

## **Variations spatio-temporelles du zooplancton d'un estuaire hyperhalin : la Casamance**

Papa Samba DIOUF (1), Anis DIALLO (2)

### **RÉSUMÉ**

*La Casamance est un fleuve côtier du sud du Sénégal (Afrique de l'Ouest) pourvu d'une zone estuarienne relativement vaste.*

*Le déficit pluviométrique de ces deux dernières décennies, combiné à une forte évaporation a contribué à une augmentation anormale de la salinité laquelle a atteint 172 ‰ en amont, en fin de saison sèche 1986.*

*La répartition spatio-temporelle du zooplancton semble dépendre de la température et de la salinité. Le zooplancton est abondant et diversifié (cinquante-six espèces adultes dont 55 % de copépodes et 13 types de larves ; effectif pouvant atteindre 16500 individus/m<sup>3</sup> ; indice de Shannon d'environ 3) tant que la salinité reste inférieure à 70 ‰.*

*En aval d'Adéane (93 km de l'embouchure), les salinités dépassent rarement cette valeur et les variations saisonnières du zooplancton suivent celles de la température (maximums en saison chaude de mars à novembre, et minimums en saison froide). En amont, la salinité, par l'amplitude de ses variations, devient le facteur prépondérant pour expliquer les variations spatio-temporelles du zooplancton, qui devient moins abondant et moins diversifié (6 à 18 espèces suivant les stations et les époques).*

**MOTS-CLÉS :** Zooplancton — Estuaires — Hyperhalin — Afrique de l'Ouest.

### **ABSTRACT**

**SPATIAL AND TEMPORAL VARIATIONS OF ZOOPLANKTON IN A HYPERHALINE ESTUARY: THE CASAMANCE (SENEGAL)**

*Located in the southern part of Senegal (West Africa), the Casamance is a coastal river with a large estuarine area.*

*The persistent drought of the last two decades coupled with strong evaporation has contributed to an abnormal increase in salinity which reached as high as 172 ‰ upstream at the end of the dry season of 1986.*

*Spatial and temporal distribution of zooplankton seems to be a function of temperature and salinity.*

*Zooplankton is abundant and diversified (fifty five adult species of which 55 % are copepods, and thirteen types of larva; numbers can reach up to 16 500 individuals/m<sup>3</sup>, shannon index of about 3) as long as salinity is less than 70 ‰.*

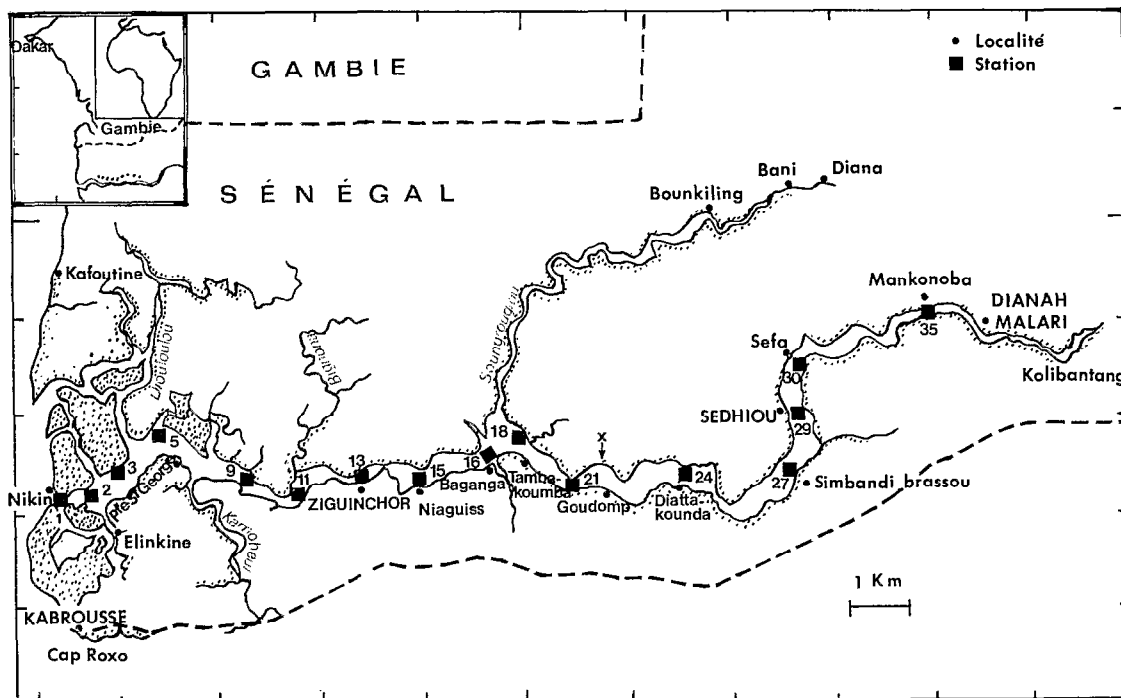
*Below Adeane (93 km from the mouth) salinities are seldom higher than this value and seasonal variations of zooplankton follow those of temperature (maximums during the warm season from March to November, and minimums in the season).*

*Above Adeane, due to its wide range of variation, salinity becomes the dominant factor explaining the spatial and temporal variations of zooplankton which becomes less abundant and less diversified (6 to 18 species according to stations and periods).*

**KEY WORDS :** Zooplankton — Estuaries — Hyperhaline — West Africa.

(1) Chercheur au Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye (Sénégal) B.P. 2241.

(2) Technicien au Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye (Sénégal) B.P. 2241.

FIG. 1. — L'estuaire de la Casamance. *The Casamance estuary*

## INTRODUCTION

Jusqu'à ce jour aucun travail n'a été fait sur le zooplancton de la Casamance. Cependant plusieurs publications sont parues sur le zooplancton des eaux marines sénégalaises et d'autres estuaires de la Sénégalie : GAUDY et SEGUIN, 1964; SEGUIN, 1966; TOURÉ, 1971; SEGUIN et IBÁÑEZ, 1974; CASANOVA *et al.*, 1982; GAERTNER, 1983 et 1985; SERET, 1982, 1983a, 1983b; enfin PAGE, 1984.

La Casamance est un milieu très particulier, qui n'est ni un vrai estuaire ni un bras de mer authentique, mais plutôt un intermédiaire entre une ria et un estuaire classique. L'étude a coïncidé avec une situation environnementale alarmante (LE RESTE et ODINETZ, 1984) liée à un déficit pluviométrique récurrent qui, combiné à l'évaporation, a contribué à une augmentation anormale de la salinité.

L'objectif du présent travail est, d'une part, de contribuer à la connaissance des fluctuations quantitatives et qualitatives du zooplancton, qui est un bon indice de richesse trophique (DIMOV, 1985; KIMOR, 1959), et d'autre part de déterminer le comportement des organismes face aux variations des paramètres du milieu et particulièrement de la salinité.

