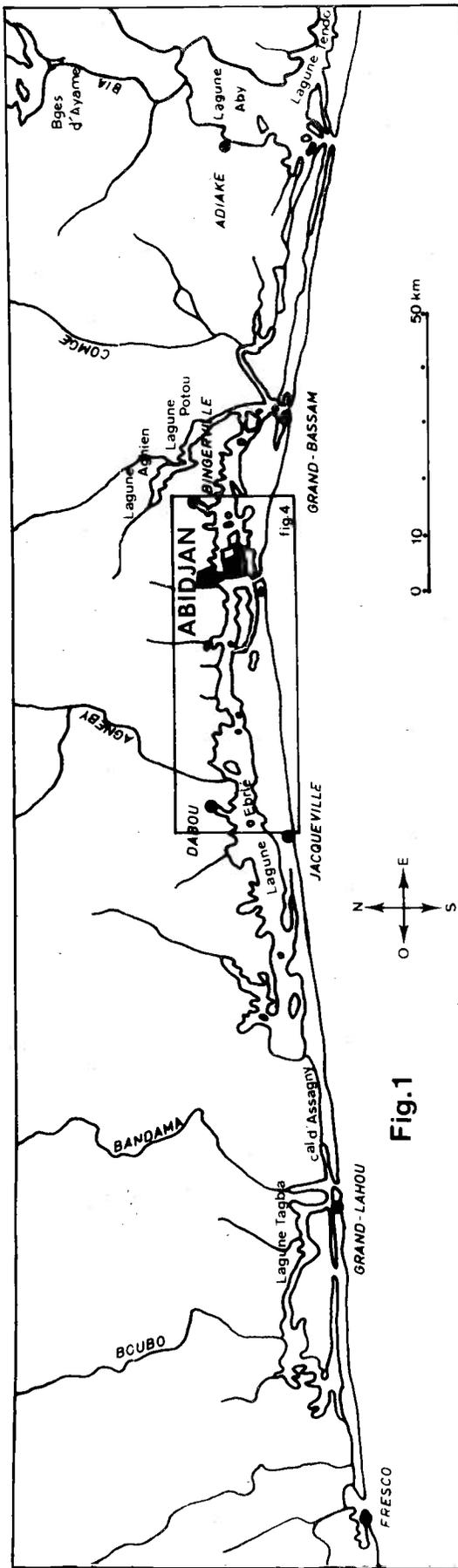


Fig. 1

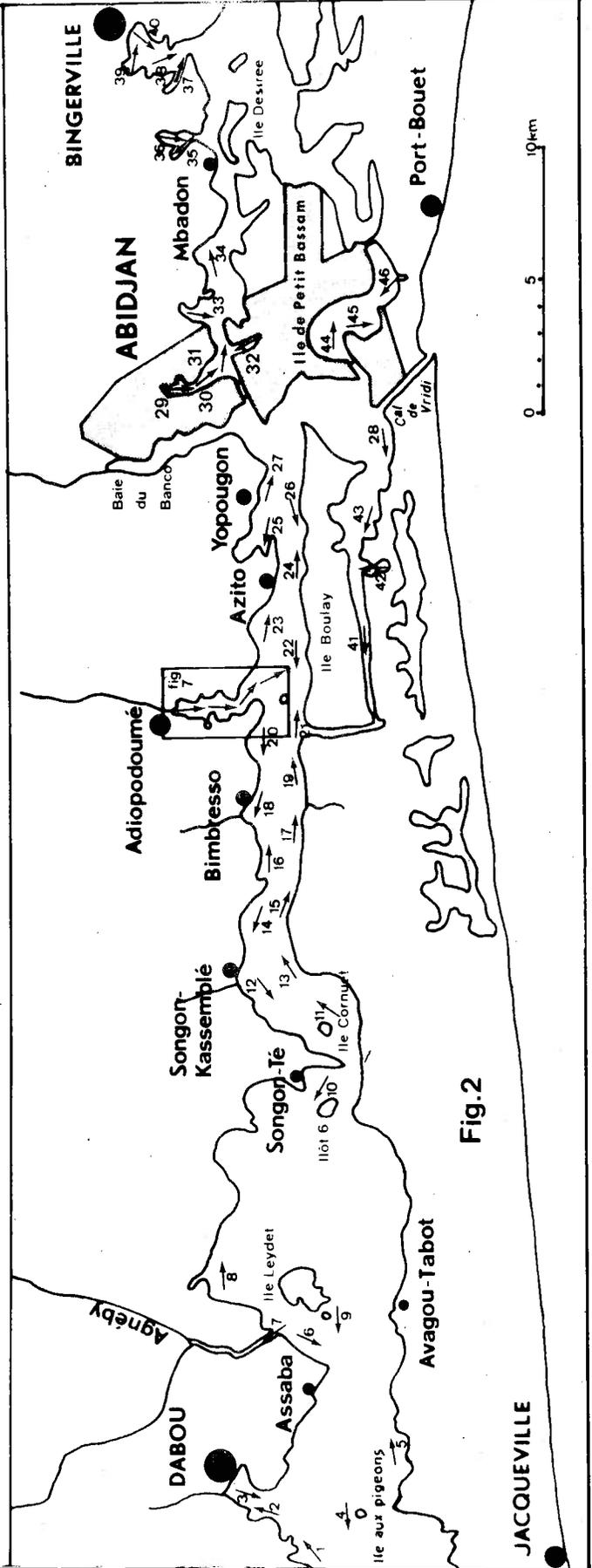


Fig. 2

Figure 1 : Le complexe lagunaire Ivoirien
 Figure 2 : La lagune Ebré (région ayant fait l'objet de la projection).

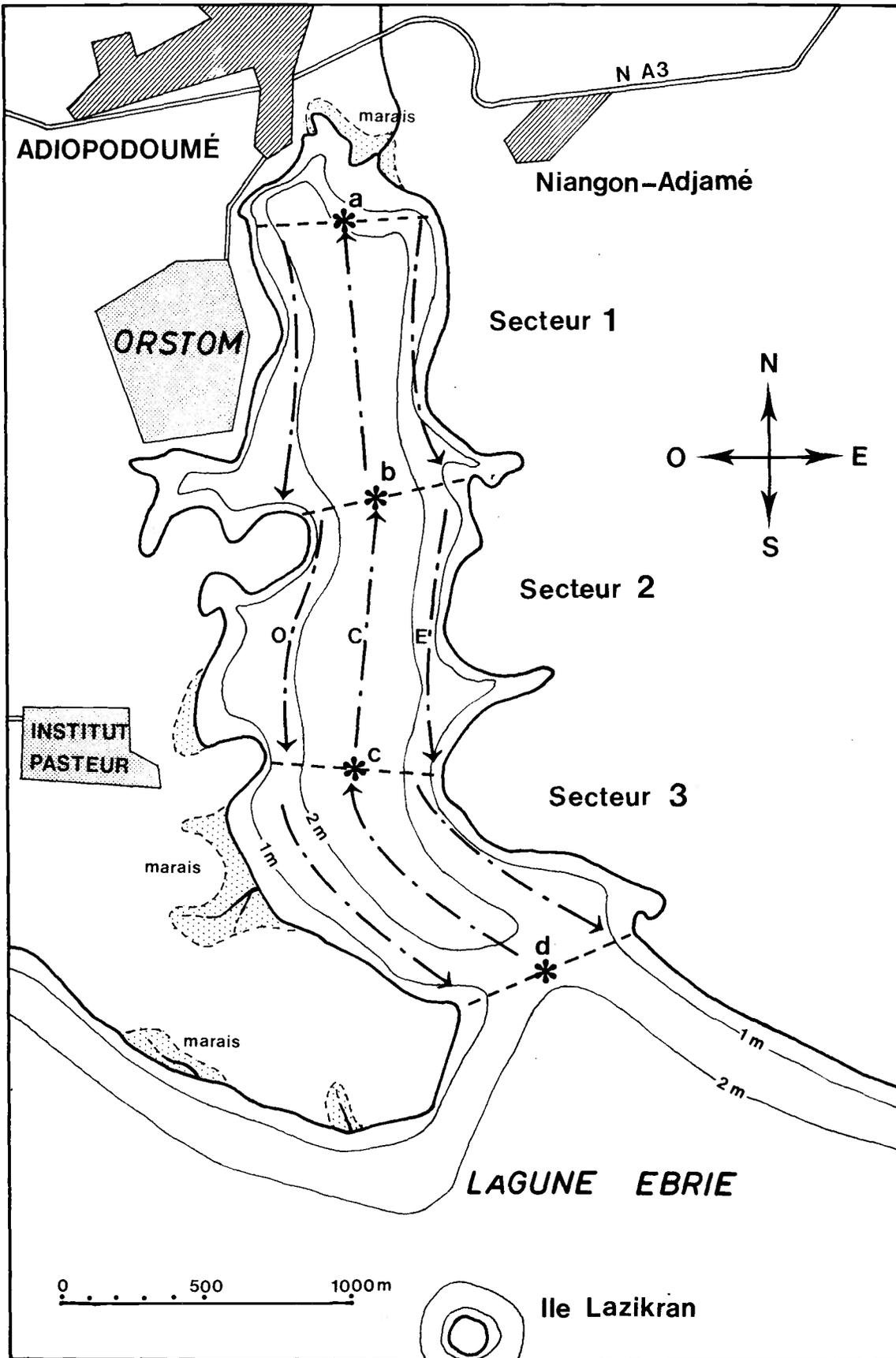


Figure 3 : La baie d'Adiopodoumé, situation, bathymétrie, emplacements des stations d'hydrologie (a, b, c, d) et des traits de chalut.

. les fleuves côtiers coulent entièrement en zone forestière.

Les lagunes sont localisées dans la partie est de la côte, qui est basse et sableuse. Elles s'étendent de Fresco à la frontière ghanéenne (figure 1).

La lagune Ebrié (figures 1 et 2) occupe une position contrale au sein du réseau lagunaire. Longue de 130 km, et large de 4 km en moyenne, sa superficie est d'environ 532 km² d'après DAGET et ILTIS (1965). Très ramifiée, elle reçoit trois fleuves importants : le Comoë, la Mé et l'Agnéby. Sa rive nord est arrosée par de nombreux ruisseaux et échanquée de baies profondes. La communication avec la mer se fait presque uniquement par le canal de Vridi, situé en face d'Abidjan, car l'exutoire du Comoé semble définitivement comblé.

La profondeur est maximale devant Vridi (25 m), et décroît rapidement dans les branches est et ouest de la lagune.

Les fonds, sableux à l'origine, ont été comblés par d'épaisses couches de vase organique très réductrice (DEBYSER, 1955). Actuellement, seules les grèves sont sableuses; la vase est presque toujours présente au delà de un mètre de profondeur.

La salinité est le paramètre qui décrit le mieux le mouvement des masses d'eau. Les eaux salées pénètrent par Vridi et envahissent la lagune en saison sèche, tandis qu'en période de crue des fleuves, l'influence marine est quasi nulle.

La baie d'Adiopodoumé (figure 3) est située dans la branche ouest de la lagune Ebrié, et a été choisie pour l'étude approfondie des jeunes crevettes, qui y sont très abondantes.

C'est une baie assez profonde, de forme vaguement quadrilatère, dont la plus grande longueur est orientée nord-sud. Longue d'environ 3 km et large de 600 à 800 m, sa superficie avoisine 240 hectares.

Elle communique avec la lagune par son extrémité sud, et reçoit un ruisseau au nord.

Le fond est assez régulier et voisin de 2 mètres. Les rives sont en général sableuses, mais au delà de 1 mètre, on trouve une vase noire et putride que recouvrent d'abondants débris végétaux (branches et feuilles en cours de décomposition).

1.2. - CLIMATOLOGIE

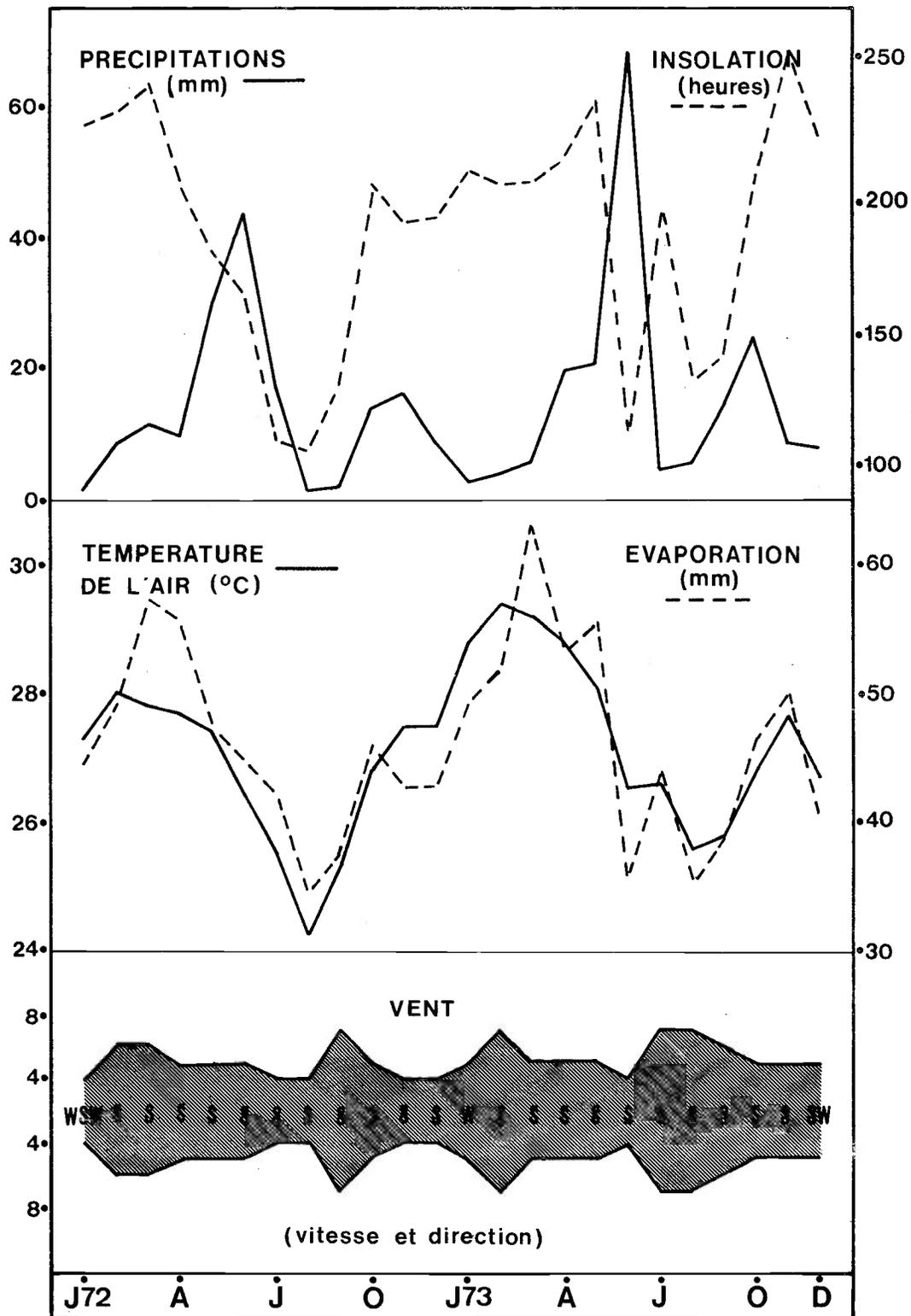


Figure 4 : Météorologie à Abidjan en 1972 et 1973.
 (d'après Bulletins climatologiques ASECNA)

1.2.1. - Caractères généraux

Les précipitations sont l'élément déterminant du climat et règlent les saisons. Schématiquement, on distingue deux saisons sèches, séparées par deux saisons pluvieuses :

- grande saison sèche (GSS), grande saison des pluies (GSP)
- petite saison sèche (PSS), petite saison des pluies (PSP).

En fait, l'alternance des quatre saisons, bien marquée dans le sud (Basse Côte d'Ivoire), s'estompe vers le nord (savanes), où ne subsistent qu'une saison sèche et une saison des pluies.

1.2.2. - Régime des fleuves

Le régime des fleuves dépend de la situation de leur bassin versant :

- les grands fleuves (Comoë par exemple), ont un étiage très marqué en février-mars. Leur crue débute en mai, mais ne devient maximale qu'en septembre-octobre
- le régime des fleuves côtiers, comme l'Agnéby, suit fidèlement les variations des précipitations en zone forestière. L'étiage survient également en février, mais il y a deux crues : la principale en juin - juillet, et une seconde en octobre-novembre.

