

Foraminifères et thécamoebiens de l'estuaire hyperhalin du fleuve Casamance (Sénégal)

Jean-Pierre DEBENAY (1), Jean PAGÈS (2)

RÉSUMÉ

Une cinquantaine d'espèces de Foraminifères et 8 espèces de Thécamoebiens ont été reconnues dans l'estuaire de la Casamance. La répartition de ces microorganismes permet d'établir une zonation écologique de cet estuaire hyperhalin. Un suivi des peuplements sur près de 2 ans a permis de mettre en évidence un cycle saisonnier avec augmentation de la proportion des formes hyalines en aval d'Adéane, pendant la saison des pluies. Mais ce cycle est masqué par une évolution de plus grande ampleur, probablement en relation avec l'évolution climatique actuelle qui affecte l'ensemble de la région. *Ammotium salsum* et *Ammonia tepida* sont les espèces les plus résistantes. *A. tepida* peut se développer dans les stations les plus en amont, à condition que la salinité soit comprise entre 35 et 50 ‰ pendant plus de 3 mois.

MOTS-CLÉS : Estuaire hyperhalin — Foraminifères — Thécamoebiens — Écologie — Sénégal — Afrique de l'Ouest.

ABSTRACT

FORAMINIFERS AND THECAMOEBIANS IN THE HYPERHALINE ESTUARY OF THE CASAMANCE RIVER (SENEGAL)

Fifty species of Foraminifera and 8 species of Thecamoebians have been identified in the estuary of the Casamance river. The distribution of these micro-organisms justifies the delimitation of five ecological zones in this hyperhaline estuary. A seasonal cycle appears after a survey of the populations for almost two years, with an increase of the proportion of hyaline forms downstream from Adeane during the rain season. But this seasonal cycle is hidden by a greater evolution probably in relation with the present general climatic evolution. *Ammotium salsum* and *Ammonia tepida* are the most resistant species. *A. tepida* can grow in the uppermost stations if salinity is between 35 to 50 ‰ for more than 3 months.

KEY WORDS : Hyperhaline estuary — Foraminifera — Thecamoebian — Ecology — Senegal — West Africa.

INTRODUCTION

La littérature sur les mangroves, développées sur toutes les régions côtières inter-tropicales, est abondante. Au Sénégal on citera par exemple les ouvrages de MARIUS (1985) et AGBOGBA & DOYEN (1985). Cependant les publications concernant la micro-

faune vivant dans ces milieux particuliers sont relativement rares. Une première étude menée en Casamance (DEBENAY, 1984) a montré que les peuplements de Foraminifères présentent d'importantes affinités avec ceux des mangroves du Brésil (CLOSS, 1964; ZANINETTI *et al.*, 1977, 1979), des mangroves et estuaires de Trinidad (TODD & BRÖNNIMANN,

(1) Département de Géologie, Faculté des Sciences, Université de Dakar, Dakar, Sénégal.

Adresse actuelle : Département de Géologie, Faculté des Sciences, Université du Maine, 72017 Le Mans.

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

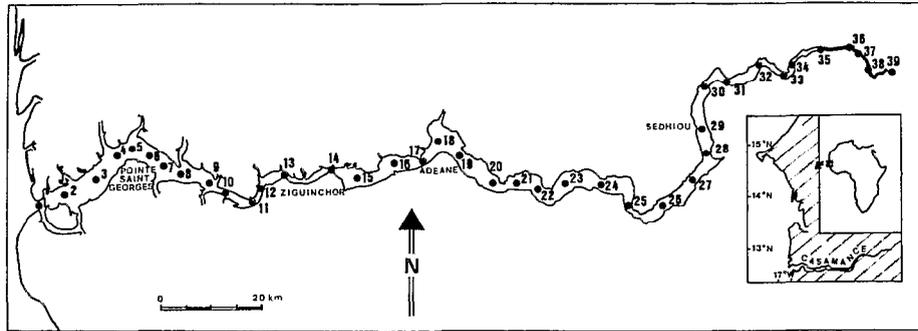


FIG. 1. — Carte de localisation. Location map

1957; SAUNDERS, 1958), des lagunes du Mexique (PHLEGER & LANKFORD, 1978), des baies du Texas (PARKER *et al.*, 1953; PHLEGER, 1960), des mangroves d'Indonésie (MARGEREL, *comm. pers.*) ou des mangroves de Porto Rico (GULVER, *comm. pers.*). Ceux du fleuve Sénégal semblent étonnamment plus pauvres (AUSSEIL-BADIÉ, 1983).