## 1. MILIEU ET MÉTHODE

La Casamance est un petit fleuve côtier situé au sud du Sénégal (fig. 1). Il est constitué d'un cours principal coulant d'est en ouest et auquel aboutissent de nombreux affluents tortueux appelés localement « bolons » le tout formant un système hydrologique complexe. La zone estuarienne, qui est relativement vaste, s'étend sur plus de 220 km. La marée est semi-diurne.

La Casamance qui, jadis, était un estuaire normal avec schématiquement un profil de salinité longitudinal concave a vu ces dernières années son profil devenir convexe (fig. 2 A), avec un pic de salinité très souvent situé entre 150 et 200 km de l'embouchure (PAGÈS et DEBENAY, 1987).

Les salinités les plus basses sont enregistrées durant la saison des pluies qui va de juin à octobre (fig. 2 B). Au cours de la saison sèche on assiste à un déplacement du pic de sursalure vers l'amont, un maximum de 172 ‰ ayant été atteint en 1986.

La salinité ne présente pas de stratification verticale (BRUNET-MORET, 1970) sauf juste après une forte pluie. La température de l'eau varie saisonnièrement en fonction du régime climatique, avec des

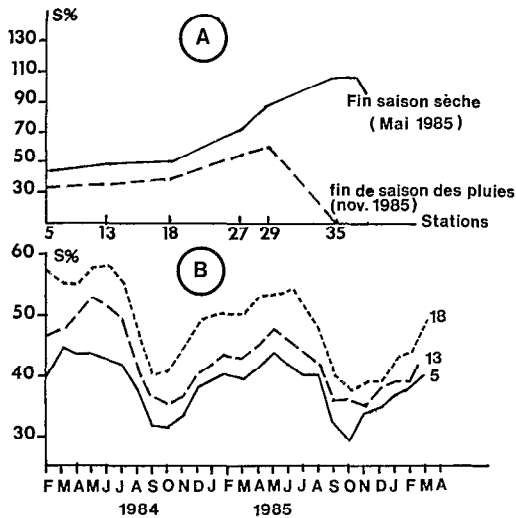


FIG. 2. — A. Profils longitudinaux de la salinité à deux époques principales. B. Variations saisonnières de la salinité à trois stations. A. Salinity profiles along the estuary at two principal periods. B. Seasonal variations of salinity at three stations

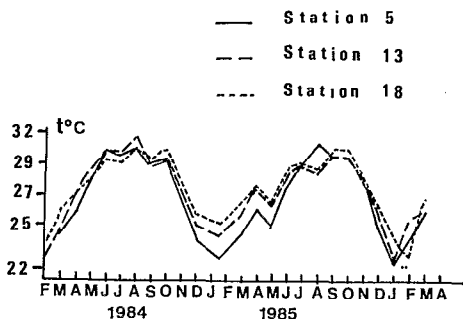


FIG. 3. — Variations saisonnières de la température à trois stations. Seasonal variations of temperature at three stations

maximums de l'ordre de 30 °C en saison chaude (mai-novembre) et des minimums en saison froide (23-25 °C; décembre-mars) (fig. 3).

Une description détaillée de l'environnement estuarien de la Casamance a été faite par PAGÈS *et al.* (1987).

Le zooplancton a été récolté grâce à un filet cylindro-conique de 200 microns de maille construit sur le modèle W.P.2 (ANON., 1968) de 53 cm de diamètre d'ouverture.

Ce filet est équipé d'un collecteur de type Trégouboff et d'un débit-mètre Tsurumi-Seiki-Kosakusho. Le débit-mètre est placé à mi-distance entre le centre de l'ouverture et la périphérie du cerceau (BOURDILLON, 1971).

## 2.1. Méthodologie des prélèvements

Au cours de ce travail, six stations de l'étude pluridisciplinaire ont été retenues : 5, 13, 18, 27, 29, 35 (fig. 1). Les trois premières ont été échantillonnées une fois par mois de décembre 1984 à mars 1986. En février, mars et mai 1986, une couverture de toutes les stations a été effectuée afin d'étudier la répartition spatiale.

Chaque station est tenue pendant douze heures avec un trait toutes les trois heures (8 h, 11 h, 14 h, 17 h, 20 h).

Les traits sont réalisés de la façon suivante; la vitesse de la barque étant fixée approximativement à 3,5 km/h, on déroule le câble jusqu'à ce que le filet soit près du fond; on le traîne alors dans cette position pendant trois minutes et on le remonte. L'ensemble de l'opération dure environ cinq à six minutes.

Le zooplancton d'une station est caractérisé par la moyenne des cinq traits.

Nous avons utilisé la transformation  $\text{Log}^2$  qui atténue l'amplitude des fortes variations, sans accorder une trop grande importance aux variations des faibles effectifs, comme la transformation logarithmique simple (FRONTIER, 1974). La fonction  $\text{Log}$  étant indéfinie quand l'effectif est nul, nous avons alors adopté  $\text{Log}^2(x + 1)$ .

Les échantillons sont fractionnés grâce à une boîte de Motoda de telle sorte qu'on obtienne des parties aliquotes contenant 500 à 1 000 individus qui seront comptés sous la loupe binoculaire.

## 3. RÉSULTATS

### 3.1. Composition faunistique

Au total, cinquante-six espèces ont été inventoriées en Casamance, parmi lesquelles les Copépodes constituent le groupe le plus important : ils représentent 55 % des espèces. Ensuite viennent les Pteropodes (11 %), les Ostracodes (9 %), les Mysidacés et les Amphipodes (chacun 5 %).

De plus, treize types de larves et des œufs de poissons ont été trouvés.

#### CNIDAIRES

Siphonophore

*Aglaura hemistoma* Kramp

Méduses

*Muggia sp.*

## LOPHOPHORIENS

Chaetognathes  
*Sagilla friderici* Ritter-Zohony  
*Sagilla inflata* Grassi

## MOLLUSQUES

Gastéropodes  
*Limacina inflata* (D'Orbigny)  
*Limacina bulimoides* (D'Orbigny)  
*Limacina* sp.  
*Cavolinia* sp.  
*Creseis acicula* Rang  
*Creseis virgula* Eschscholtz

## ARTHROPODES

Cladocères  
*Evadne tergestina* (Claus)  
*Penilia alvirostris* (Dana)

Ostracodes  
*Cyprideis* sp. 1  
*Cyprideis* sp. 2  
*Loxoconcha* sp.  
*Neomonacera* sp.  
*Decopilus* sp.