1.2.3. - Climatologie locale

Les données climatologiques concernant la région étudiée ont été réunies figure 4 :

- on remarque que les mois de juin et d'octobre sont les plus arrosés, alors que janvier, février et mars sont les plus secs
- la température de l'air passe par un maximum en février-mars (GSS) et un minimum en août (PSS). L'amplitude annuelle de la variation ne dépasse pas 6°C.
- le régime des vents montre une grande régularité, tant en force qu'en direction. La brise de mer, soufflant du sud ou sud-ouest, s'établit pendant la journée et s'annule la nuit.

A noter que les années 1972 et 1973 ont été moins arrosées que la normale. Les précipitations annuelles totalisent 1653 mm pour 1972 et 1810 pour 1973, alors que la moyenne calculée sur 10 ans par RANCUREL (1967) est de 2236mm.

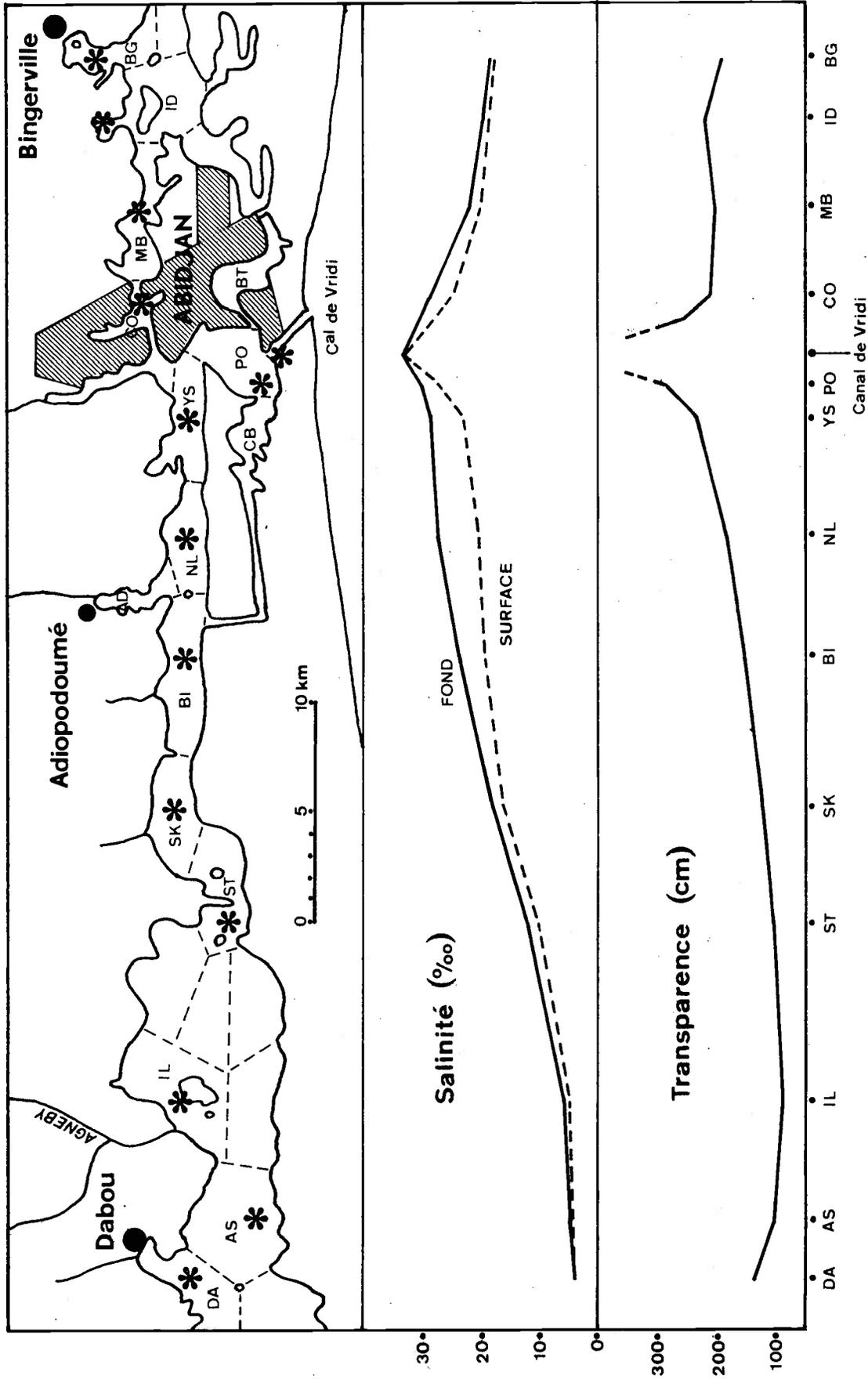


Figure 5 : Hydrologie de la région prospectée.

La crue du Comoë a été très peu marquée en 1972, et la courbe de variation de la salinité n'est pas typique. L'absence de décharge en mer à cette période a été signalée par DANDONNEAU (1973).

1.3. - HYDROLOGIE

1.3.1. - Méthodologie

95 sorties ont été effectuées en lagune Ebrié en 1972 et 1973. Les mesures ont porté sur :

- la température (fond et surface), au dixième de degré
- la salinité (fond et surface), avec une précision de $\pm 0,5\%$.
- la transparence des eaux (disque de Secchi), la profondeur de disparition ayant été notée à 10cm près.

Une prospection de la zone située entre les baies de Dabou et de Bingerville s'est déroulée en période de stabilité hydrologique (GSS). Un relevé a été fait avant chaque trait de chalut, mentionnée par une flèche dans la figure 2.

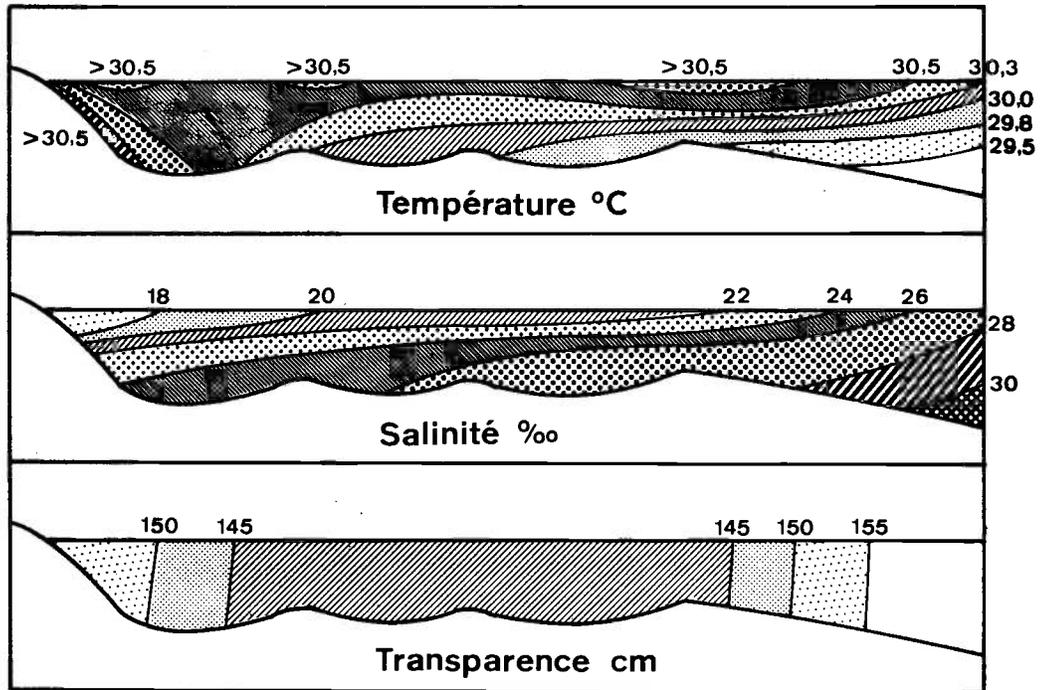
L'évolution des trois paramètres a été suivie dans la baie d'Adiopodoumé grâce à 87 stations réparties sur presque 2 ans (une sortie hebdomadaire). La figure 3 signale l'emplacement des relevés.

1.3.2. - Hydrologie de la zone prospectée

Les stations mentionnées figure 2 ont été regroupées par secteur, afin d'obtenir un profil hydrologique plus général, qui apparaît figure 5. Les graphes représentent les valeurs de la salinité et de la transparence pour chaque secteur.

- la salinité est maximale devant le canal de Vridi, et décroît régulièrement dans les deux branches de la lagune. De 30‰ au niveau du port, elle tombe à 3,5‰ devant Dabou. Les eaux marines, fraîches et salées, progressent sur le fond, tandis que les eaux douces et saumâtres, plus chaudes, s'étaient en surface. La pénétration du coin salé est freinée par les seuils.
- la transparence varie de la même façon que la salinité. L'influence de l'Agnéby se fait sentir dans la région de la "grande lagune" (76cm de Secchi pour le secteur IL, en période d'étiage).
- la température ne montre pas de répartition très tranchée. D'après RANCUREL (1967), ce paramètre n'aurait pas d'influence notable sur l'activité biologique de la lagune.

a. Saison sèche : Février



b. Saison des pluies : Juillet

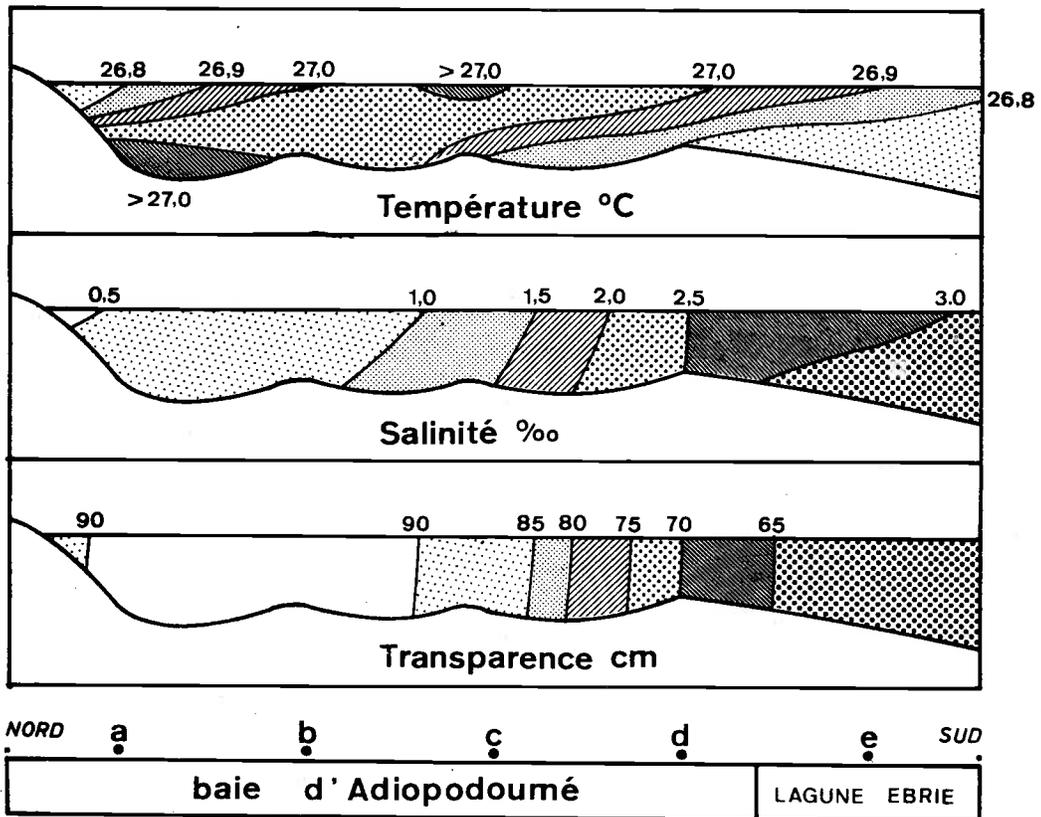


Figure 6 : Profils hydrologiques caractéristiques en baie d'Adiopodoumé .

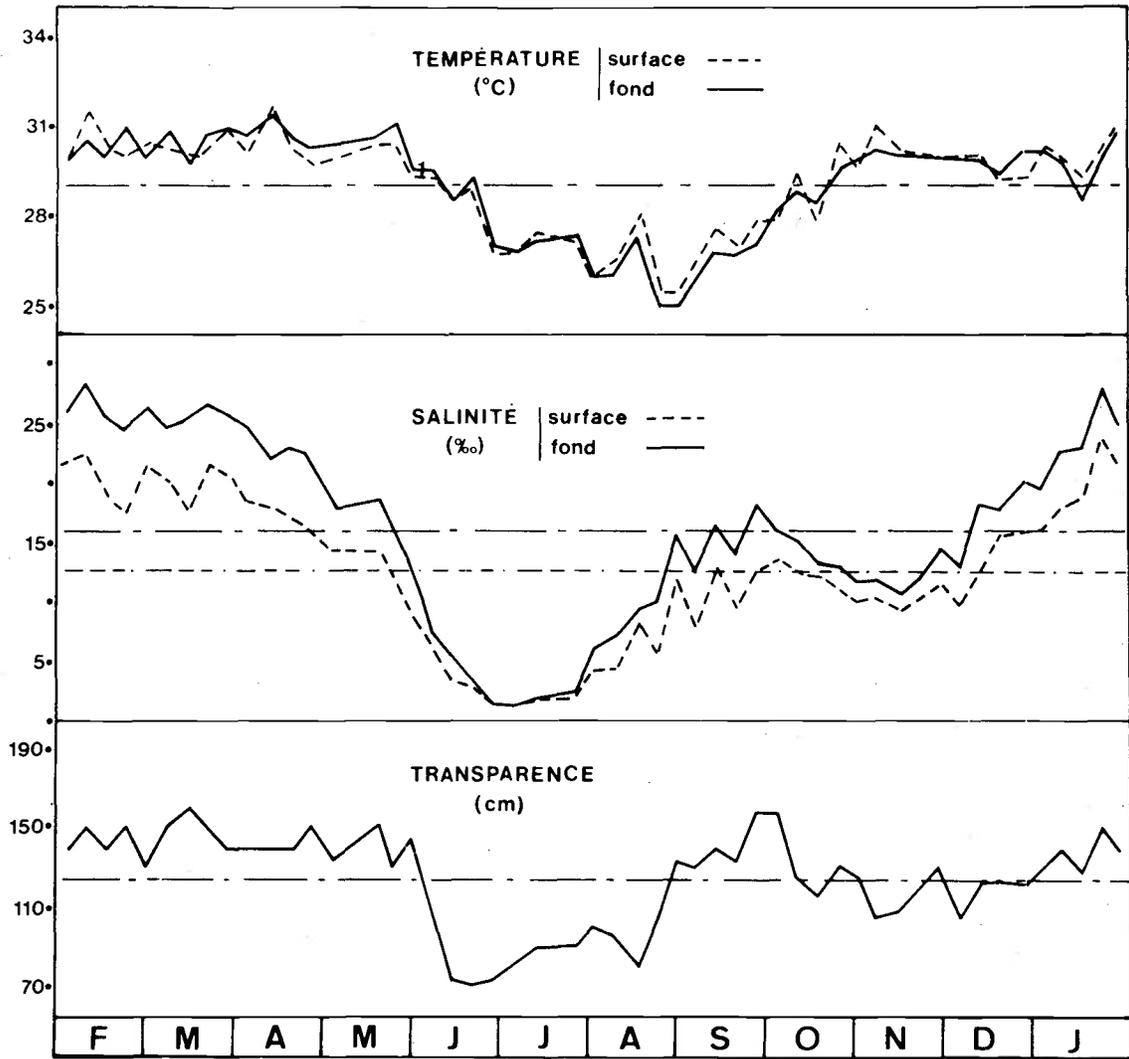


Figure 7a: Variations hebdomadaires des paramètres hydrologiques à Adiopodoumé (1972).