Les études sur les Foraminifères vivants en milieu hyperhalin sont rares et portent essentiellement sur des environnements continentaux (RESIG, 1974; CANN & DECKKER, 1981; LEVY, 1982). Les milieux estuariens hyperhalins comparables à celui de la Casamance sont également très rares. Citons par exemple la Laguna Madre au Texas où la salinité atteint 100 ‰ (HEDGPETH, 1967), la Bocana de Virrilla au Pérou, beaucoup moins étendue où la salinité atteint 400 ‰ (MORRIS & DICKEY, 1957) et le milieu particulier des marais salants (ZANINETTI, 1982). Les études de Thecamoebiens en milieu paraliqne sont également peu nombreuses. Une revue des formes citées dans les publications consacrées aux foraminifères a été publiée par LENA (1984).

L'estuaire du fleuve Casamance présente donc un intérêt tout particulier du point de vue de la microfaune qu'il abrite, puisqu'il allie un milieu de mangrove, encore peu étudié, et un milieu estuarien hypersalé, dont il est un des rares exemples au monde.

1. MÉTHODES

Trente-neuf stations ont été retenues (fig. 1). Un prélèvement à la benne de sédiment superficiel a permis de récolter la microfaune benthique en 3 à 5 points localisés sur des transects couvrant la presque totalité de ces stations, entre février et avril 1984. Par la suite, un prélèvement mensuel ou bimensuel a été effectué pour toutes les stations situées en amont de Ziguinchor, jusqu'en novembre 1985. Malheureusement, le suivi des stations situées en aval de cette

ville n'a pu être assuré aussi régulièrement. 369 échantillons ont ainsi pu être collectés. 50 cc de ces sédiments, fixés au formol à 5 %, ont été lavés sur un tamis de 50 μ m. Le délai, parfois relativement long, entre le prélèvement et l'observation de la microfaune, ainsi que le nanisme habituel des individus rend pratiquement impossible l'identification des individus vivants par la simple observation de leur test et de leur protoplasme. C'est donc la méthode de WALTON (1952) qui a été retenue. Moyennant quelques précautions d'utilisation, cette méthode ne semble pas de nature à introduire des erreurs importantes. En effet, la coloration du protoplasme est toujours plus vive que celle qui affecte parfois le test et, dans les cas douteux, il est toujours possible de casser celui-ci.

2. INVENTAIRE DE LA MICROFAUNE

Les Foraminifères constituent la plus grande partie de la microfaune. Les valves d'Ostracodes, les frustules de Diatomées et les thèques de Thecamoebiens peuvent également être observées ainsi que des fragments d'organismes divers tels que les oogones de Characées et les spicules de Spongiaires siliceux. Cette étude se limite aux Foraminifères et Thecamoebiens. Une quarantaine d'espèces de Foraminifères avaient été reconnues à la suite des premières campagnes, de février à avril 1984 (DEBENAY, 1984; DEBENAY *et al.*, à paraître). De nouvelles espèces ont été récoltées au cours des missions suivantes. Quelques espèces n'ont pas encore été identifiées et feront l'objet d'une description ultérieure. Une espèce nouvelle a été reconnue dans le genre *Ammotium*. Trois sous-ordres sont représentés de façon inégale. Les formes agglutinées (*Textulariina*) prédominent avec près de 50 % des espèces et un plus grand nombre d'individus. Les formes à test hyalin (*Rotaliina*) ont une répartition plus limitée et les individus sont

moins nombreux; les formes porcelanées (Miliolina) sont rares.

Inventaire du peuplement de Foraminifères complété de quelques indications générales sur la répartition des espèces (fréquence et abondance).

TEXTULARIINA

Ammoastula salsa Cushmann et Brönnimann, pl. II, n° 9.

Cette espèce n'a été récoltée qu'une dizaine de fois sur l'ensemble des prélèvements.

Ammobaculites exiguus Cushman et Brönnimann, pl. I, n° 13.

Présent dans une soixantaine de prélèvements, il ne représente que très rarement plus de 1 % des thanatocoenoses.

Ammolium salsum (Cushman et Brönnimann), pl. II, nos 5, 10.