Copépodes  
*Eucalanus pileatus* Giesbrecht  
*Eucalanus monachus* Giesbrecht  
*Eucalanus crassus* Giesbrecht  
*Paracalanus scotti* Frücht.  
*Paracalanus parvus* (Claus)  
*Clausocalanus jobei* Fros-Fleminger  
*Temora turbinata* (Dana)  
*Pseudodiaptomus serricaudatus* (R. Scott)  
*Labidocera aculifrons* (Dana)  
*Labidocera scotti* Giesbrecht  
*Labidocera nerii* (Kroyer)  
*Pontella gabonensis* T. Scott  
*Pontella securifer* Brady  
*Acartia (Acanthacartia) plumosa* T. Scott  
*Acartia (Paracartia) grani* G. O. Sars  
*Acartia clausi* Sars  
*Centropages chierchiae* Giesbrecht  
*Centropages furcatus* (Dana)  
*Corycaeus speciosus* Dana  
*Corycaeus giesbrechli* F. Dahl  
*Oithona nana* Giesbrecht  
*Oithona plumifera* Braid  
*Ectocyclops* sp.  
*Caligus* sp.  
*Pontella* sp.  
*Microsetella norvegica* Boeck  
*Microsetella rosea* (Dana)

*Clelocampus* sp.  
*Eulerpina aculifrons* (Dana)  
*Eulerpina* sp.

## Mysidacés

*Mesopodopsis slabberi* (Van Beneden)  
*Rhopalophthalmus africana* Tattersall  
*Rhopalophthalmus longicauda* Tattersall

## Amphipodes

*Hyperia latissima* Bovalius  
*Hyperia schizogeneios* Stebbing  
*Gammarus* sp.

## Sergetides

*Lucifer faxoni*

## TUNICIERS

## Appendiculaires

*Oikopleura dioica*  
*Oikopleura longicauda*

## Larves diverses

Larves d'annélides  
 Nauplii  
 Cypris de Lepas  
 Larves de Balanes  
 Larves de Cumacés  
 Zoés de brachyours  
 Larves de Porcellanidae  
 Autres larves de Décapodes  
 Larves d'Insectes Chironomidae (Diptères)  
 Nymphes d'Insectes Chironomidae (Diptères)  
 Larves de Chaoboridae (Diptères)  
 Véligères de Gastéropodes  
 Véligères de Lamellibranches  
 Alevins de Poissons.

## Œufs de Poissons

Si on se réfère aux travaux de SÉRET (1982 et 1983) sur le Sine Saloum et de PAGE (1984) sur la Gambie qui sont deux estuaires voisins de la Casamance, on constate qu'il y a une plus grande affinité entre les faunes de la Casamance et du Saloum — qui ont une évolution hydrologique semblable, surtout du point de vue de la salinité — qu'entre celle de la Casamance et de la Gambie. En effet toutes les espèces mentionnées par SÉRET (1982, 1983a et 1983b), à l'exception de quatre Copépodes (*Acrocalanus andersoni*, *Cymbasoma longispinosum*, *Calanoides carinatus* et *Cyclopoida* sp.), ont été retrouvées en Casamance alors qu'un grand nombre de zooplanctontes présents en Gambie et que l'on trouve surtout dans les zones à salinité relativement faible, n'ont pas été capturées en Casamance. C'est le cas en particulier

des Copépodes *Mesocyclops sp.*, *Tropocyclops sp.*, *Arctodiaptomus sp.* et des Cladocères *Bosmina longirostris*, *Bosminopsis deitersi*, *Ilyocryptus spinifer*, *Chydorus sp.*

### 3.2. Variations saisonnières

L'étude des variations saisonnières a été faite aux stations 5, 13 et 18.

La courbe intégrée pour les trois stations (fig. 5) montre que le zooplancton est abondant de mars à novembre, avec un maximum en septembre, et pauvre de décembre à février. Pendant la période d'abondance, des fléchissements sont notés en mai et surtout en août.

La baisse des effectifs durant la saison froide est enregistrée aux trois stations (fig. 4).

En début de saison sèche 1984-1985 (fig. 6) (décembre 1984-janvier 1985), les effectifs sont faibles et le zooplancton est dominé aux trois stations par une ou deux espèces : *Paracalanus scotti* à la station 5, *P. scotti* et *Acartia plumosa* à la station 13, enfin *Acartia grani* et *P. scotti* pour la station 18. Durant cette période les indices de diversité de Shannon sont faibles (1 à 2 bits/individu).

A partir du début de la saison sèche jusqu'à mars-avril, période durant laquelle la température augmente progressivement, la dominance des biocénoses par une ou deux espèces s'estompe et on assiste au développement de plusieurs espèces : *Temora turbinata*, *Acartia clausi*, *A. plumosa*, *A. grani*, les veligères de Lamellibranches, les Ostracodes et les larves de crustacés. Les indices de diversité sont alors plus élevés (2,5 à 3 bits/individus).

De mars à août, beaucoup d'espèces disparaissent, tant et si bien qu'en début de la saison la moins salée 1985 (août), la diversité spécifique est faible. Seules des espèces comme *Paracalanus scotti*, *Acartia grani*, *Sagitta friderici*, *Cletocampus sp.*, *Limacina sp.*, fortement euryhalines, sont en mesure de se développer.

Durant la saison la moins salée proprement dite (septembre, octobre, novembre 1985), il y a une augmentation de la diversité spécifique et des effectifs des espèces les plus communes à l'exception d'*Acartia grani* et de *Limacina sp.* qui ne semblent bien se développer qu'aux fortes salinités (tabl. I).

En décembre 1985, on aboutit à une situation à peu près analogue à celle de décembre 1984, à savoir des effectifs faibles et une biocénose dominée par un petit nombre d'espèces. A partir de décembre la diversité tend à augmenter comme l'année précédente.

Nous avons représenté dans la figure 5 les variations saisonnières de la température et de la salinité à la station intermédiaire 13, de la production pri-

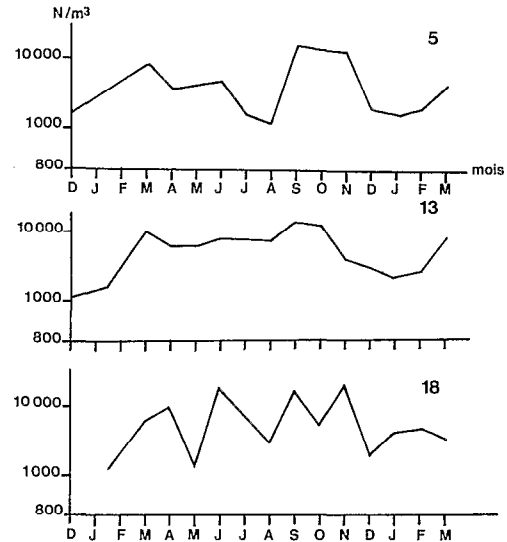


FIG. 4. — Variations saisonnières de l'effectif/m<sup>3</sup> aux stations 5, 13 et 18. Seasonal variations of abundance/m<sup>3</sup> at stations 5, 13 and 18