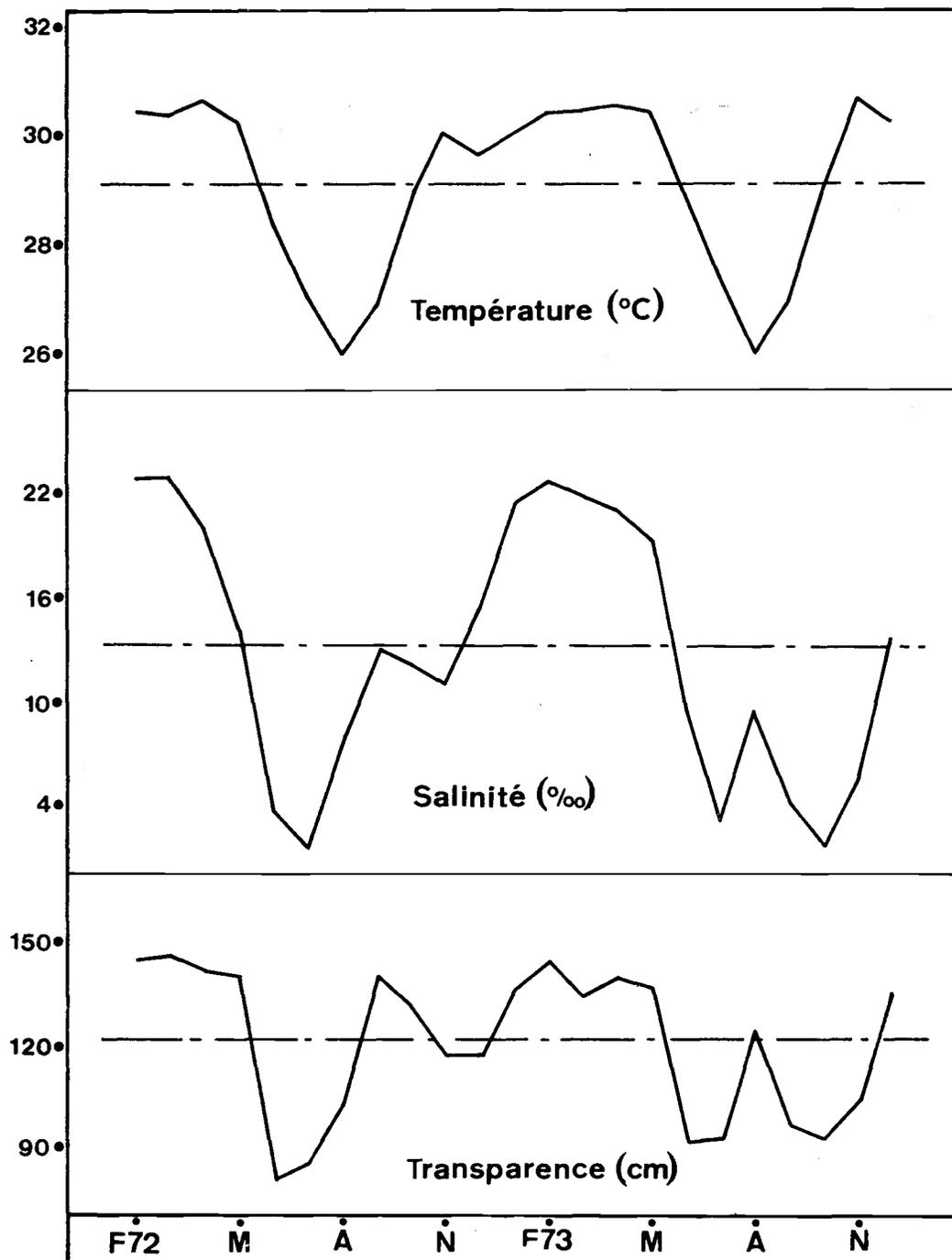


Figure 7 b: Variations mensuelles des paramètres hydrologiques à Adiopodoumé en 1972 - 73 .

- l'oxygène dissous n'a pas été étudié, mais d'après DEBYSER (1952), c'est un facteur souvent limitant et certaines dépressions peuvent en être totalement dépourvues.
- le pH a été mesuré en divers points de la lagune par VARLET (1958) et BINDER (1968). Des pH élevés sont liés à l'influence marine. Les acides humiques et tannins d'origine continentale sont la cause d'abaissements parfois considérables du pH.
- le calcium est un élément important pour l'édification de la carapace des crustacés. BINDER trouve que sa concentration est proportionnelle à la quantité d'eau de mer (282,0mg/l à Adiopodoumé, 36,4mg/l à l'île Leydet).

1.3.3. - Hydrologie de la baie d'Adiopodoumé

Les profils caractéristiques de saison sèche et de saison des pluies sont présentés figure 6.

- En saison sèche, on remarque l'existence d'un fort gradient mixte de température et salinité, orienté nord-sud, lié à la pénétration des eaux marines qui est alors maximale. Une forte stratification verticale est également visible.
- En saison des pluies, la dessalure consécutive aux fortes précipitations de juin rend la masse d'eau plus homogène. La crue de l'Agnéby est à l'origine de la grande turbidité des eaux qui pénètrent dans la baie par le sud.

Les variations saisonnières des paramètres hydrologiques sont décrites figure 7.

- Température : l'amplitude annuelle est faible, de l'ordre de 5°C. On distingue une période chaude de novembre à mai, avec un maximum en avril (plus de 30°C); et une période froide de juin à octobre avec un minimum en août, vers 26°C.
- Salinité : elle est élevée pendant la grande saison sèche, avec un maximum en février-mars (près de 23‰), et chute en mai-juin, dès que les premières grosses pluies s'abattent sur la Basse Côte d'Ivoire. La crue de l'Agnéby est maximale en juin-juillet et la dessalure atteint 1,5 à 3,5‰. Après une légère remontée en août, la salinité baisse à nouveau lorsque débute la crue du Comoë. Le minimum est enregistré en octobre (1,6‰ en 1973). Avec la fin des pluies (décembre), la salinité remonte rapidement.

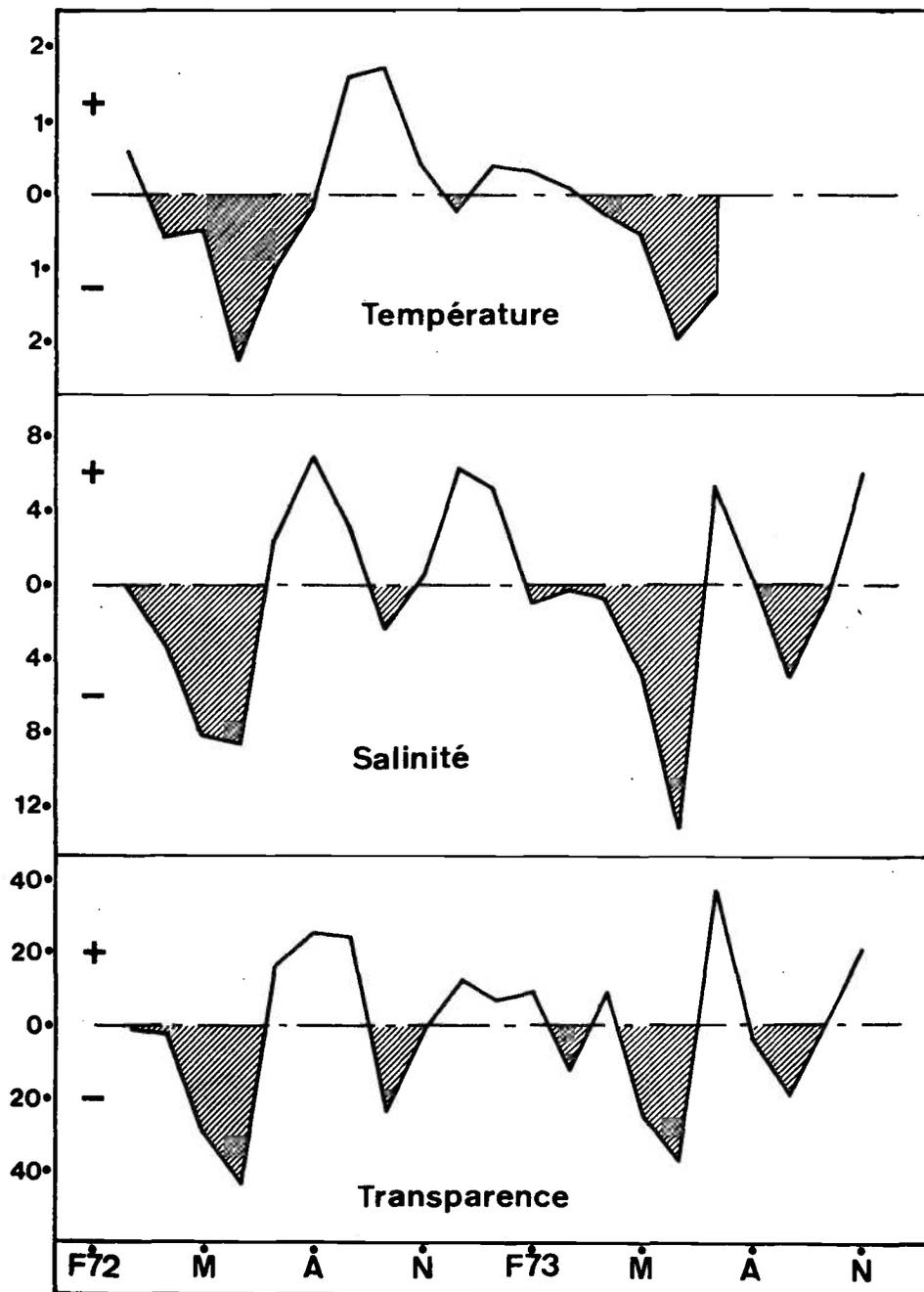


Figure 8 : Ecart mensuels de température, salinité et transparence à Adiopodoumé en 1972 - 73.

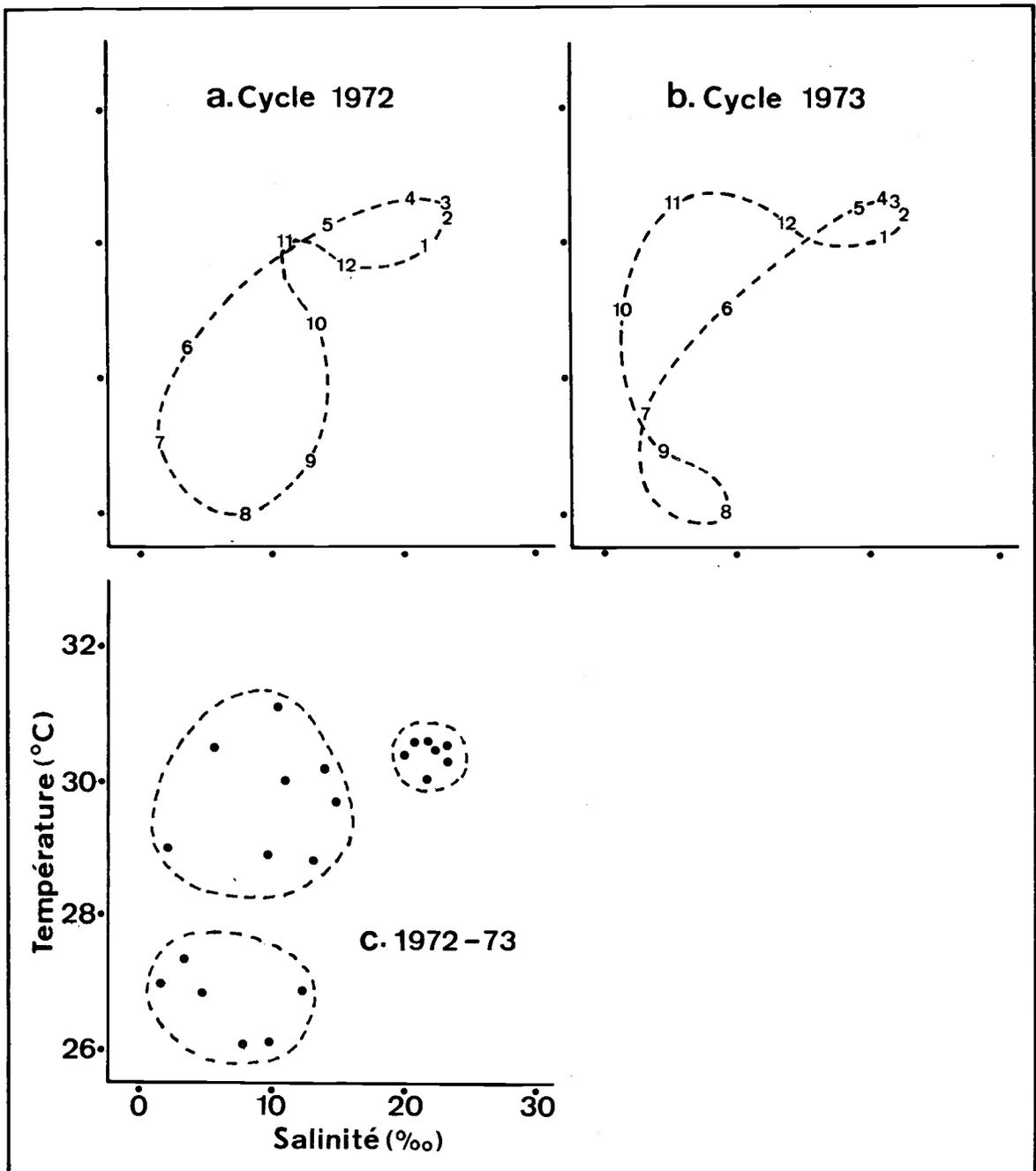


Figure 9: Diagrammes T - S à Adiopodoumé en 1972 - 73 .
 (mois numérotés dans les diagrammes a et b).

- **Transparence** : sa variation est identique à celle de la salinité, car la turbidité est surtout liée aux apports de sédiment et de matière organique par les fleuves.

La figure 8 représente les écarts mensuels concernant chaque facteur. Elle fait bien apparaître les périodes d'instabilité : la seule période stable correspond à la grande saison sèche. On remarque la rapidité de la dessalure de mai-juin et de la variation en sens inverse qui lui fait suite en juillet-août.

Sur les diagrammes T - S de la figure 9, on peut remarquer que la différence entre 1972 et 1973 affecte surtout la salinité, pendant les mois de septembre, octobre et novembre (diagrammes a et b). Le groupement des deux années (diagramme c) fait apparaître trois nuages de points :

- un groupement de saison sèche (GSS), caractérisé par une température et une salinité élevées
- un groupement de petite saison des pluies (PSP), avec une température élevée et une salinité faible
- un groupement correspondant aux mois de juillet, août et septembre (PSS), à température et salinité faibles.

2. - ECOLOGIE DE LA CREVETTE ROSE

2.1. - METHODOLOGIE

2.1.1. - Matériel employé

Le chalut était un "try-net" de type "flat trawl", de 2,50m de corde de dos et 6m de longueur. Le cul (maille de 24mm étirée) comprenait une doublure intérieure en filet de 10mm. La traction était assurée par une pinasse de 8,50m, mue par un moteur de 25 CV.

2.1.2. - Rythme et déroulement des sorties

La prospection de la lagune Ebrié et l'étude de la baie d'Adiopodoumé, ont été conduites de la même façon que pour l'hydrologie.

- Les traits de chalut effectués dans le cadre de la prospection générale apparaissent figure 2.
- L'étude de la population de la baie d'Adiopodoumé a nécessité sa division en trois secteurs (figure 3). Trois traits de chalut ont été donné dans chacun d'eux : deux latéraux et un central.