Rare de l'embouchure à la station 10 et dans les stations les plus en amont, *A. salsum* a pu être observé de l'embouchure jusqu'à la station 38. A partir de la station 23, il constitue l'essentiel de la microfaune.

Ammolium casamancensis n. sp., pl. I, nos 1, 5, 6.

Cette forme diffère d'*A. salsum* par une taille plus petite et une forme plus comprimée. Son ouverture est ovale. Son agglutinat est plus fin et plus régulier que celui d'*A. salsum* et contrairement à cette espèce, *A. casamancensis* ne fixe jamais de grains noircis. La portion initiale enroulée, légèrement évolutive, ne présente pas de tendance trochoïde, contrairement à *A. fragile* Waren, autre espèce à test fortement comprimé. La description de cette espèce sera reprise dans une étude systématique détaillée.

A. casamancensis se trouve toujours associé à *A. salsum* mais il est beaucoup moins abondant.

Arenoparella mexicana (Kornfeld), pl. II, nos 3, 4.

A. mexicana est présente dans les stations les plus en aval, où le fleuve est bordé par une mangrove bien développée.

Asterotrochammina cf. *aspera* Brönnimann et Zaninetti, pl. I, n° 7.

Les tests récoltés correspondent bien à la description de *A. aspera*, bien qu'ils soient généralement de taille inférieure. Ils proviennent d'une quinzaine d'échantillons tous prélevés au niveau ou en aval de la station 8.

Bigenerina cf. *irregularis* Phleger et Parker, pl. I, n° 2.

Un individu provenant de la station 29 a été rapporté à cette espèce.

Clavulina sp., pl. I, n° 8.

Quelques tests de cette espèce ont pu être observés autour de la station 28.

Eggerelloides scabrum (Williamson), pl. II, n° 8.

Cette espèce est présente entre l'embouchure et la station 17. Elle peut être très abondante avec un maximum au niveau des stations 8 et 9.

Gaudryina exilis Cushmann et Brönnimann, pl. II, n° 7.

Toujours peu abondante, *G. exilis* a été observée dans près de 80 échantillons prélevés entre les stations 5 et 31.

Glomospira glomerata (Höglund), pl. II, n° 2.

Un test de cette espèce a été récolté à la station 26.

Haplophragmoides wilberti Andersen, pl. II, n° 6.

Récolté dans une vingtaine de stations, dont 18 en amont d'Adéane, *H. wilberti* a une abondance et une fréquence maximale dans les stations 25 et 26.

Marlinotiella sp., pl. I, n° 11.

Un test récolté à la station 29 présente les caractéristiques du genre.

Miliamina fusca (Brady).

Cette espèce a été reconnue dans 6 stations dispersées dans le temps et dans l'espace.

Paratrochammina cf. *lossi* Brönnimann, pl. I, n° 3.

Plusieurs tests récoltés entre l'embouchure et la station 25 présentent les caractéristiques du genre. Leur ouverture, relativement haute, les rapproche de *P. lossi*. Cette espèce, cependant, est une espèce marine, contrairement à notre forme de Casamance qui pourrait être une espèce nouvelle.

Psammosphaera sp.

Quelques tests sphériques à agglutinat irrégulier ont été récoltés en amont d'Adéane.

Reophae sp., pl. I, n° 10.

Cette espèce a été observée dans une vingtaine de stations dispersées dans le temps et dans l'espace.

Siphotextularia sp.

Un test en mauvais état provenant de la station 19 a pu être rapporté à ce genre.