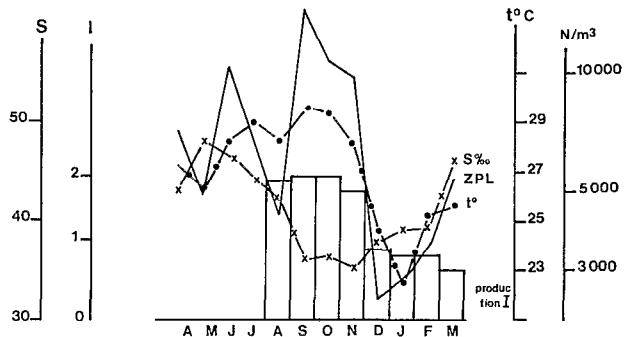


FIG. 5. — Variations saisonnières de la production primaire déterminée par la méthode au <sup>14</sup>C (I en milliers de tonnes de carbone, d'après PAGÈS, 1987; du Zooplancton (N/m<sup>3</sup>); de la température (°C) et de la salinité. Seasonal variations of primary production determined by <sup>14</sup>C method (I in thousands of tons of carbon (PAGÈS, 1987)); of Zooplankton (N/m<sup>3</sup>); of temperature (°C) and of salinity (S‰)

maire intégrée (PAGÈS *et al.*, 1986) et de l'effectif moyen aux trois stations.

L'abondance du zooplancton est mal corrélée aux variations de salinité ( $r = 0,32$ ; non significatif au seuil 0,05). En revanche, les fluctuations des effectifs suivent d'une façon assez remarquable celle de la température, le zooplancton étant d'autant plus abondant que la température est élevée ( $r = 0,80$ ; significatif au seuil de 0,01).

L'augmentation d'abondance du zooplancton pourrait s'expliquer par une double influence de la

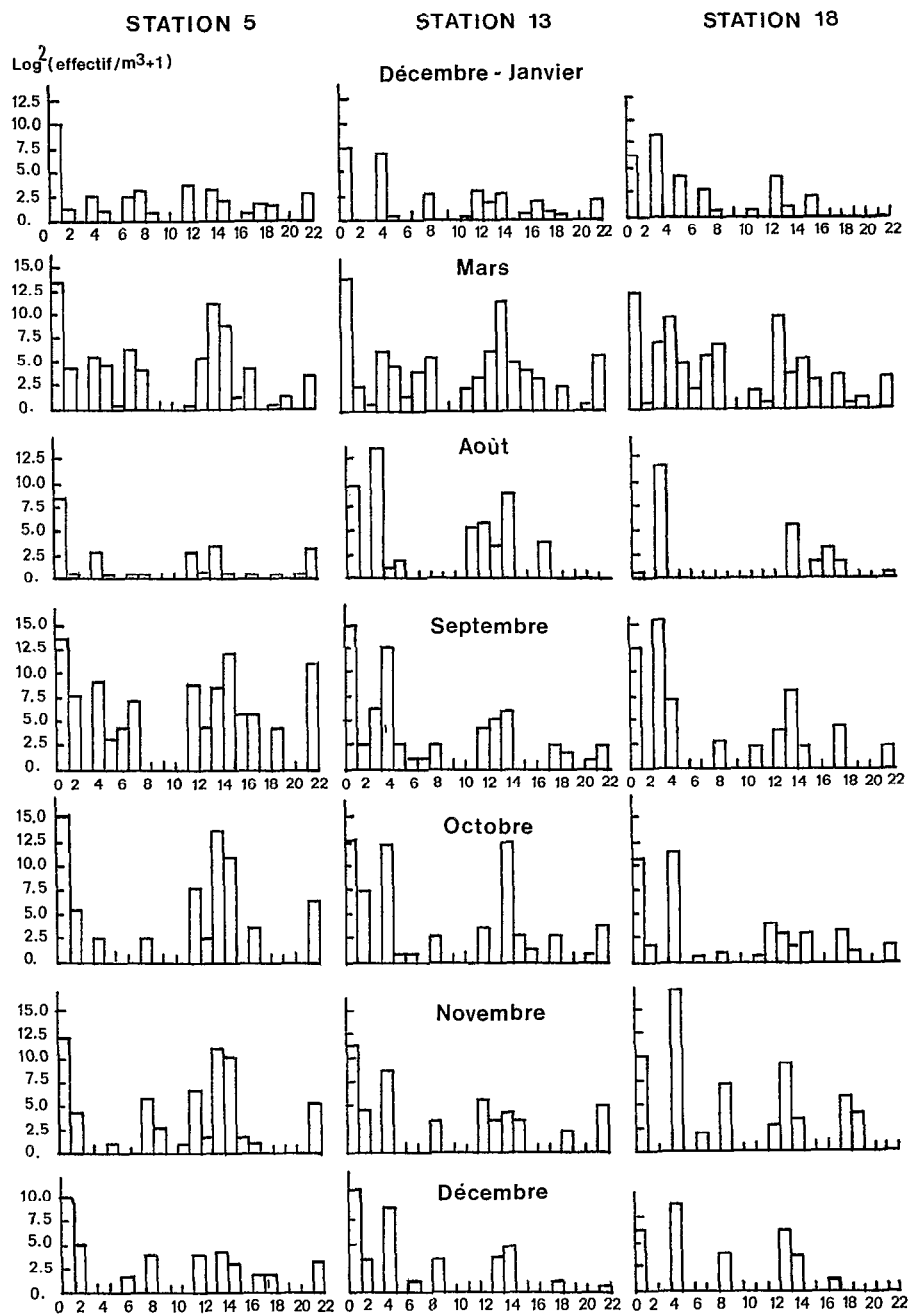


FIG. 6. — Diagrammes en bâtons des principales espèces aux stations 5, 13 et 18 à différents moments de l'année (cf. nomenclature des espèces en annexe). Bar graphs of principal species at stations 5, 13 and 18 at different times of the year (cf. nomenclature of species in table V)

TABLEAU

Effectif/m<sup>3</sup> moyen, des principales espèces, en fin de saison salée — début de la saison la moins salée, et durant la saison la moins salée toutes stations confondues

Mean abundance (m<sup>3</sup>) of the main species. 1) at the end of the high salinity period and 2) during the low salinity season. All stations pooled

| E S P E C E S                        | Fin saison salée<br>début de la saison<br>la moins salée | saison la moins<br>salée |
|--------------------------------------|--|--------------------------|
| <i>Paracalanus scotti</i>            | 738  | 4 132                    |
| <i>Acartia plumosa</i>               | 51   | 2 555                    |
| <i>Acartia grani</i>                 | 2 639  | 1 062                    |
| <i>Acartia clausi</i>                | 28   | 188                      |
| <i>Pseudodiaptomus serricaudatus</i> | 2  | 103                      |
| <i>Oithona nana</i>                  | 10   | 13                       |
| <i>Euterpina acutifrons</i>          | 1  | 56                       |
| <i>Labidocera scotti</i>             | 0  | 19                       |
| <i>Limacina</i> sp.                  | 75   | 1 455                    |
| Véligères de lamellibranche          | 1  | 761                      |
| <i>Mesopodopsis slabberi</i>         | 8  | 45                       |
| <i>Sagitta friderici</i>             | 95   | 287                      |

température (sur la vitesse du développement) et de la nourriture (sur la fécondité et le recrutement); la production primaire étant elle-même stimulée par une élévation de la température (un coefficient de corrélation de 0,78 a été trouvé entre la température et la production primaire ce qui est significatif au seuil de 0,05).