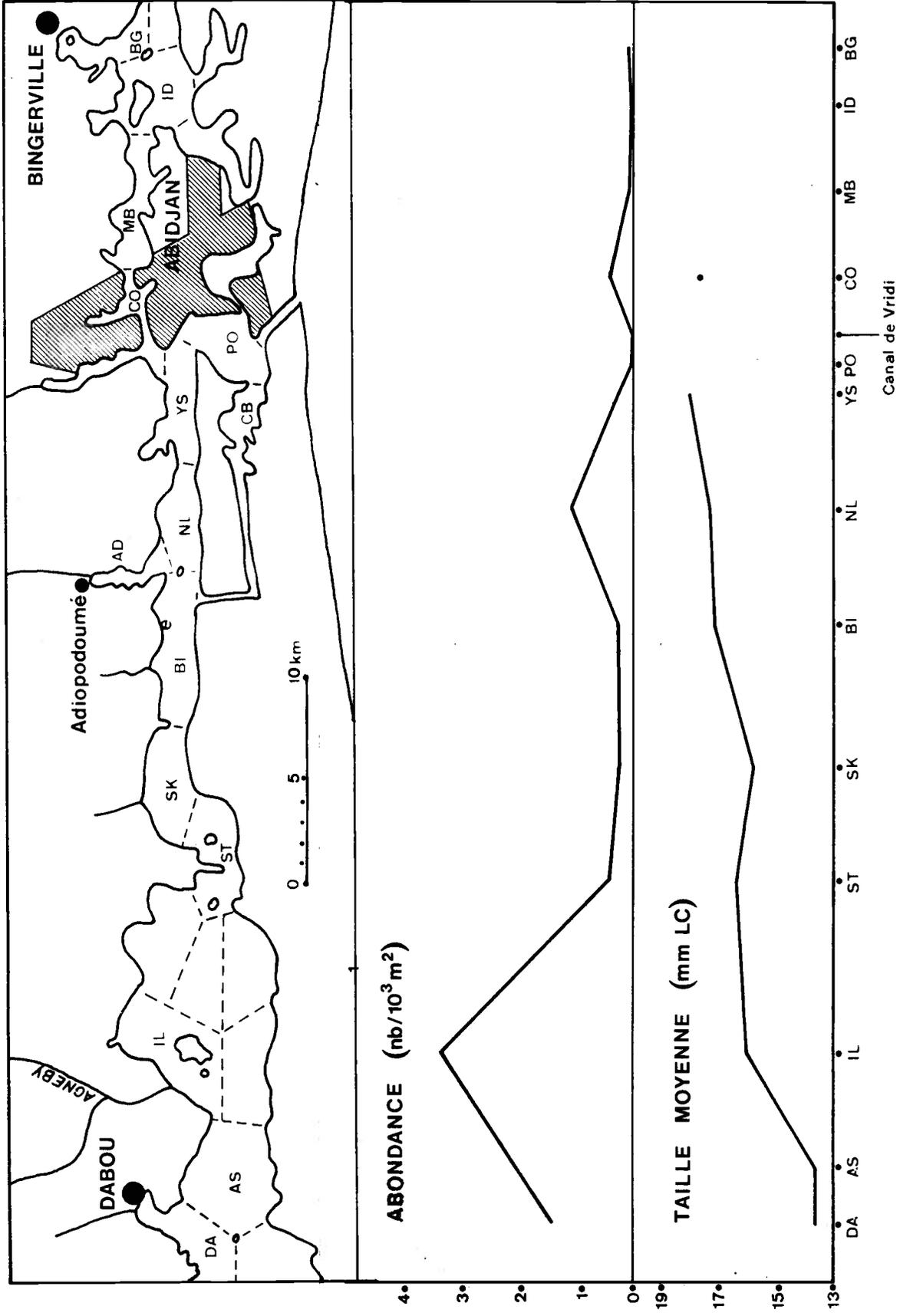


Figure 10 : Variations de l'abondance et de la taille moyenne des crevettes en lagune Ebrié

La vitesse de traction était de l'ordre de 2,5 noeuds, et la longueur des traits, de 800 mètres environ.

2.1.3. - Mensurations

La longueur céphalothoracique (LC) mesurée du creux orbitaire au rebord postéro-dorsal du céphalothorax, et arrondie au millimètre inférieur, a été choisie comme référence.

Les mâles ont été distingués des femelles, et le sex-ratio défini comme étant le rapport du nombre de mâles au nombre total d'individus.

2.2. - PROSPECTION GENERALE

2.2.1. - Résultats

L'étude intéresse la région comprise entre Dabou et Bingerville. Les chalutages ont été fait près du rivage, au débouché des ruisseaux et devant les zones marécageuses.

Le regroupement des résultats de chaque trait par secteur conduit à la figure 10, qui nous amène à faire les remarques suivantes :

- les jeunes crevettes sont surtout abondantes dans la région appelée "grande lagune", vaste étendue peu profonde où débouche l'Agnéby. Un trait effectué dans l'embouchure du fleuve a permis de capturer 87 crevettes pour une salinité ne dépassant pas 4,5‰. La baie de Dabou, malgré sa faible salinité, semble également assez riche.

L'abondance diminue rapidement vers l'est. Le seul rassemblement important se trouve en baie de Cocody, et dans le secteur situé devant Adiopodoumé

- la taille moyenne est très faible en baie de Dabou, et augmente vers l'est : les crevettes récoltées devant l'Agnéby sont déjà plus âgées. Ensuite, la taille croît régulièrement jusqu'au port.

La majeure partie des crevettes se rassemble donc sur le pourtour de la "grande lagune", dont les rives marécageuses, colonisées par les rose-lières, servent sans doute de refuge aux post-larves. Les juvéniles recherchent les arrivées d'eau douce, sans toutefois pénétrer en milieu totalement dessalé. Ils affectionnent les fonds vaseux, pourvu qu'ils soient recouverts de débris végétaux. Ceci explique leur abondance devant l'Agnéby. Dans la zone centrale de la lagune, constituée de vase pure, les captures ont toujours été insignifiantes.

Les baies profondes, comme celles de Dabou, d'Adiopodoumé et de

Cocody, sont également des lieux de rassemblement privilégiés.

A l'opposé, il semble que les secteurs compris entre la "grande lagune" et le canal de Vridi ne soient que des lieux de passage pour les crevettes migrant vers la mer. L'abondance relative observée dans le secteur NL peut être due à l'apport de la population d'Adiopodoumé.

2.2.2. - Discussion

Rôle de la salinité

Tous les auteurs admettent que les jeunes Penaeidae pouvant s'adapter à des salinités très diverses. PARKER (1970) pense que le développement de *Penaeus aztecus* est parfaitement possible entre 1 et 35‰. Sur la côte africaine, *P. duorarum* peut supporter des salinités très supérieures : de BONDY (1968) signale la présence de juvéniles dans les eaux très sur-salées du Sine Saloum, au Sénégal.

Dans la lagune Ebrié, les jeunes crevettes fréquentent en général des eaux très dessalées (3,5‰ à Dabou).

Sur la même espèce, mais dans le lac Nokoué (Dahomey), HOESTLANDT (1966) n'enregistre aucune capture pour des salinités inférieures à 0,5‰, et les crevettes ne sont réellement abondantes qu'au delà de 5‰.

D'après les statistiques de la Texas Game and Fish Commission (1960-62) citées par GUNTER et al (1964), les meilleures captures de juvéniles ("bait shrimps") se situent entre 18 et 20‰, et 97,5% ont lieu au-dessus de 18‰. Tel n'est pas le cas des crevettes de la lagune Ebrié, qui semblent plus abondantes en-deça de 18‰, bien que d'importants rassemblement aient été observés à Adiopodoumé dans des eaux à 21-22‰.

La relation directe entre la taille des crevettes et la salinité, telle qu'on peut la vérifier en Côte d'Ivoire, a été mentionnée par divers auteurs : RUELLO (1973) signale la décroissance régulière de la taille de *Metapenaeus macleayi* lorsque l'on va de la mer vers le fond de l'estuaire de la rivière Hunter (Australie).

PARKER récolte les plus petits juvéniles de la baie de Galveston (Texas) dans les marais les plus éloignés de la mer.

D'une manière générale, il ne semble pas que la salinité joue un rôle direct dans la croissance et la survie des jeunes Penaeidae.

Rôle de substrat et de la couverture végétale

En lagune Ebrié, les juvéniles sont abondant sur les fonds de vase fine et molle, ce qui confirme les observations de DE BONDY au Sénégal.

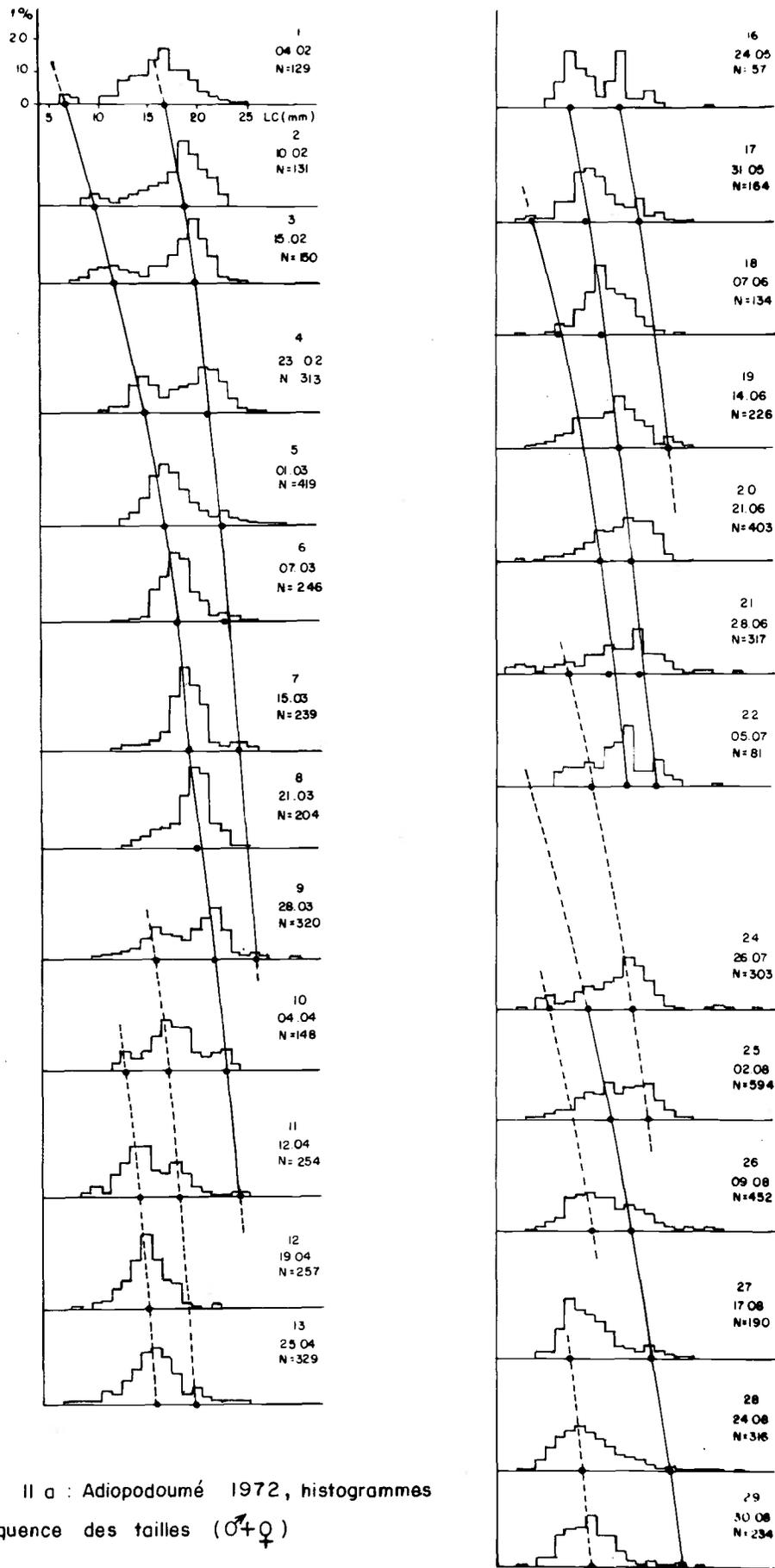


Figure 11 a : Adiopodoumé 1972, histogrammes de fréquence des tailles ($\sigma^2 + \sigma$)

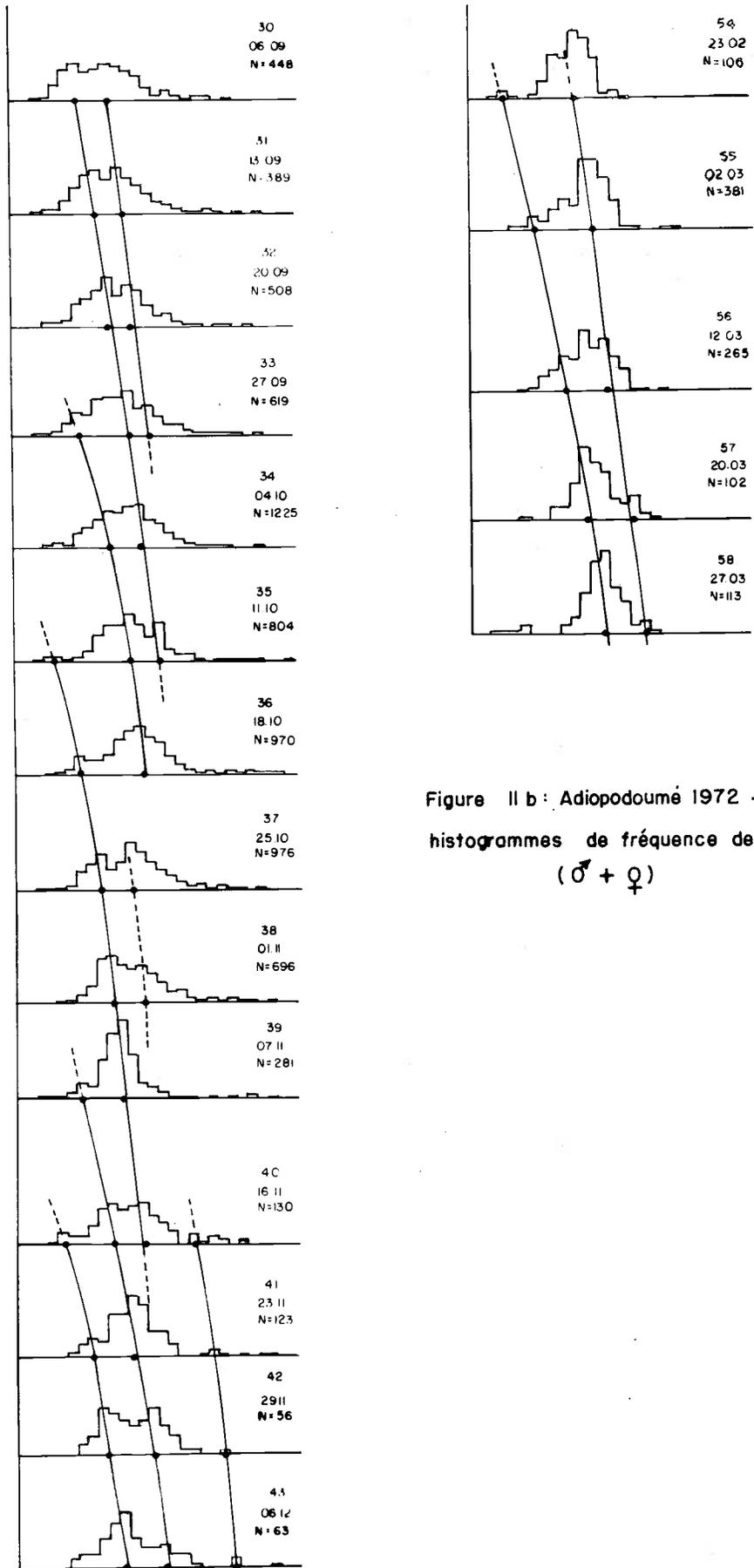


Figure II b : Adiopodoumé 1972 - 73,
histogrammes de fréquence des tailles
(♂ + ♀)

RUELLO a montré, dans une étude au laboratoire, que les jeunes *M. macleayi* s'enfouissent de préférence dans un sédiment dont les particules n'excèdent pas 0,5 mm.

Grâce à de nombreux travaux, dont ceux de HALL (1962) et DALL (1968), on sait que les jeunes Penaeidae sont omnivores à tendance carnivores. Il semble qu'ils s'alimentent pour une grande part à partir de la méiofaune du sédiment. Cependant, certains auteurs insistent sur l'importance de la fraction détritique non identifiable trouvée dans les contenus stomacaux (HOESTLANDT, 1966). RUELLO pense que les mangroves et la végétation riveraine sont à l'origine de ces détritiques. Il admet que le rôle du phytoplancton et du phytobenthos semble très limité, à cause de la forte turbidité qui règne dans les estuaires fréquentés par les crevettes.

La matière végétale, en se décomposant contribue directement et indirectement (par l'intermédiaire de la méiofaune) à la nutrition des juvéniles.

Ceci peut expliquer la relation que l'on observe, entre la richesse des fonds en débris végétaux et l'abondance des crevettes, ainsi que l'influence bénéfique des apports d'eau douce, car les fleuves et les ruisseaux sont les meilleurs pourvoyeurs de matière végétale.

Quant à la couverture métaphytique du substrat, WILLIAMS (1958), DE BONDY (1968), GILES et ZAMORA (1973), notent son influence positive sur l'abondance des juvéniles. Mais en lagune Ebrié, du fait de la forte turbidité des eaux, les herbiers et algues n'existent pas, et seuls les détritiques peuvent fournir un abri aux crevettes.

Conclusion

Il semble que la distribution des jeunes *P. duorarum* en lagune Ebrié soit surtout liée à la quantité de nourriture disponible. Les détritiques végétaux d'origine continentale doivent jouer un rôle particulièrement important.