Pendant la période d'abondance les fluctuations de zooplancton en avril-mai et août sont plus délicates à interpréter.

### 3.3. Répartition géographique

L'étude de la répartition géographique a été faite à partir de quinze prélèvements à chaque station durant la saison froide (février, mars 1986) et au début du réchauffement (mai 1986). Les résultats sont présentés sur la figure 7.

On constate que durant la période d'observation, le zooplancton est toujours abondant jusqu'à la station 18 incluse alors qu'il est toujours pauvre aux stations 29 et 35. La station 27 correspond à une zone charnière : le plancton y était abondant en février mais très pauvre en mars et mai.

De l'embouchure à la Pointe Saint-Georges (tabl. II), la diversité spécifique est grande et les Copépodes constituent le groupe dominant. Dans cette partie, des larves et des adultes appartenant à

soixante-sept espèces ont été trouvés. Il s'agit essentiellement d'espèces marines. L'espèce la plus abondante est *Paracalanus scotti*. Cependant durant la saison des pluies et plus particulièrement en juillet et en août, les larves d'huîtres peuvent devenir dominantes (DIOUF, 1985).

De la station 5 à la station 18, le nombre d'espèces diminue (cinquante-cinq). Beaucoup d'espèces marines sténohalines deviennent rares. Cette zone est dominée pendant la plus grande partie de l'année par *Limacina* sp. Ce n'est qu'en octobre, novembre et décembre, quand la salinité est la plus basse que *Paracalanus scotti* est dominant.

De la station 18 à la station 27, treize espèces ont été trouvées, *Acartia grani* supportant bien les fortes salinités et le confinement (DIOUF, 1985) est l'espèce la plus abondante sauf d'octobre à décembre, période durant laquelle l'espèce compétitrice *Acartia plumosa* la supplante.

Entre les stations 27 et 35, le nombre d'espèces est très faible (six).

Le calcul de l'indice de diversité de SHANNON et WEAVER (1949) sur les Copépodes (fig. 7) montre en gros une évolution similaire, à savoir une diminution de l'aval vers l'amont.

Afin de déterminer les affinités écologiques qui existent entre les différentes espèces, nous avons construit un dendrogramme à partir d'une matrice

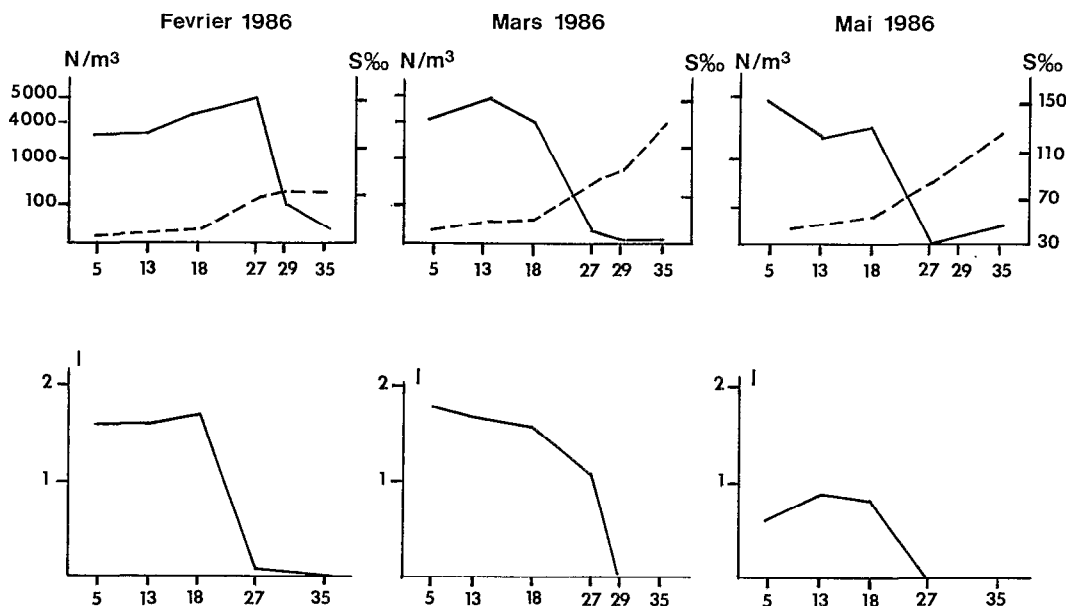


FIG. 7. -- Variations de l'effectif/m<sup>3</sup> et de l'indice de diversité de Shannon des copépodes de l'aval vers l'amont (numéros des stations en abscisse, salinité en tireté, les stations sont indiquées proportionnellement à leur distance à l'embouchure). Variations in abundance (N/m<sup>3</sup>) (upper part) and Shannon diversity index for Copepods (lower part) as a function of station number and distance from the sea. Dashed line indicates salinity.

de similitude présence-absence. Nous avons utilisé la méthode de groupement centroïde qui a l'avantage de conserver l'espace contrairement aux groupements à liens simples ou complets. De plus il permet une interprétation géométrique simple (LEGENDRE et LEGENDRE, 1979).

Grâce à cette représentation graphique (fig. 8) les principales espèces de la Casamance ont été réparties en trois groupes :

- les espèces sténohalines à affinité marine (groupe n° 2) (1) qu'on trouve surtout en aval. Il s'agit d'*Oithona nana*, *Euterpina acutifrons*, *Temora turbinata*, des larves et des œufs de poissons;
- les espèces euryhalines à affinité marine (groupe 1) qu'on trouve surtout en aval mais qui ont une aire de répartition plus large que les premières : *Paracalanus scotti*, *Limacina* sp., *Pseudodiaptomus serricaudatus*, *Acartia clausi*, *Sagitta friderici*, végigères de Lamellibranche et *Acartia plumosa*;
- des espèces euryhalines appartenant à la communauté de l'estuaire moyen (groupe 3) : *Acartia grani*,

*Cyprideis* sp., *Clelocampus* sp., *Mesopodopsis slabberi*.

Il faut signaler l'existence d'une communauté continentale très appauvrie qui apparaît de manière fugitive.

Nous avons cherché à connaître les salinités maximales auxquelles on trouve les principales espèces et celles où l'on a rencontré le maximum d'individus durant les seize mois d'étude (tabl. III).