2.3. - LA POPULATION D'ADIPODOUME

2.3.1. - Etude des histogrammes de taille

Considérations générales

Les histogrammes de fréquence des tailles (figures 11a et 11b) concernent l'ensemble de la baie. Chacun d'eux correspond à une sortie hebdomadaire. Leur examen appelle plusieurs remarques :

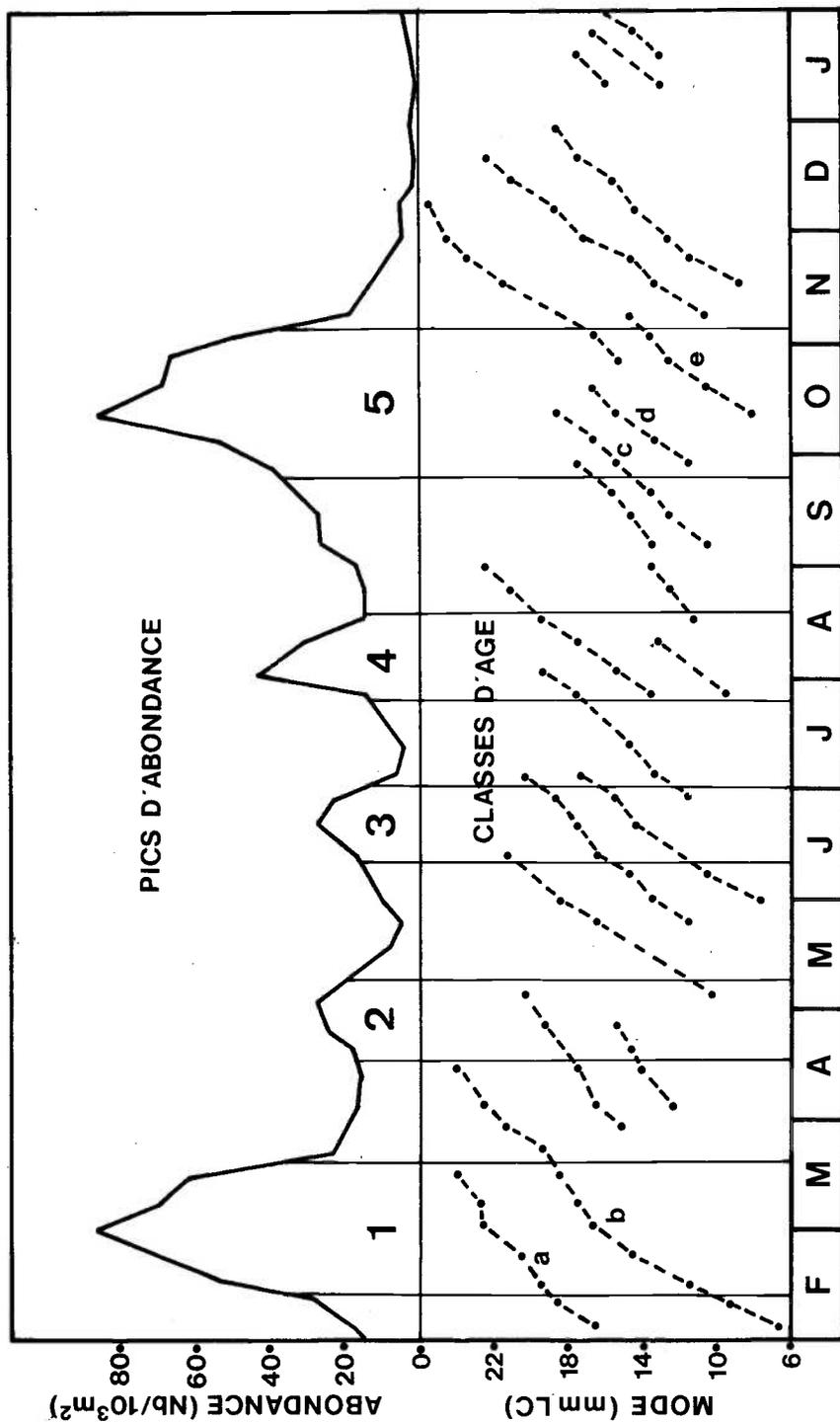


Figure 12 : Pics d'abondance et classes d'âge à Adiopodoumé en 1972 .

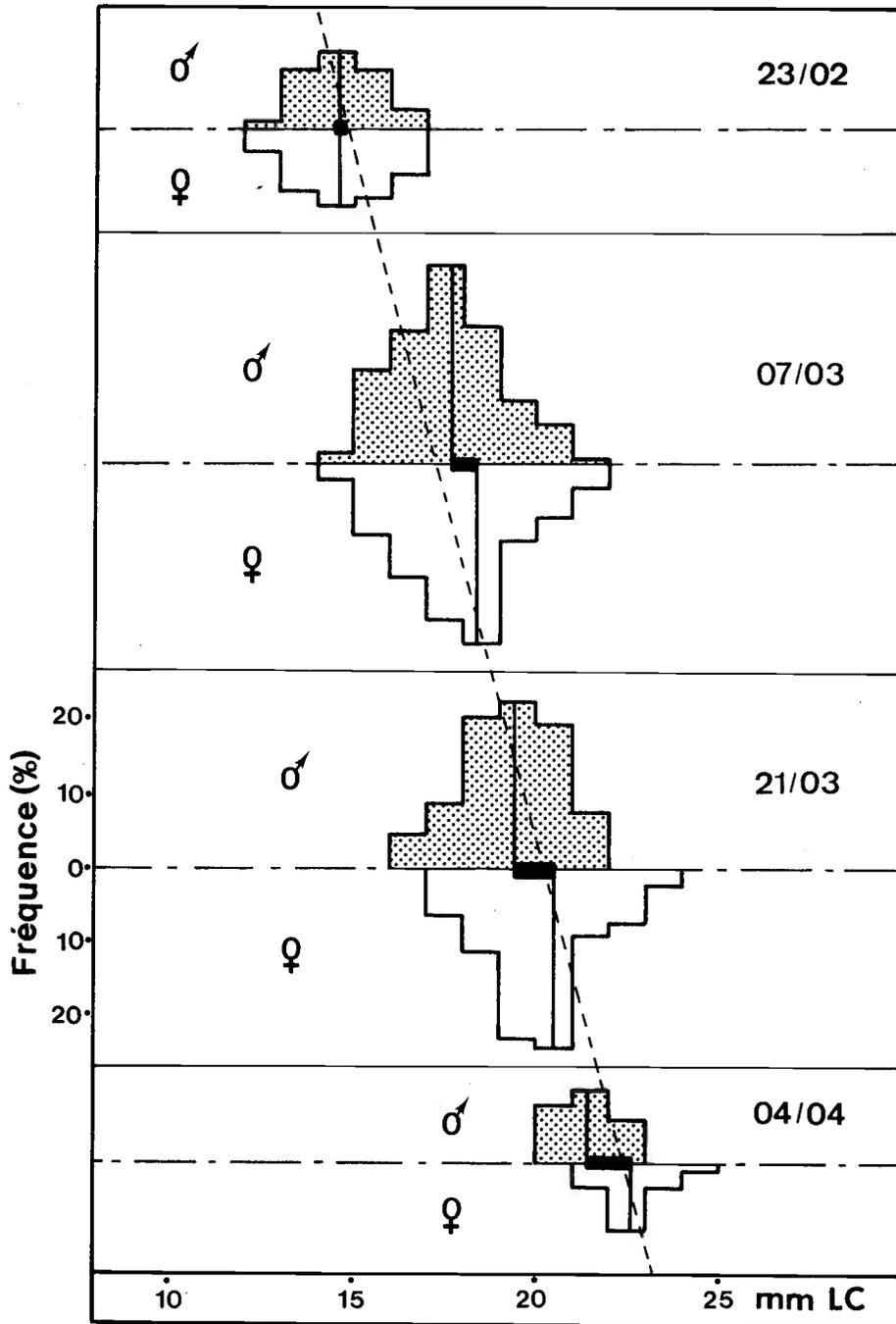


Figure 13 : Différence de croissance entre mâles et femelles à Adipodoumé (classe d'âge b) .

- ils sont rarement unimodaux et présentent en général 2 ou 3 modes, parfois plus. Plusieurs classes d'âge sont donc présentes simultanément sur la nursery
- si l'on considère la succession des histogrammes, on constate un déplacement progressif des modes vers les grandes tailles. Cette évolution résulte de trois phénomènes :
 - le recrutement post-larvaire, apparition dans les captures de post-larves âgées et de petits juvéniles venant des zones proches du rivage
 - la croissance des juvéniles sur la nursery
 - l'émigration des individus âgés vers la mer.

Le recrutement post-larvaire n'est pas régulier, et ses variations expliquent la structure des histogrammes. Elles se produisent à deux échelles différentes (figure 12) :

- une série de variations annuelles de l'abondance des crevettes dans la baie, représentées en trait plein. En 1972, on observe 5 pics d'abondance qui semblent être issus de maximums de ponte en mer. Ils correspondent à ce que LE RESTE (1971 et 1973) désigne sous le terme de "cohortes".
- une évolution plus fine due à la croissance des différentes classes d'âge mentionnées plus haut. Ainsi, le pic d'abondance de février-mars est lié à la croissance parallèle de deux classes d'âge (a et b) celui d'octobre est représenté par trois classes au minimum.

Il semble que ces classes d'âge proviennent de fluctuations très discrètes dans le recrutement. Il se peut que les pontes aient lieu par émissions successives. D'autre part, l'entrée des post-larves planctoniques en lagune dépend du rythme des marées.

Evolution d'une classe d'âge

Si l'on s'intéresse à une classe d'âge déterminée, la classe b de la figure 11a par exemple, on remarque qu'elle apparaît progressivement dans les histogrammes des 4, 10 et 15 février. La croissance des juvéniles est très rapide, et l'émigration vers la mer entraîne la disparition graduelle du mode à partir de la taille moyenne à la migration, estimée par GARCIA à 20mm LC en 1972.

Lorsque l'on considère l'évolution séparée des mâles et des femelles (figure 13), on constate qu'il existe une différence de croissance entre les sexes, au détriment des mâles. La structure des histogrammes reflète cette

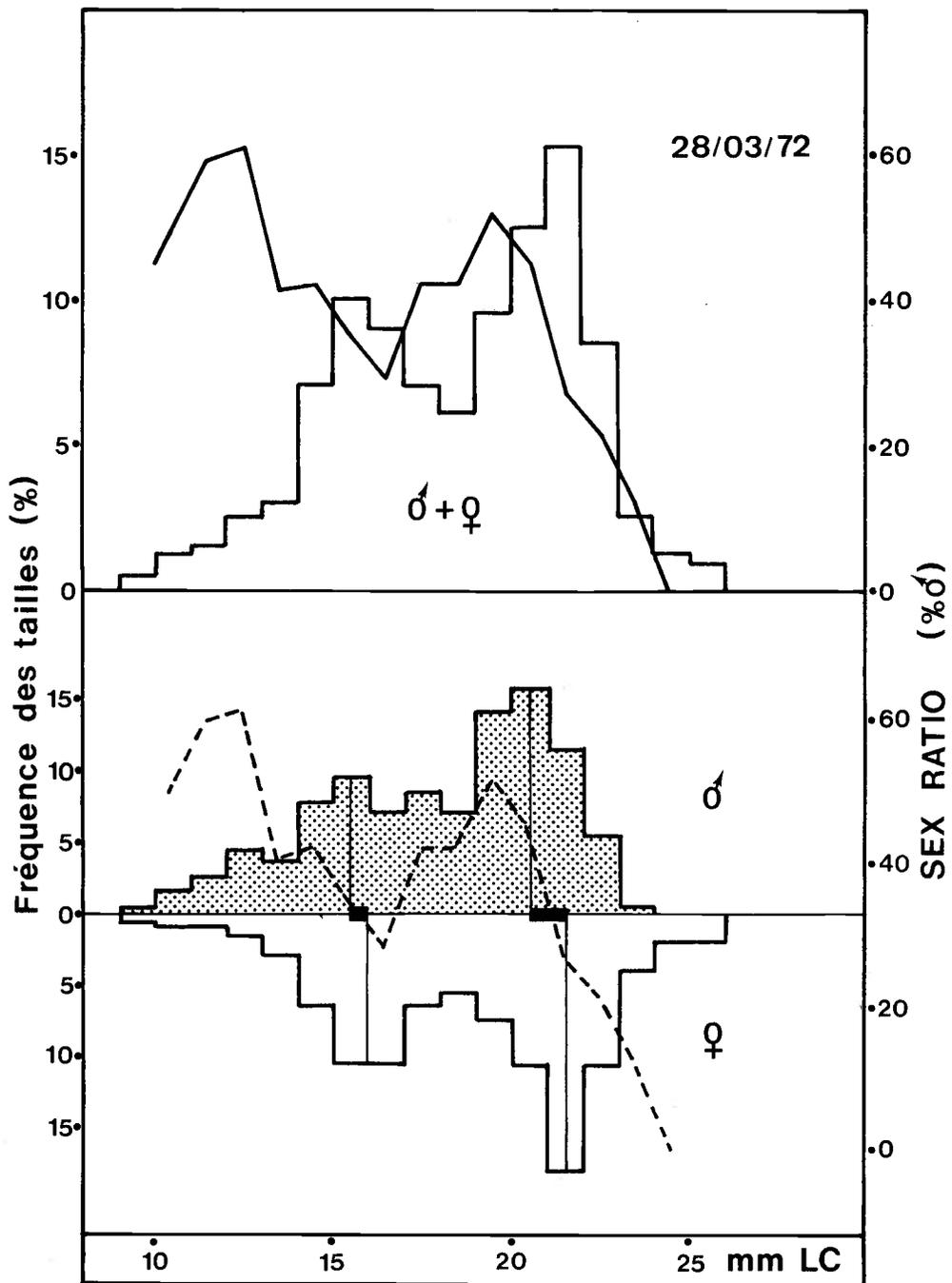


Figure 14 : Structure des histogrammes, différence de croissance entre mâles et femelles à Adiopodoumé, en 1972 .

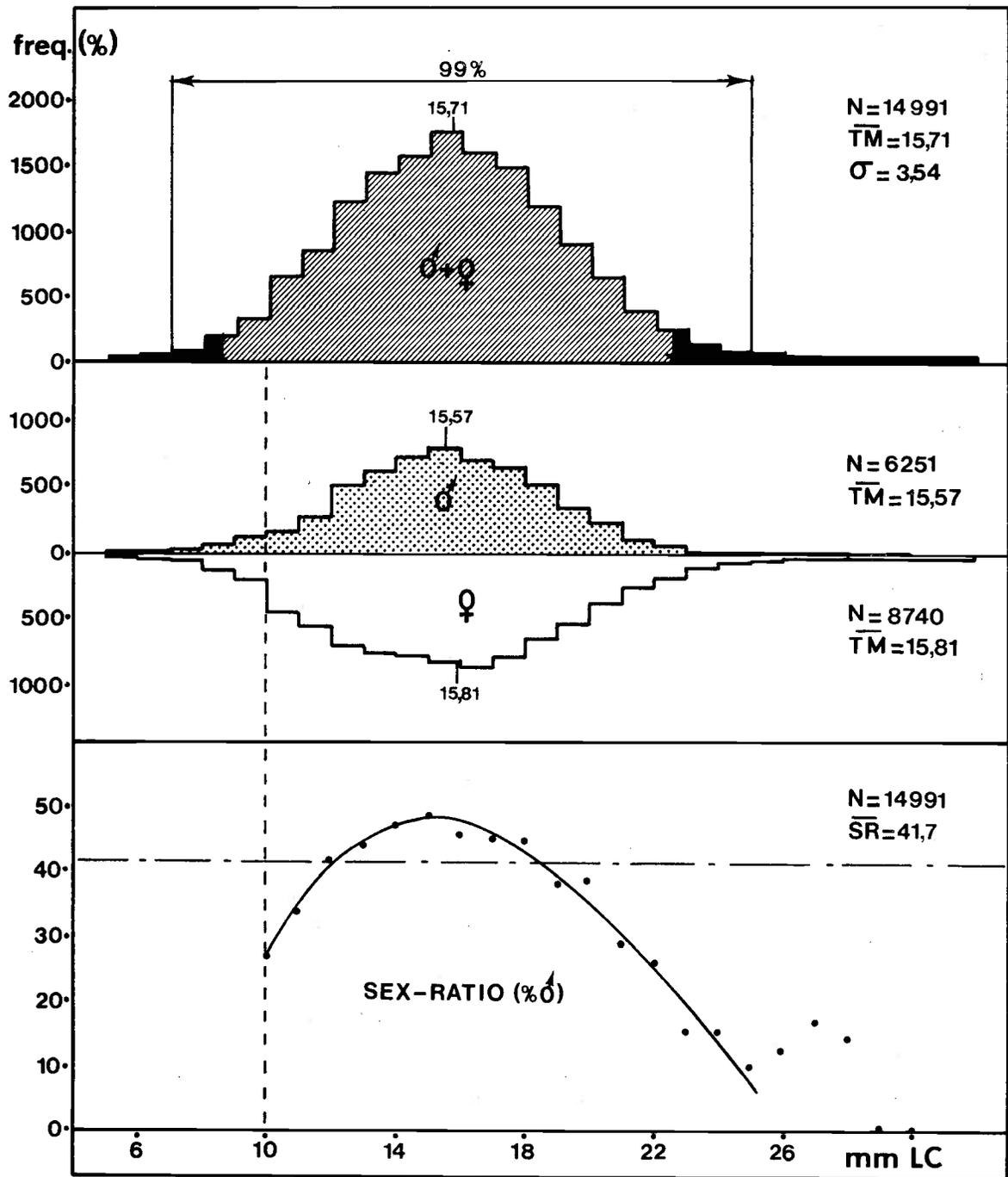


Figure 15 : Histogramme du regroupement annuels des données pour 1972, à Adiopodoumé .

situation : dans celui du 28 mars (figure 14), les mâles sont d'autant plus en retard sur les femelles que le mode est plus décalé vers les grandes tailles. Le sex-ratio calculé pour chaque classe de taille passe successivement par un maximum et un minimum.

Hypothèse à propos de l'émigration

Lors du départ vers la mer, il est probable que les classes d'âge migrent dans leur ensemble, sans discrimination de sexe. Du fait de leur croissance plus rapide, les femelles sont mieux représentées à l'extrémité des histogrammes, ce qui explique le faible sex-ratio.

Cette hypothèse semble confirmée par l'analyse des captures de la pêche artisanale : GARCIA (1972) observe un léger décalage dans les tailles, au détriment des mâles, lorsque la taille à la migration dépasse 20mm LC. En Casamance (de BONDY, 1968), la taille moyenne des échantillons de mâles est toujours inférieure à celle des lots de femelles, tandis que le sex-ratio paraît normal (48,6%).

Il faut cependant remarquer que certains individus pour des raisons mal définies, s'attardent en lagune Ebrié; et parmi eux une large majorité de femelles. A Adiopodoumé, le sex-ratio est voisin de 24% au-delà de 30mm LC, et le plus gros individu récolté était une femelle de 37mm LC.

Histogrammes de regroupement annuel

L'histogramme de fréquence des tailles regroupant les données de 1972 est représenté figure 15.

- Il est remarquablement symétrique dans les tailles moyennes. La dissymétrie concerne les extrémités, car la sélectivité du chalut s'exerce sur les petites tailles en tronquant l'histogramme à gauche, tandis qu'à droite, certaines crevettes prolongent leur séjour en lagune très au-delà de la taille à la migration.
- La moyenne se situe à 15,71 mm LC, et 95% des effectifs se trouvent entre 8,6 et 22,8mm LC.
- La séparation des mâles et des femelles met en évidence le décalage des modes et tailles moyennes.
- L'évolution du sex-ratio en fonction de la taille est identique à celle déjà décrite. La partie ascendante, dans les petites tailles, résulte sans doute d'un biais d'échantillonnage : la distinction des sexes était basée sur la présence ou l'absence du pétasma, peu visible chez les petits individus. Les valeurs de sex-ratio données

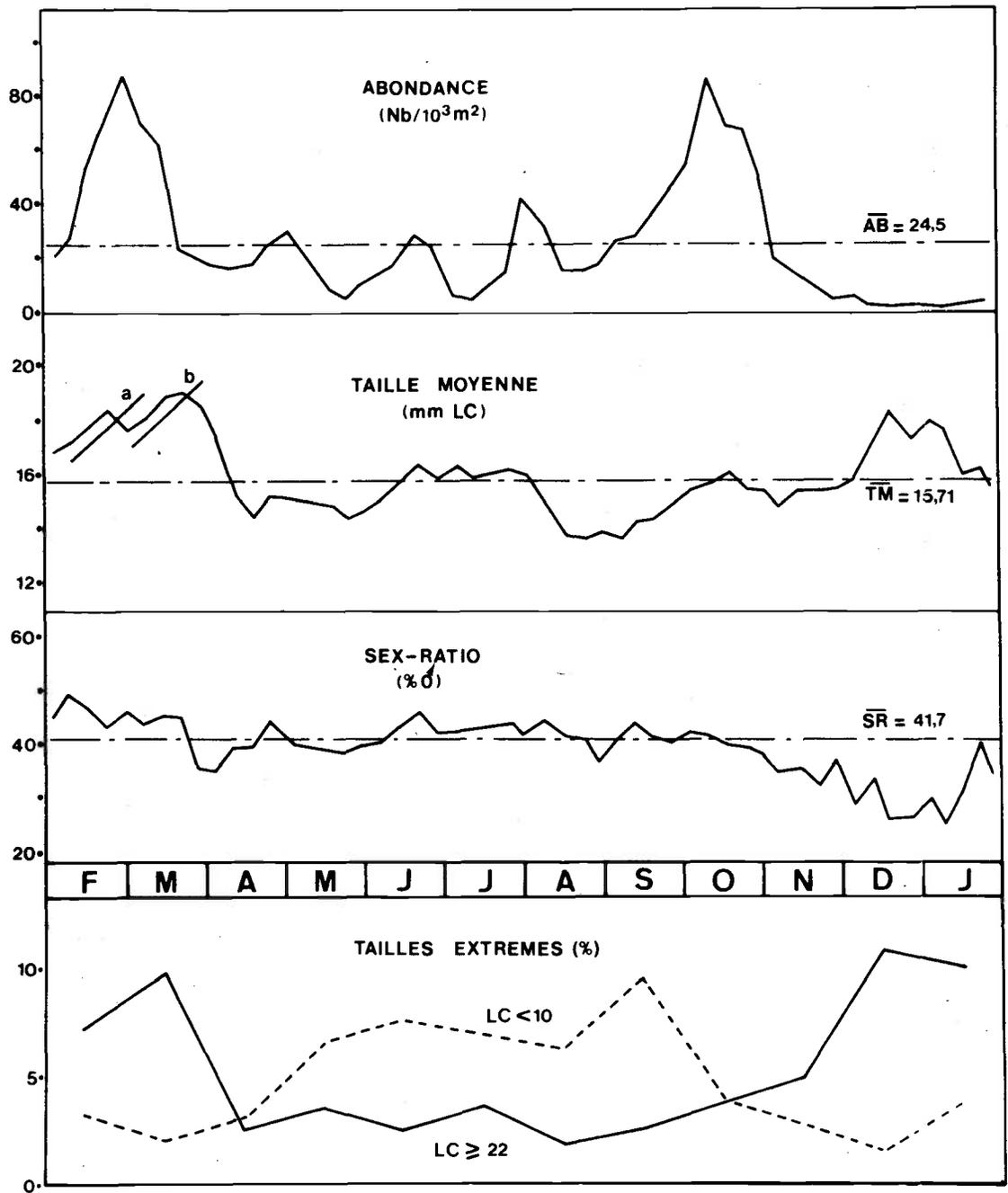


Figure 16 : Variations des paramètres biologiques à Adiopodoumé
(1972).

dans ce travail sont par conséquent légèrement sous -
estimées.

2.3.2. - Variations saisonnières des paramètres caractéristiques

Résultats

La figure 16 résume les variations de l'abondance, de la taille moyenne et du sex-ratio au cours de l'année 1972. La représentation des classes extrêmes consiste à suivre séparément les fréquences des tailles supérieures ou égales à 22mm, et des tailles inférieures à 10mm LC, dans les histogrammes mensuels.

- L'abondance varie beaucoup au cours de l'année. On reconnaît les 5 pics déjà décrits : les 2 plus importants se situent en février - mars (GSS) et octobre (PSP); 3 pics mineurs s'échelonnent d'avril à août, et la plus faible abondance est observée en décembre et janvier.
 - La taille moyenne montre une série d'oscillations périodiques au cours de l'année. Cette évolution est directement liée à la succession des pics d'abondance et des classes d'âge, et l'on peut distinguer deux types de variations :
 - . des oscillations régulières de grande amplitude coïncident avec les grandes vagues de recrutement que représentent les pics;
 - . une série de petites variations qui reflètent la croissance et le renouvellement des classes d'âge sur la nursery. Ainsi, les classes a et b apparaissent nettement sur la figure 16.
- D'un point de vue plus général, les grandes tailles se rencontrent en saison sèche et stable (de décembre à mars), et les petites tailles en saison pluvieuse et perturbée (d'avril à novembre).
- La représentation des classes extrêmes aide à mieux comprendre les variations de la taille moyenne.
 - . En période de stabilité et de forte salinité, les grosses crevettes pénètrent largement dans la baie, tandis que les post-larves, qui colonisent les rivages, ne sont pas capturées. Il se peut que les migration vers la mer soit retardée.
 - . En période d'instabilité et de dessalure, il semble que les post-larves refluent vers le centre de la baie, alors que les crevettes plus âgées font mouvement vers la lagune.
- On remarquera le défaut de recrutement en décembre et janvier,

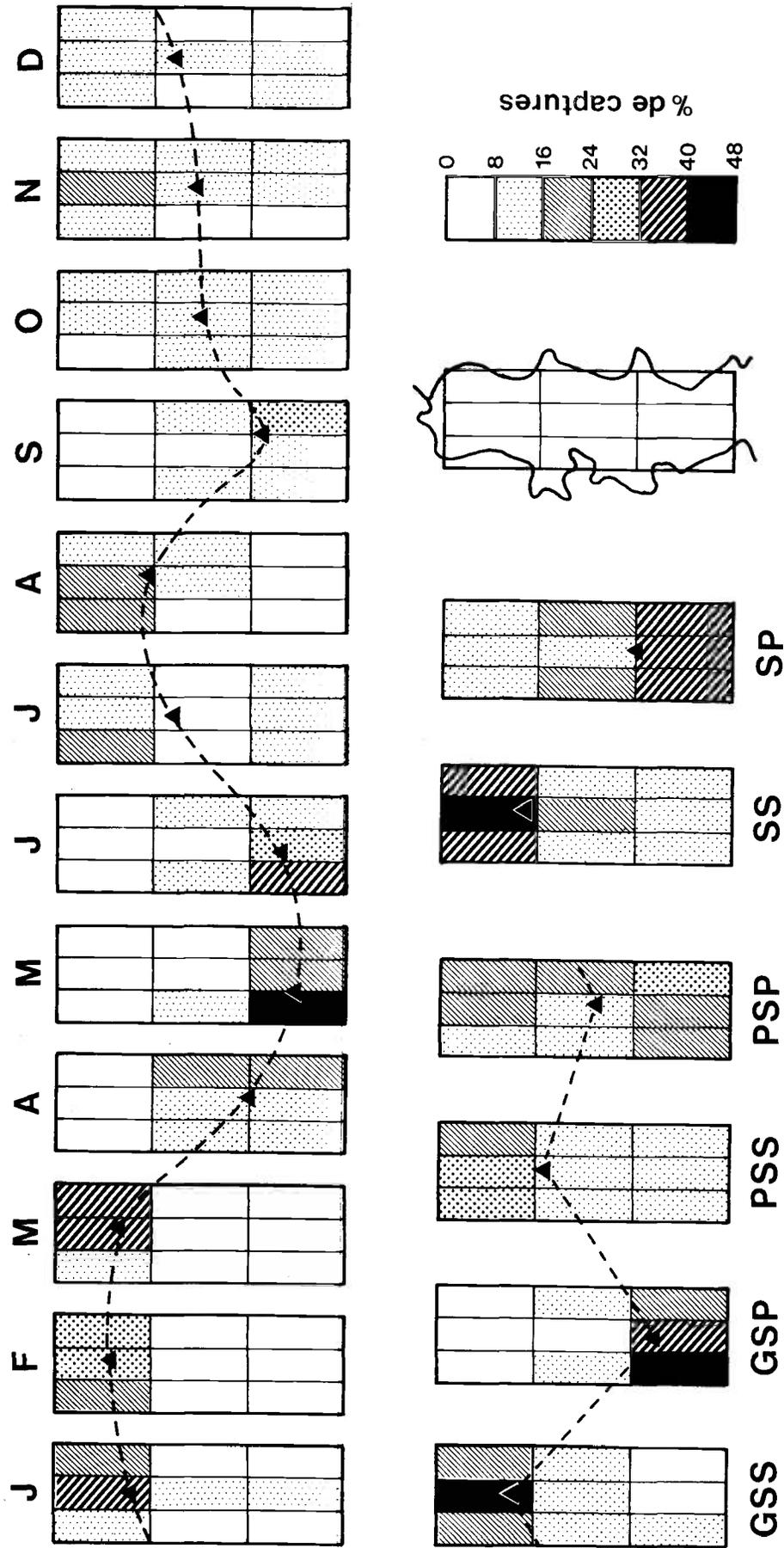


Figure 17 : Répartition des crevettes sur la nurserie d'Adiopodoumé au cours d'une année, regroupement pour chaque saison.

qui se traduit par une augmentation de la taille moyenne, et l'absence de classes jeunes, alors que les individus âgés sont bien représentés.

- Le sex-ratio oscille autour de la moyenne annuelle sans qu'il se dégage de tendance nette. Les faibles valeurs de novembre, décembre et janvier, semblent confirmer le fait que les femelles s'attardent plus volontier en lagune que les mâles (population âgée).

Discussion

Aucune corrélation n'a été mise en évidence entre les variations de l'abondance et celles des facteurs du milieu. De fortes concentrations de crevettes ne sont pas incompatibles avec de très faibles valeurs de la salinité. Il est probable que ces fluctuations d'abondance sont surtout liées au recrutement post-larvaire en lagune Ebrié.

Le nombre de pics correspond à celui déterminé par LE RESTE (1973) à Madagascar pour *P. indicus*. Dans le lac Nokoué, au Dahomey, HOESTLANDT (1966) trouve un maximum d'abondance en saison sèche (mars), au moment où la salinité est la plus élevée. Comme celui que l'on observe à pareille époque en Côte d'Ivoire, ce pic dure un peu plus d'un mois.

Aucune relation n'a pu être établie entre la taille moyenne et l'abondance, bien qu'en saison sèche, ces deux paramètres présentent des valeurs élevées. Il existe par contre une bonne relation entre la taille moyenne et la salinité, qui varient dans le même sens. En ce qui concerne l'allure de la courbe de taille moyenne, HOESTLANDT obtient des résultats assez voisins, tant pour la période que pour l'ampleur de la variation.

Enfin, la relation entre la fréquence des individus de taille supérieure ou égale à 22mm LC et la salinité, est fortement positive, tandis que celle qui relie la fréquence des crevettes de taille inférieure à 10mm LC à ce même facteur est négative.

2.3.3. - Variations dans la répartition topographique

Expression des données

Dans les figures 17 et 19a, la baie d'Adiopodoumé a été assimilée à un rectangle, où chaque trait de chalut est représenté par une case.

Pour l'abondance, chaque valeur correspond au pourcentage de la capture pour le trait considéré à la capture réalisée sur toute la baie.