En prenant en compte les différentes analyses, la Casamance peut être divisée en trois zones :

a) Embouchure à la station 18 incluse, caractérisée par un zooplancton abondant et diversifié. Cette zone peut être elle-même subdivisée :

- de l'embouchure à la station 5 où coexistent les communautés sténohalines à affinité marine et euryhalines marines,
- station 5 à station 13 où l'on ne trouve pratiquement que la communauté euryhaline marine,
- station 13 à station 18 où l'on ne rencontre pratiquement que la communauté euryhaline de l'estuaire moyen.

(1) Le groupement des espèces a été fait avec des échantillons provenant de la station 5 à la station 35. La station 5 étant à 23 km de l'embouchure les espèces les plus sténohalines ont disparu. Aussi, la signification de sténohaline doit être un peu nuancée ici.



TABLEAU II

Nombre d'espèces, espèces dominantes et indices de diversité de différentes parties de l'estuaire. Certains éléments de ce tableau, notamment les informations concernant les stations 2 à 4 et les valeurs de l'indice de diversité sont empruntés à DIOUF (1985)  
*Number of species, dominant species, diversity index in successive stretches of the estuary (some informations for stations 2 to 5, and diversity values are from DIOUF 1985)*

| STATIONS | NOMBRE D'ESPECES | ESPECES DOMINANTES                                  | INDICE DE DIVERSITE |
|----------|------------------|---|---------------------|
| 2 à 4    | 67               | <i>Paracalanus scotti</i><br>ou larves d'huîtres    | 3,5 - 2             |
| 5 à 17   | 55               | <i>Limacina</i> sp. ou<br><i>Paracalanus scotti</i> | 3 - 1,3             |
| 18 à 26  | 13               | <i>Acartia grani</i>                                | 1,2 - 0             |
| 27 à 35  | 6                | Larves de chironomidae                              | 0,2 - 0             |

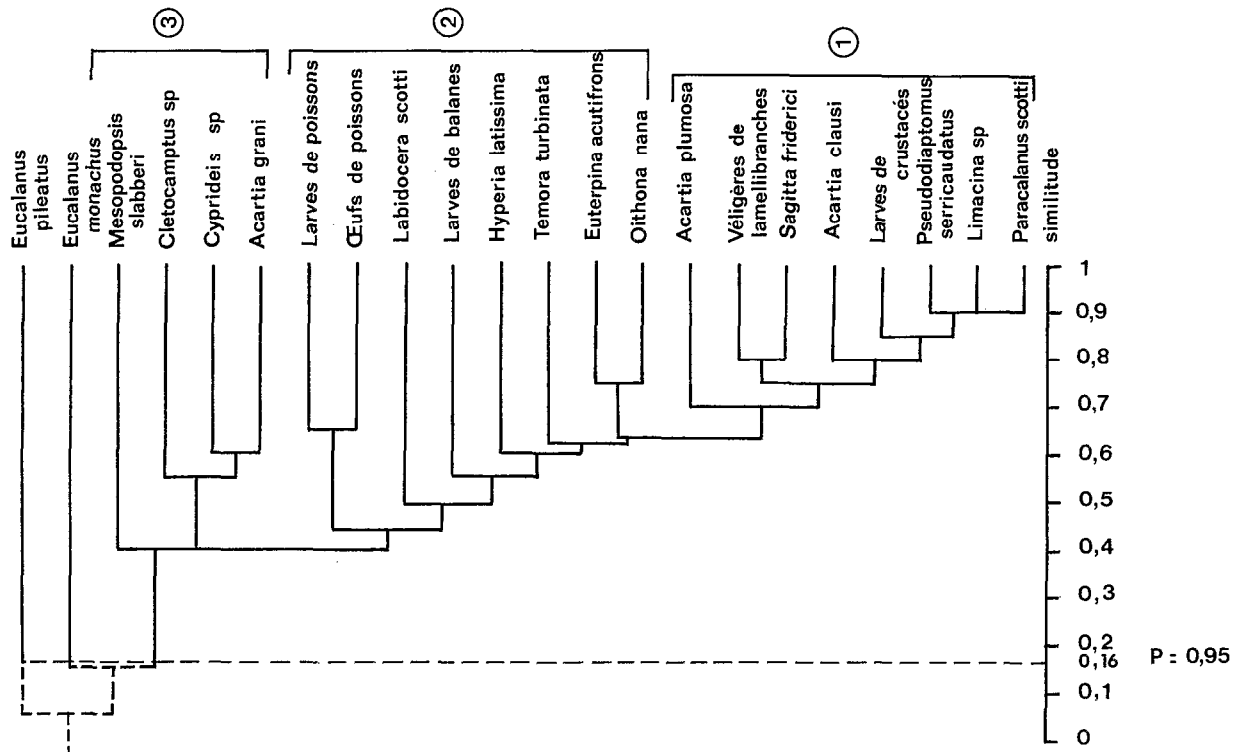


FIG. 8. — Dendrogramme des principales espèces de la Casamance et regroupement par communautés. *Dendrogram of the principal species associations of the Casamance estuary*

TABLEAU III

Salinités maximales supportées et salinités où le maximum d'individus a été trouvé dans nos prélèvements  
*Upper limit of tolerable salinity, and salinity range where the greater number of animals have been found in our samples*

| ESPECES                              | Salinités maximales<br>au-delà desquelles<br>aucun individu vi-<br>vant n'a été ren-<br>contré (‰) | Salinités pour<br>lesquelles le<br>maximum d'indi-<br>vidus a été<br>trouvé (‰) |
|--------------------------------------|--|---|
| <i>Paracalanus scotti</i>            | 68   | 29-53   |
| <i>Temora turbinata</i>              | 53   | 32-36   |
| <i>Acartia grani</i>                 | 84   | 40-68   |
| <i>Acartia plumosa</i>               | 60   | 20-45   |
| <i>Oithona nana</i>                  | 58   | 35-38   |
| <i>Labidocera scotti</i>             | 54   | 32-40   |
| <i>Euterpina acutifrons</i>          | 60   | 35-40   |
| <i>Pseudodiaptomus serricaudatus</i> | 68   | 23-50   |
| <i>Cletocampus</i> sp.               | 68   | 40-57   |
| <i>Sagitta friderici</i>             | 53   | 32-50   |
| <i>Acartia clausi</i>                | 60   | 20-51   |
| <i>Limacina</i> sp.                  | 83   | 29-52   |
| Véligères de Lamellibranches         | 53   | 20-50   |
| <i>Mesopodopsis slabberi</i>         | 64   | 40-53   |

TABLEAU IV

Variations de l'effectif/m<sup>3</sup> moyen en fonction de la salinité (toutes les stations confondues)  
*Mean abundance (per m<sup>3</sup>) as a function of salinity. All samples pooled. Standard deviation and number of samples*

| SALINITE<br>‰ | EFFECTIF/m <sup>3</sup> MOYEN | ECART-TYPE | NOMBRE<br>D'OBSERVATIONS |
|---------------|-------------------------------|------------|--------------------------|
| 30-50         | 10 360                        | 5 866      | 60                       |
| 50-70         | 9 315                         | 5 059      | 55                       |
| 70-90         | 234                           | 125        | 20                       |
| 90-100        | 12                            | 8          | 15                       |