Pour la taille moyenne, ce sont les écarts absolus entre les

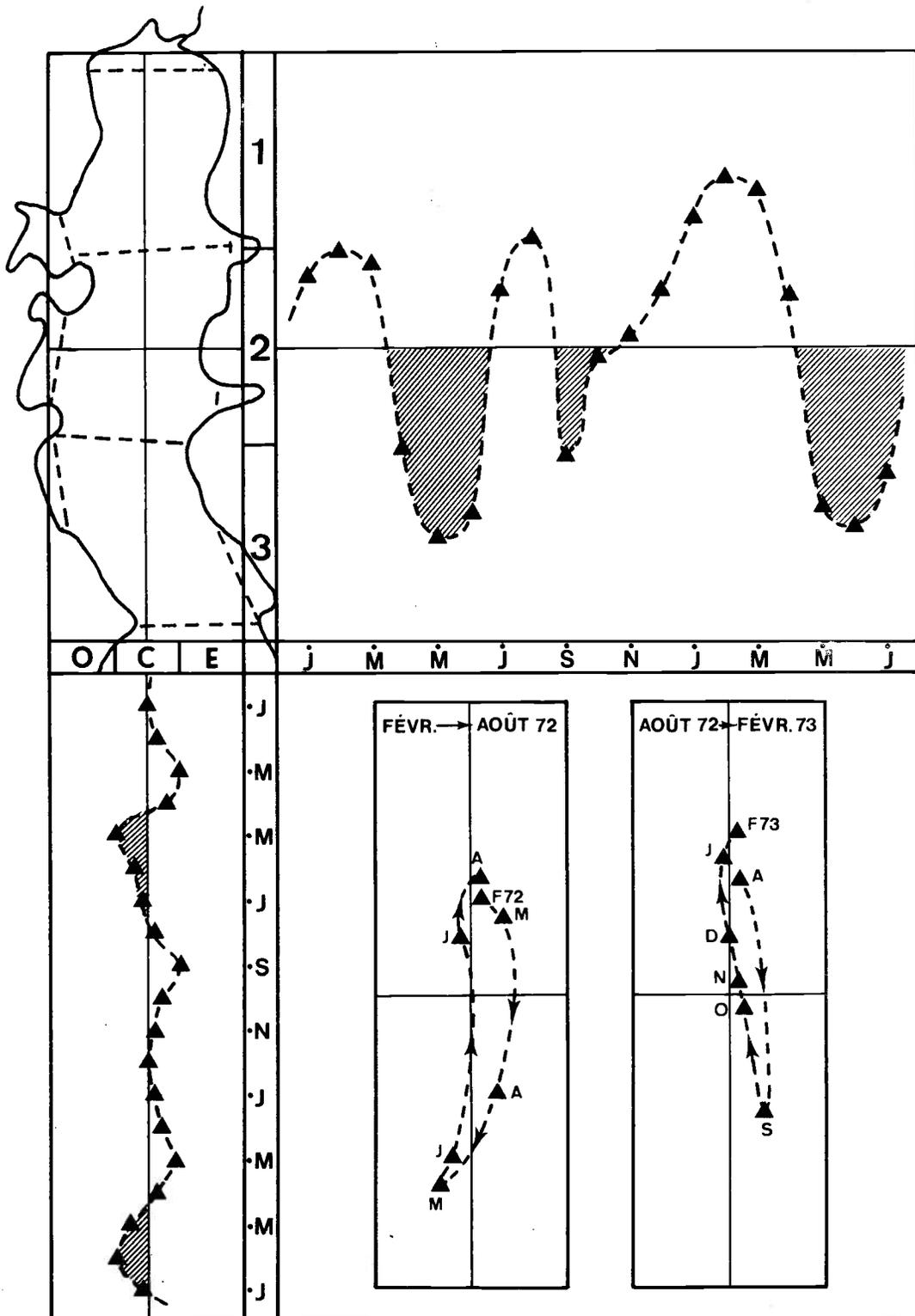


Figure 18: Déplacements du barycentre de la population de juvéniles en fonction de la saison.

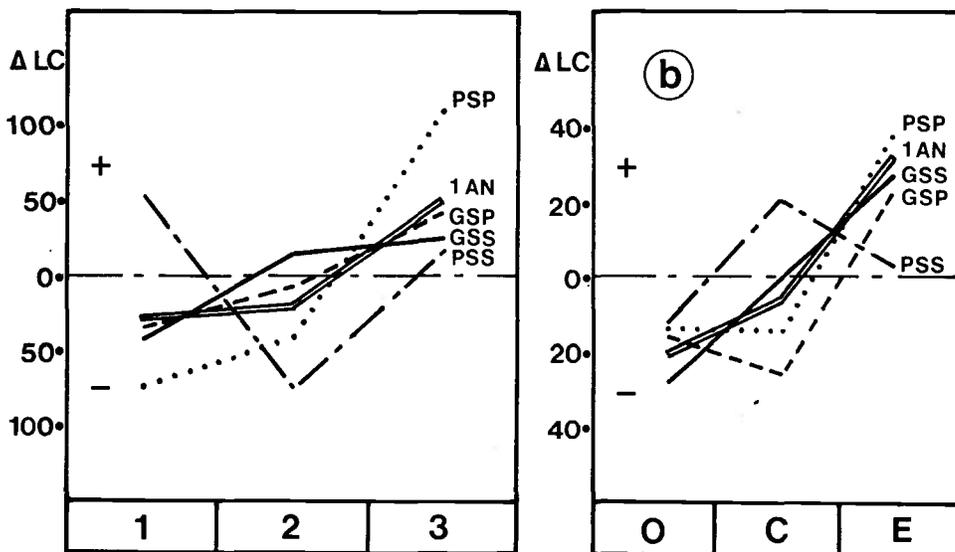
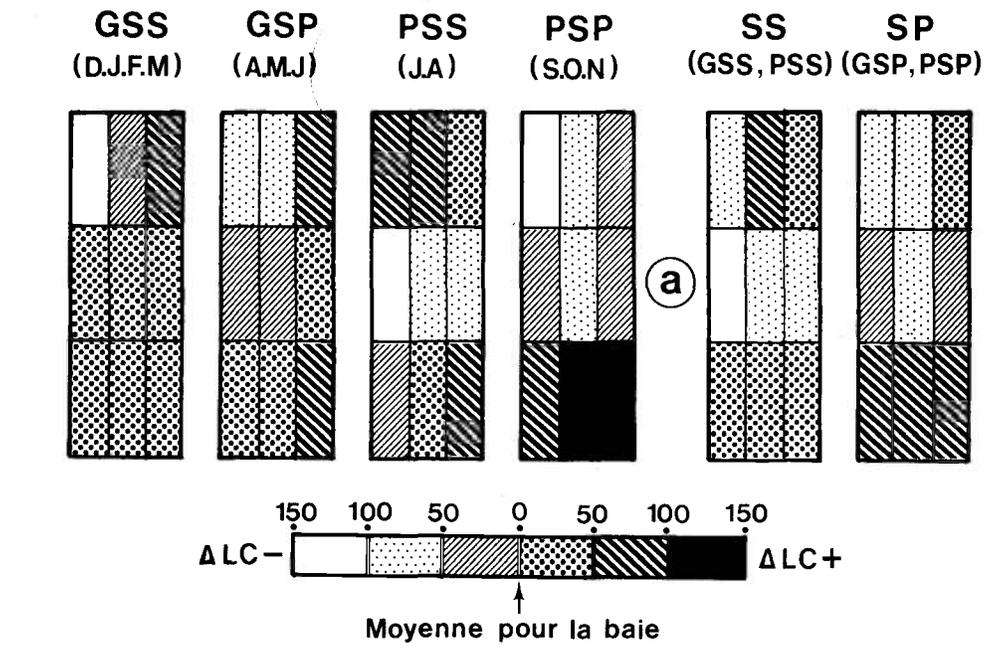


Figure 19: a) Répartition topographique des tailles sur un an, à Adiopodoumé.

b) Profils longitudinaux et transversaux.

valeurs de chacun des traits et la moyenne pour la baie qui sont exprimés. La figure 19b représente des profils longitudinaux et transversaux.

Dans la figure 18, la population a été réduite à son barycentre, dont les déplacements ont été suivis dans un système d'axes orthonormés correspondant aux orientations caractéristiques de la baie (nord-sud et est - ouest).

Résultats

- La figure 17 nous montre que la répartition est à peu près homogène en octobre, novembre et décembre (PSP), et a un moindre degré en juillet et août (PSS). Elle est hétérogène pendant le reste de l'année.

- Les déplacements du barycentre traduisent bien les mouvements de la population sur la nursery (figure 18) :

en grande saison sèche, les crevettes pénètrent profondément dans la baie. Avec les premières pluies (avril), elles amorcent un brusque mouvement de recul vers la lagune. La position extrême est atteinte en mai-juin, puis, malgré une très forte dessalure, les juvéniles reprennent rapidement possession de la baie (juillet). En août, la position du barycentre est identique à celle de grande saison sèche. Le début de la petite saison des pluies est marqué par un léger recul en septembre, et les crevettes adoptent une position moyenne pendant les mois d'octobre et novembre. Le retour des eaux salées en décembre les engage à pénétrer à nouveau dans la baie pour se rassembler au fond.

Transversalement, on note des mouvements réguliers, mais peu marqués.

Les déplacements du barycentre sont donc cycliques (diagrammes, figure 18). Il y a deux alternances par an, se répétant tous les six mois.

- La répartition des tailles est assez homogène en grande saison sèche (figure 19), les petites crevettes étant toutefois plus abondantes au fond de la baie.

Elle est plus tranchée pendant la grande saison des pluies, avec un reflux des grands individus vers la lagune.

En petite saison sèche, les grosses crevettes colonisent à nouveau le fond de la baie, les petites étant plus abondantes au milieu.

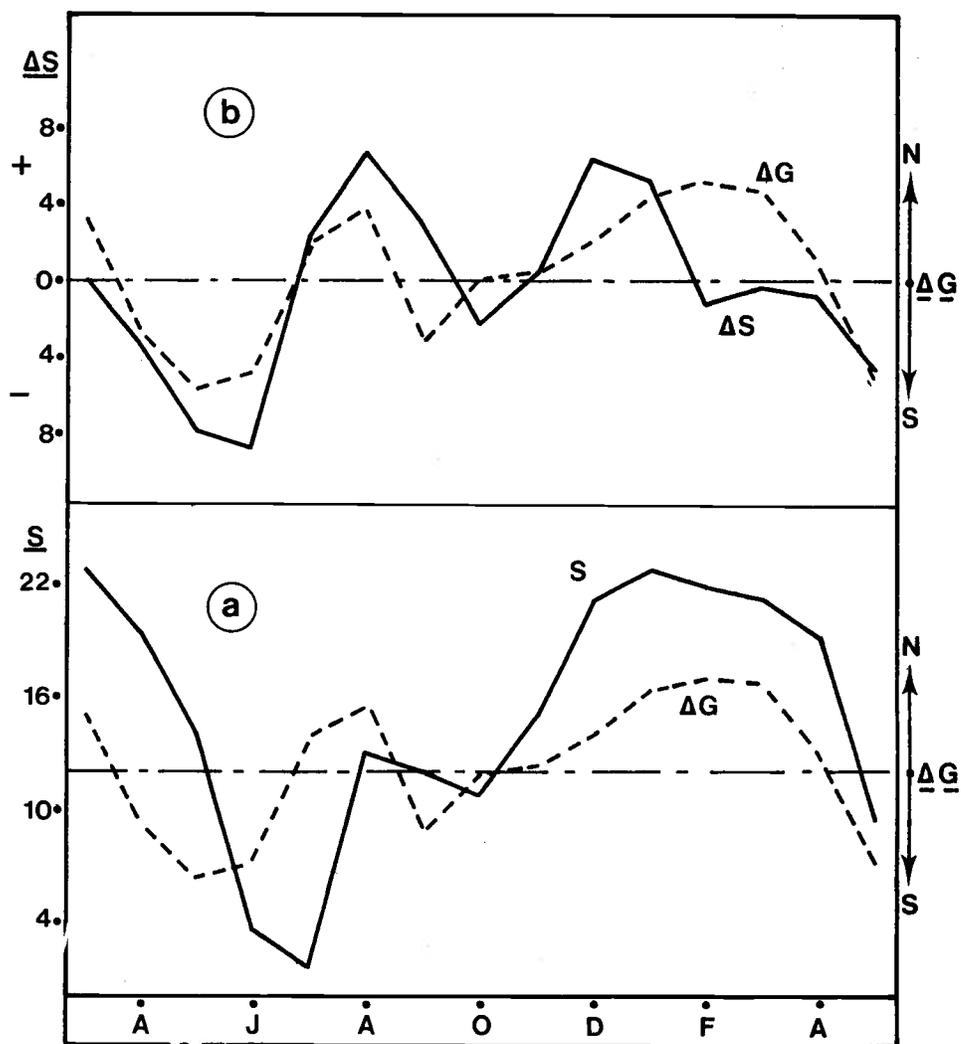


Figure 20 : Relation mouvement des crevettes -
Variations de la salinité.

La répartition est particulièrement nette ne petite saison des pluies, lorsque les individus âgés sont repoussés vers la lagune.

Discussion

De toute évidence, la salinité et ses variations sont à l'origine des mouvements et différences de taille.

. Si l'on compare les déplacements du barycentre (ΔG) avec la courbe de salinité (S) (figure 20a), on n'obtient pas de concordance absolue dans la première partie du diagramme. Les variations, pourtant similaires, sont déphasées dans le temps. La concordance est meilleure avec les écarts mensuels de salinité (ΔS) (figure 20b).

Dans la première partie du diagramme, il semble que les mouvements des crevettes sont calqués sur les variations de la salinité.

La deuxième partie montre que les crevettes pénètrent largement dans la baie en période de stabilité hydrologique.

Deux facteurs, égisant le plus souvent de concert, favorisent la présence des juvéniles sur la nursery : une salinité élevée et la stabilité hydrologique du milieu.

Les dessalures brutales sont mal supportées par les crevettes, qui refluent vers la lagune. D'après certains auteurs (PANIKKAR, 1967 et DALL, 1967), les Penaeidae peuvent supporter sans dommage une dessalure intense et rapide; mais RUELO (1973) note que de fortes crues déclenchent un exode massif vers la mer, qu'il explique par l'intense remaniement des fonds. Cette hypothèse ne semble pas devoir s'appliquer à Adiopodoumé, où les courants sont toujours faibles. Par contre, l'action de violents orages n'est pas à négliger. Les dessalures qui s'en suivent sont brutales et généralisées à toute la baie. Du fait de la faible profondeur, elles sont certainement ressenties au niveau du fond. Ceci peut expliquer pourquoi le retrait des crevettes est plus rapide au début de la grande saison des pluies (période des "tornades"), qu'au commencement de la petite saison des pluies, où les précipitations sont moins violentes. Il est également possible que les eaux issues du premier lessivage des sols après la saison sèche, soient particulièrement chargées en acides humiques, et exercent une action repulsive sur les jeunes crevettes.

En ce qui concerne la répartition des tailles, les petites crevettes sont en général plus abondantes au fond de la baie, côté ouest; les

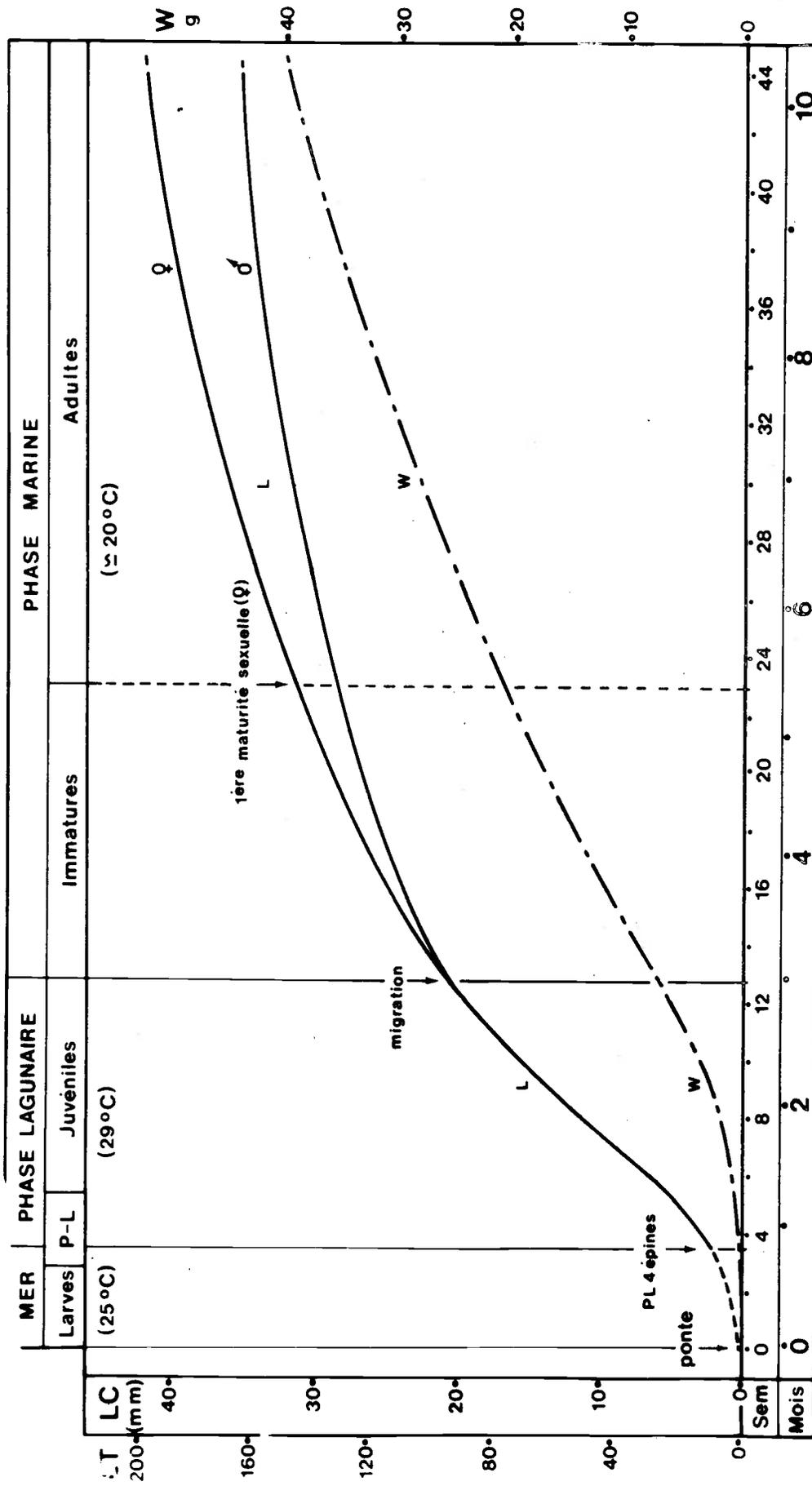


Figure 21 : Courbe de croissance globale de *P. duorarum* en côte d'Ivoire.

grosses en sortie de baie, côté est. Les petits individus, peu affectés par les variations de salinité, occupent les zones périphériques de la nursery, en particulier celles recevant des apports d'eau douce (rives nord et ouest). Au cours de leur croissance, les juvéniles se déplacent vers le sud-est avant de migrer vers la mer.

2.4. - CROISSANCE GLOBALE ET RELATIONS INTER-STADES

Connaissant les variations saisonnières d'abondance des juvéniles sur la nursery d'Adiopodoumé, et leur croissance, par un travail déjà publié (GALOIS, 1974), il était intéressant de replacer ces résultats dans le contexte général du cycle vital de *Penaeus duorarum* en Côte d'Ivoire.

2.4.1. - Courbe de croissance globale

Cette courbe apparait figure 21, et regroupe les résultats obtenus pour les juvéniles (GALOIS, 1974), et pour les immatures et adultes en mer (GARCIA et al, 1970).

Le raccordement des deux courbes a été effectué au niveau de la taille moyenne à la migration, définie par GARCIA en 1972 (20 mm LC environ).

Pour les phases larvaire et post-larvaire, les résultats de DOBKIN (1961), EWALD (1965) et HOESTLANDT (1966) ont permis de tracer la courbe de croissance.

La croissance en poids a été calculée à l'aide des équations obtenues pour les juvéniles par GALOIS, et pour les adultes par PETIT (1970).

Les températures mentionnées correspondent à des moyennes annuelles enregistrées en lagune (Adiopodoumé, 1972), et en mer, dans les couches de 0 et 10 mètres pour les larves (MORLIERE, 1970), et sur les fonds d'adultes (estimation d'après VARLET, 1958 ; et MORLIERE, 1970).

On peut faire les remarques suivantes :

- la pénétration des post-larves en lagune a lieu trois semaines environ après la ponte. Selon HOESTLANDT (1966), elles mesurent 1,88mm LC, soit 7,5 à 8,0mm LT en moyenne, et possèdent 4 épines rostrales;
- les post-larves et juvéniles passent alors deux mois dans la lagune, où ils croissent rapidement, et regagnent la mer lorsqu'ils sont âgés d'environ trois mois;
- la croissance en mer passe par le stade d'acquisition de la maturité sexuelle, vers 5-6 mois pour les femelles (à 31mm LC d'après

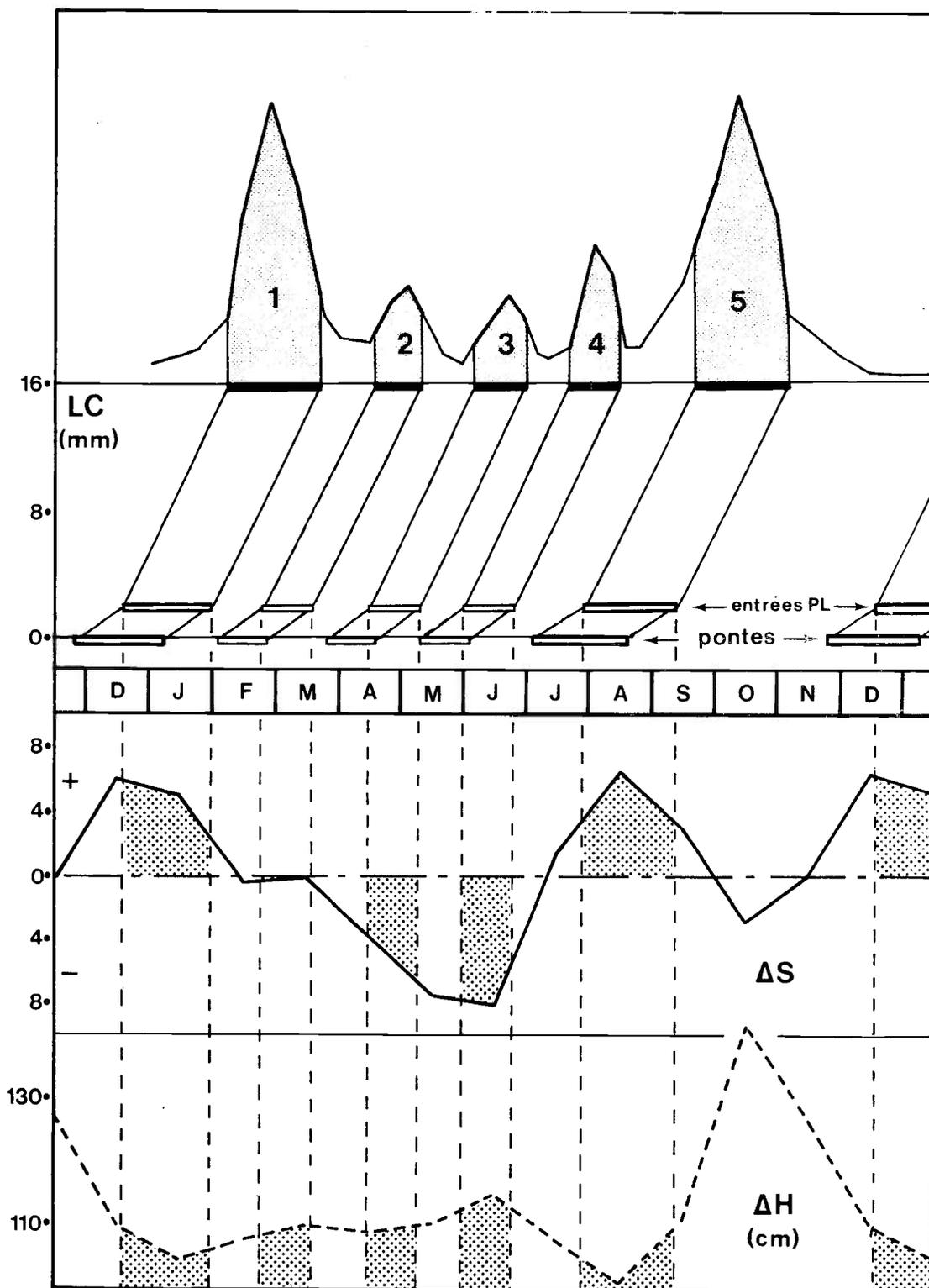


Figure 22: Relations abondance de juvéniles à Adiopodoumé
 - ponte et recrutement post-larvaire.

GARCIA, 1972). Elle se poursuit jusqu'à la mort des animaux, qui survient pour un âge non déterminé, mais en tous cas supérieur à un an;

- comme GARCIA et al l'avaient pressenti en 1970, les crevettes entièrement recrutées en mer ont un âge approximatif de trois mois à trois mois et demi. D'après des données récoltées en 1969, ces auteurs l'avaient situé entre 2,7 et 3,9 mois.

2.4.2. - Relation ponte-recrutement post-larvaire et abondance des juvéniles

En combinant les courbes de croissance et les variations saisonnières d'abondance des juvéniles, il est possible de définir approximativement les périodes de ponte et d'entrées de post-larves en lagune Ebrié. La partie supérieure de la figure 22 effectue cette synthèse.

Trois facteurs peuvent agir sur l'abondance des crevettes à Adiopodoumé : l'intensité de la ponte, la survie des larves en mer, et la possibilité pour les post-larves de pénétrer en lagune.

- D'après GARCIA (1972), la ponte a lieu en toutes saisons, mais n'est réellement importante que pendant la grande saison chaude, d'octobre à juin, avec un maximum en janvier. Ceci confirme une partie de nos résultats, puisque les quatre premiers pics d'abondance semblent provenir de pontes d'échelonnant de novembre à mai. Cependant, cela n'explique pas la présence du pic d'octobre, qui paraît issu d'une ponte en juillet-août, en saison froide. Des travaux en cours semblent confirmer l'existence de cette ponte. D'autre part, des pontes de Penaeidae en saison froide ont déjà été observées par de BONDY (1968) au Sénégal, et LE RESTE (1971 et 1973) à Madagascar.
- La survie des larves en mer est très mal connue, et dépend pour l'essentiel de la composition et de l'abondance du plancton, et de la direction des courants, qui peuvent parfois s'exercer à l'encontre des larves en les portant au large.
- La possibilité offerte aux post-larves de pénétrer en lagune est fonction de l'intensité et de la durée du courant de flot parcourant le canal de Vridi.

La partie inférieure de la figure 22 regroupe les écarts mensuels de salinité à Adiopodoumé (ΔS), bons indicateurs des crues et décrues; et la courbe des variations du niveau de la lagune

Ebrié d'après VARLET (1958).

On constate que les entrées présumées de post-larves correspondant aux pics d'abondance 1 et 5 ont lieu au moment où l'eau de mer pénètre largement en lagune, et lorsque le niveau de celle-ci est minimum.

Pour les pics mineurs (2, 3 et 4), les entrées se font en période de stabilité ou de dessalure, mais toujours lorsque le niveau de la lagune est peu élevé.

Par contre, la forte crue de septembre, octobre et novembre se traduit par un important défaut de recrutement en novembre, décembre et janvier.

2.4.3. - Relation abondance des juvéniles - migration et recrutement en mer

Les variations d'intensité de la migration ont été suivies par GARCIA (1972) en lagune de Grand-Lahou. Dans les courbes présentées, on compte deux maximums, l'un en février-mars et l'autre en octobre-novembre, qui semblent correspondre aux départs possibles des pics 1 et 5 en lagune Ebrié.

Le recrutement des immatures en mer apparait nettement dans certains histogrammes publiés par GARCIA et al (1970). On note un mode dans les petites tailles en novembre, et un autre, moins évident, en mars (femelles, fonds de 45 m, 1969). A remarquer également la quasi absence de recrutement en janvier et février.

BIBLIOGRAPHIE

- A.S.E.C.N.A., 1972-1973. - Bulletins climatologiques, années 1972 et 1973.
Service d'Exploitation Météorologique, Abidjan, Côte d'Ivoire.
- O.R.S.T.O.M., 1973-1974. - Annuaire Hydrôlogiques de Côte d'Ivoire, années 1972 et 1973.
O.R.S.T.O.M. et Ministère des Travaux Publics de Côte d'Ivoire, Abidjan.
- BINDER (E.), 1968. - Répartition des mollusques dans la lagune Ebrié (Côte d'Ivoire).
Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol., 2 (3-4) : 3-34
- DAGET (J.) et ILTIS (A.), 1965. - Poissons de Côte d'Ivoire (eaux douces et saumâtres).
Mém. I.F.A.N., Dakar, 74, XII + 385 pp.

- DALL (W.), 1967. - Hypo-osmoregulation in Crustacea.
Comp. Biochem. Physiol., 21 : 653-678
- DANDONNEAU (Y.), 1973. - Etude du phytoplancton sur le plateau continental de Côte d'Ivoire.
III. Facteurs dynamiques et variations spatio-temporelle.
Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., 11 (4) : 431-454
- DE BONDY (E.), 1968. - Observations sur la biologie de *Penaeus duorarum* au Sénégal.
Doc. Scient. Prov. Centre Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye n°016 : 49 pp
- DEBYSER (J.), 1952. - Observations sur le milieu anaérobie de la lagune Ebrié (Côte d'Ivoire).
C.R. Acad. Sci. Paris, 235 : 1238-1240
- DEBYSER (J.), 1955. - Etude sédimentologique du système lagunaire d'Abidjan (Côte d'Ivoire).
Rev. Inst. fr. Pétrole, 10 (5) : 319-334
- DOBKIN (S.), 1961. - Early developmental stages of pink shrimp *Penaeus duorarum* from Florida waters.
U.S. Fish Wildl. Serv., Fish. Bull., 61 (190) : 321-349
- EWALD (J.J.), 1965. - The laboratory rearing of pink shrimp, *Penaeus duorarum*, Burkenroad.
Bull. Mar. Sci., 15 (2) : 436-449
- GALOIS (R.), 1974. - Biologie de la phase lagunaire de *Penaeus duorarum* en Côte d'Ivoire.
Biométrie et croissance.
Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, 5 (1-2) : 53-71
- GARCIA (S.), 1972. - Biologie de *Penaeus duorarum* (Burk.) en Côte d'Ivoire.
II. Ponte et migration.
Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, 3 (1) : 19-45
- GARCIA (S.), PETIT (P.) et TROADEC (J.P.), 1970. - Biologie de *Penaeus duorarum* (Burkenroad) en Côte d'Ivoire.
Croissance.
Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, 1(2) : 17-48
- GILES (J.H.) et ZAMORA (G.), 1973. - Cover as factor in habitat selection by juvenile brown (*Penaeus aztecus*) and white (*P. setiferus*) shrimp.
Trans. Amer. Fish. Soc., 102 (1) : 144-145
- GUNTER (G.), CHRISTMAS (J.Y.) et KILLEBREW (R.), 1964. - Some relations of salinity to population distribution of motile estuarine organisms, with special reference to penaeid shrimp.
Ecology, 45 : 181-185
- HALL (D.N.F.), 1962. - Observations on the taxonomy and biology of some Indo-west pacific Penaeidae (Crustacea, Decapoda).
Fish. Publ. Colon. Off., n° 17, 229 pp

- HOESTLANDT (H.), 1966 - Premières recherches sur le cycle biologique de *Penaeus duorarum* Burkenroad 1939, en Afrique Occidentale.
Mém. I.F.A.N., 77 : 475-497
- LE RESTE (L.), 1971. - Rythme saisonnier de la reproduction, migration et croissance des post larves et des jeunes chez la crevette *Penaeus indicus* H. Milne-Edwards, en baie d'Ambaro (Côte Nord-Ouest de Madagascar).
Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr., 9 (3) : 279-292
- LE RESTE (L.), 1973. - Etude du recrutement de la crevette *Penaeus indicus* H. Milne-Edwards dans la zone de Nosy-Bé (Madagascar)
11 (2) : 171-178
- MORLIERE (A.), 1970. - Les saisons marines devant Abidjan.
Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, 1 (2) : 1-15
- PANIKKAR (N.K.), 1967. - Osmotic behavior of shrimps and prawns in relation to their biology and culture.
F.A.O. Exper. Pap., Item 4, FR : BCSP/67/E/25
- PARKER (J.C.), 1970. - Distribution of juvenile brown shrimp *P. aztecus* Ives, in Galveston bay (Texas) as related to certain hydrographic features and salinity.
Contrib. Mar. Sci., 15 : 1-12
- PETIT (P.), 1970. - Relation longueur céphalothoracique-poids total chez *Penaeus duorarum* (Burk.) en Côte d'Ivoire.
Doc. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan, 1 (2) : 49-51
- RANCUREL (P.), 1966. - Contributions à l'étude des *Teredinidae* (Mollusques lamelibranches) dans les lagunes de Côte d'Ivoire.
Thèses Doct. ès Sciences Naturelles, Univ. Aix-Marseille, 2 tomes, multigr.
- RUELLO (N.V.), 1973. - Burrowing, feeding and spacial distribution of the school prawn *Metapenaeus macleayi* (Haswall) in the Hunter River Region, Australia.
J. exp. mar. Biol. Ecol., 13 : 189-206
- RUELLO (N.V.), 1973. - The influence of rainfall on the distribution and abundance of the school prawn *Metapenaeus macleayi* in the Hunter River Region (Australia).
Marine Biology, 23 (3) : 221-228
- VARLET (F.), 1958. - Le régime de l'Atlantique près d'Abidjan (Côte d'Ivoire).
Essai d'Océanographie littorale.
Etudes Eburn., 71 : 101-220
- WILLIAMS (A.B.), 1958. - Substrates as a factor in shrimp distribution.
Limnol. Oceanogr., 3 : 283-290