TABLEAU V

Code des principales espèces du zooplancton de la Casamance  
*Code used for the main species of the zooplankton from the Casamance estuary*

| ESPECES                              | CODES | ESPECES                      | CODES |
|--------------------------------------|-------|------------------------------|-------|
| <i>Paracalanus scotti</i>            | 1     | <i>Sagitta friderici</i>     | 12    |
| <i>Temora turbinata</i>              | 2     | <i>Acartia clausi</i>        | 13    |
| <i>Acartia grani</i>                 | 3     | <i>Limacina</i> sp.          | 14    |
| <i>Acartia plumosa</i>               | 4     | Véligères de Lamellibranche  | 15    |
| <i>Oithona nana</i>                  | 5     | Ostracodes                   | 16    |
| <i>Labidocera scotti</i>             | 6     | Larves de Balanes            | 17    |
| <i>Euterpina acutifrons</i>          | 7     | <i>Mesopodopsis slabberi</i> | 18    |
| <i>Pseudodiaptomus serricaudatus</i> | 8     | <i>Hyperia latissima</i>     | 19    |
| <i>Eucalanus monochus</i>            | 9     | Oeufs de poissons            | 20    |
| <i>Eucalanus pileatus</i>            | 10    | Larves de poissons           | 21    |
| <i>Cletocampus</i> sp.               | 11    | Autres larves de Crustacés   | 22    |

b) Une zone intermédiaire où l'abondance et la diversité peuvent varier considérablement (représentée par la station 27). On ne trouve dans cette zone que la communauté euryhaline de l'estuaire moyen.

c) Une zone amont (station 29 et au-delà) caractérisée par un plancton peu diversifié et peu abondant durant la période d'étude. Dans cette zone cohabitent la communauté euryhaline de l'estuaire moyen et la communauté continentale.

Ce découpage est basé essentiellement sur des données de saison sèche et des glissements sont observés en saison humide où l'on observe une extension vers l'amont des communautés sténohalines marines et euryhalines marines et au contraire une extension vers l'aval de la communauté continentale; la zone d'extension de la communauté euryhaline de l'estuaire moyen tendant à se rétrécir à la fois vers l'aval et vers l'amont.

## CONCLUSION

Il apparaît que la répartition spatio-temporelle du zooplancton dépend à la fois de la salinité et de la température. Le zooplancton est relativement abondant et diversifié tant que la salinité ne dépasse pas 70 ‰. Durant notre période d'étude, cela a presque toujours été le cas jusqu'à la station 18 incluse de même que la station 27 jusqu'au mois de février.

Il ressort des tableaux III et IV, qu'au-delà de 70 ‰, la plupart des organismes éprouvent des difficultés pour survivre.

POR (1972) a constaté qu'au-dessus de cette limite, on trouve très peu d'espèces de Copépodes dans la lagune Sibornis, dans la péninsule du Sinaï. Par ailleurs, une revue des limites de tolérance à la salinité d'animaux vivant en milieu hyperhalin (BAYLY, 1972) montre que seul un nombre réduit de zooplanctontes arrive à supporter des salinités de plus de 70 ‰.

Vers l'amont de la Casamance ces salinités traumatisantes sont courantes ce qui explique la faible

quantité de zooplancton. Cette zone abrite un peulement de résistance capable de supporter des salinités très élevées : *Acartia grani*, *Cypreideis* sp., *Cletoecampus* sp. et des larves de Chironomidae.

Des espèces voisines ont été retrouvées dans des milieux très salés à travers le monde. HEDGPETH (1967) signale qu'une espèce d'*Acartia*, *A. tonsa* est capable de vivre à des salinités allant jusqu'à 80 ‰ dans la Laguna Madre au Texas. *Cletoecampus retrogressus* supporte des salinités de l'ordre de 140 ‰ (LÖFFLER, 1961), *Cypreideis manduinesis* a été rencontré à des salinités de l'ordre de 60 ‰ par CARBONNEL et AUSSEIL-BADIE (1985) dans l'estuaire du Sine-Saloum. Enfin des larves de Chironomidae ont été signalées en milieu hyperhalin par HEDGPETH (1957).

La diminution de la diversité spécifique de l'aval vers l'amont semble une règle dans les milieux paraliques, qu'ils soient hyper ou hypohalins (GUELORGET et PERTHUISOT, 1982; GUELORGET *et al.*, 1983). Cette même tendance à la réduction de la richesse spécifique quand on s'éloigne de l'embouchure a été constatée chez les poissons (ALBARET, 1984). Ceci est en relation avec l'augmentation progressive du confinement.

Les variations saisonnières, qui n'ont été étudiées que dans la zone située entre l'embouchure et la station 18, sont liées essentiellement aux variations de la température, les températures élevées (mais qui ne dépassent pas 30 °C) favorisant probablement le développement du zooplancton ainsi que la reminéralisation de la matière organique et donc la production phytoplanctonique.

Pour les salinités supérieures à 60-70 ‰, le zooplancton devient peu abondant et peu diversifié.

La richesse en zooplancton dans l'estuaire de la Casamance semble donc essentiellement liée au cycle thermique mais peut être perturbé soit lorsque la salinité atteint des valeurs extrêmes, soit peut-être également, lorsque les variations de salinité sont trop brutales.

*Manuscrit accepté par le Comité de Rédaction le 10 juin 1987*

## RÉFÉRENCES

- ALBARET (J. J.), 1984. -- Premières observations sur la faune ichthyologique de la Casamance. *Arch. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye*, 131, 22 p.
- Anonyme, 1968. -- Zooplankton sampling. *Monogr. Océanogr. Method.*, Unesco, 2, 174 p.
- BAYLY (I. A. E.), 1972. -- Salinity tolerance and osmotic behaviour of animals in athalassic saline and marine hypersaline waters. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 3 : 233-268.
- BOURDILLON (A.), 1971. -- L'échantillonnage du zooplancton marin. In Problèmes d'écologie : l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux aquatiques. Paris, M. Lamotte et F. Boulière édit. : 109-184.
- BRUNET-MORET (Y.), 1970. -- Études hydrologiques en Casamance : Rapp. déf. ORSTOM. Ser. Hydrobiol. ; 52 p.
- CARBONNEL (G.) et AUSSEIL-BADIE (J.), 1985. -- Ostracodes et Foraminifères de l'estuaire du Saloum. *Rapp. Unesco. Scienc. Mer.*, 32 : 54-66.
- CASANOVA (B.), CASANOVA (J. P.), DUCRET (F.) et RAMPAL (J.), 1982. -- Biomasse et composition chimique et faunistique du zooplancton du secteur sénégalais (campagne CINECA de la « Thalassa », août 1973. *Rapp. P. V. Réun. Const. Int. Explor. Mer.*, 189 : 266-269.
- DIMOV (I.), 1965. -- Certain quantitative correlations between the zooplankton and sprat (*Sprattus salinus* ANT.) in the Black Sea, off the bulgarian coast. *Proc. Res. Inst. Fish. Océanogr.* ; 6 : 49-62.
- DIOUF (P. S.), 1985. -- Variations spatio-temporelles du zooplancton de la Casamance. Mém. Conf. CRODT, 69 p.
- FRONTIER (S.), 1974. -- Contribution à la connaissance d'un écosystème néritique tropical : étude descriptive et statistique du peuplement zooplanctonique de la région de Nosy Bé (Madagascar). Thèse Doct. État, Univ. Aix-Marseille, 268 p.
- GAERTNER (M.), 1983. -- Étude du zooplancton côtier et son utilisation par les juvéniles de poissons pélagiques comme source de nourriture. In Étude de l'environnement côtier au sud du Cap-Vert (Sénégal). Rapp. Prov. CRODT : 189-216.
- GAERTNER (M.), 1985. -- Étude du zooplancton côtier de la baie de Dakar et de son utilisation par les poissons comme source de nourriture. Thèse de Doct. 3<sup>e</sup> cycle Univ. Bretagne Occidentale, 141 p.
- GAUDY (R.) et SEGUIN (G.), 1964. -- Note sur la répartition annuelle des Copépodes pélagiques des eaux de Dakar. *Rec. Trav. St. Mar. End.*, 34 (50) : 216-218.
- GUELORGET (O.) et PERTHUISOT (J. P.), 1982. -- Structure et évolution des peuplements benthiques en milieu paralique. -- Comparaison entre un modèle dessalé (l'étang du Prévost, France) et un modèle sursalé Bahiret el Bihan, Tunisie). Conséquences biologiques et géologiques. *Journ. Rech. Océanogr.* VII (2, 3 et 4) : 2-11.
- GUELORGET (O.), FRISONI (G. F.) et PERTHUISOT (J. P.), 1983. -- La zonation biologique des milieux lagunaires : définition d'une échelle de confinement dans le domaine paralique méditerranéen. *Journ. Rech. Océanogr.* VIII (1) : 15-36.
- HEDGPETH (J. W.), 1967. -- Estuaries and lagoons. II Biological aspects. In Treatise of Marine Ecology and Paleoecology, *Mem. Geol. Soc. Am.*, 67 : 693-749.
- HEDGPETH (J. W.), 1967. -- Ecological aspects of the Laguna Madre, a hypersaline estuary. *Am. Ass. Advmt. Sci. Publ.*, 83 : 407-419.
- KIMOR (K. B.), 1959. -- A study of the food of *sardinella aurita* of mediterranean coast of Israel during a peak season (May-June 1958). *FAO, Cons. Gen. Pêches Médit.*, 5, DT 42 : 311-319.
- LEGENDRE (L.) et LEGENDRE (P.), 1979. -- Écologie numérique. -- La structure des données écologiques. Masson et P.U.D. Paris, Québec, 247 p.
- LE RESTE (L.) et ODINETZ (O.), 1984. -- La pêche crevetteière dans l'estuaire de la Casamance en 1984. *Arch. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye*, 129, 10 p.
- LÖFFLER (H.), 1961. -- Beiträge Zur Kenntnis der Iranischen Binnengewässer. II Regional-Limnologische Studie mit besonderer Berücksichtigung der Crustaceenfauna. *Int. Rev. Ges. Hydrobiol. Hydrogr.*, 46 : 309-407.
- PAGE (D.), 1984. -- Zooplankton. In Plankton assemblages of the Gambia river, West Africa. *Work. Doc. G.R.B.S.*, 50 : 8-45. *Multigr.*
- PAGES (J.), DEBENAY (J. P.), LE BRUSQ (J. Y.), 1987. -- L'environnement estuarien de la Casamance. *Rev. Hydrobiol. Trop.* 21 (3-4) :
- PAGES (J.), DEBENAY (J. P.), 1987. -- Évolution saisonnière de la salinité de la Casamance. Description et essai de modélisation. *Rev. Hydrobiol. Trop.* 21 (3-4) :
- PAGES (J.), 1986. -- L'environnement d'un estuaire hyper halin tropical : La Casamance. In Études des estuaires et lagunes du Sénégal : Casamance et Joal Fadiouth. E.P.E.C., Unesco, Division des Sciences de la MER. Rapp. Fin. : 7-33.

- PAGÈS (J.), BADIANE (S.), DEBENAY (J.-P.), DIOUF (P. S.) et LE BOUTEILLER (C.), 1986. — Les mécanismes de production dans l'estuaire de la Casamance. *In* L'estuaire de la Casamance : Environnement, Pêche, Socio-Économie. Actes du séminaire tenu à Ziguinchor du 19 au 24 juin 1986. CRODT : 39-70.
- POR (F. D.), 1972. — Hydrobiological notes on the high salinity waters of the Sinai Peninsula. *Mar. Biol.* 14 : 111-119.
- SEGUIN (G.), 1966. — Contribution à l'étude de la biologie du plancton de surface de la Baie de Dakar. Étude quantitative et observation écologique au cours d'un cycle annuel. *Bull. IFAN*, sér. A. 38 (1) : 1-90.
- SEGUIN (G.) et IBAÑEZ (F.), 1974. — Zooplancton de radiales effectuées le long de la côte sénégalaise par le navire océanographique Laurent Amaro en mai 1968. *Bull. IFAN*, tome XXXVI, sér. A (4) : 842-879.
- SERET (C.), 1982. — Zooplancton. *In* Atelier d'étude des mangroves de l'estuaire du Saloum. E.P.E.E.C., Unesco, Division des Sciences de la Mer, Rapp. Fin. : 87-97.
- SERET (C.), 1983a. — Zooplancton de la côte sud de la presqu'île du Cap-Vert (Sénégal). *In* Étude de l'environnement côtier au sud du Cap-Vert (Sénégal). Rapp. Prov. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye : 157-188.
- SERET (C.), 1983b. — Zooplancton. *In* Atelier d'étude des mangroves au sud de l'estuaire du Saloum : Diomboss-Bandiala (Sénégal) E.P.E.E.C., Unesco, Division des Sciences de la Mer, Rapp. Fin. : 112-124.
- SHANNON (C. E.) et WEAVER (W.), 1949. — The mathematical theory of communication. Urbana Univ. Illinois Press. : 125 p.
- TOURE (D.), 1971. — Variation quantitative et qualitative du zooplancton dans la région du Cap-Vert de septembre 1970 à août 1971. *Doc. Scient. Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye* : 39, 25 p.