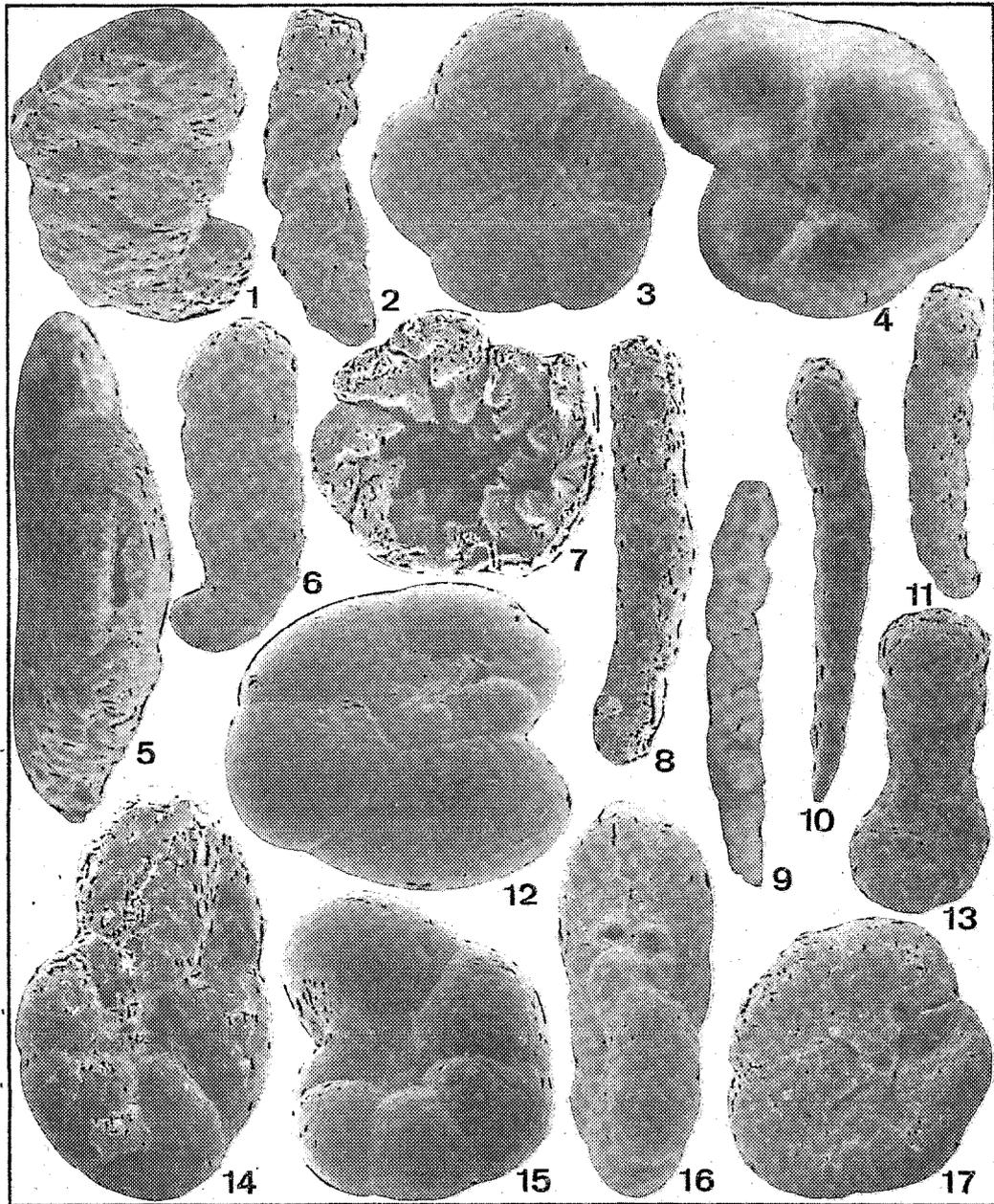


PLANCHE I. — 1. *Ammotium casamancensis* n. sp. $\times 260$; 2. *Bigennerina* cf. *irregularis* Phleger et Parker $\times 210$; 3. *Paratrochammina* cf. *crossi* Brönnimann $\times 180$; 4. *Siphotrochammina lobata* Saunders $\times 180$; 5. *Ammotium casamancensis* n. sp. $\times 350$; 6. *Ammotium casamancensis* n. sp. $\times 140$; 7. *Asterotrochammina* cf. *aspera* Brönnimann et Zaninetti $\times 400$; 8. *Clavulina* sp. $\times 110$; 9. Genre indéterminé $\times 170$; 10. *Reophax* sp. $\times 140$; 11. *Marlinotiella* sp. $\times 110$; 12. *Trochammina inflata* (Montagu) $\times 200$; 13. *Ammobaculites exiguus* Cushman et Brönnimann $\times 170$; 14. *Trochammina* sp. $\times 400$; 15. *Trochammina inflata* (Montagu) $\times 200$; 16. *Trochamminita salsa* (Cushman et Brönnimann) $\times 230$; 17. *Tiphotrocha comprimata* (Cushman et Brönnimann) $\times 230$

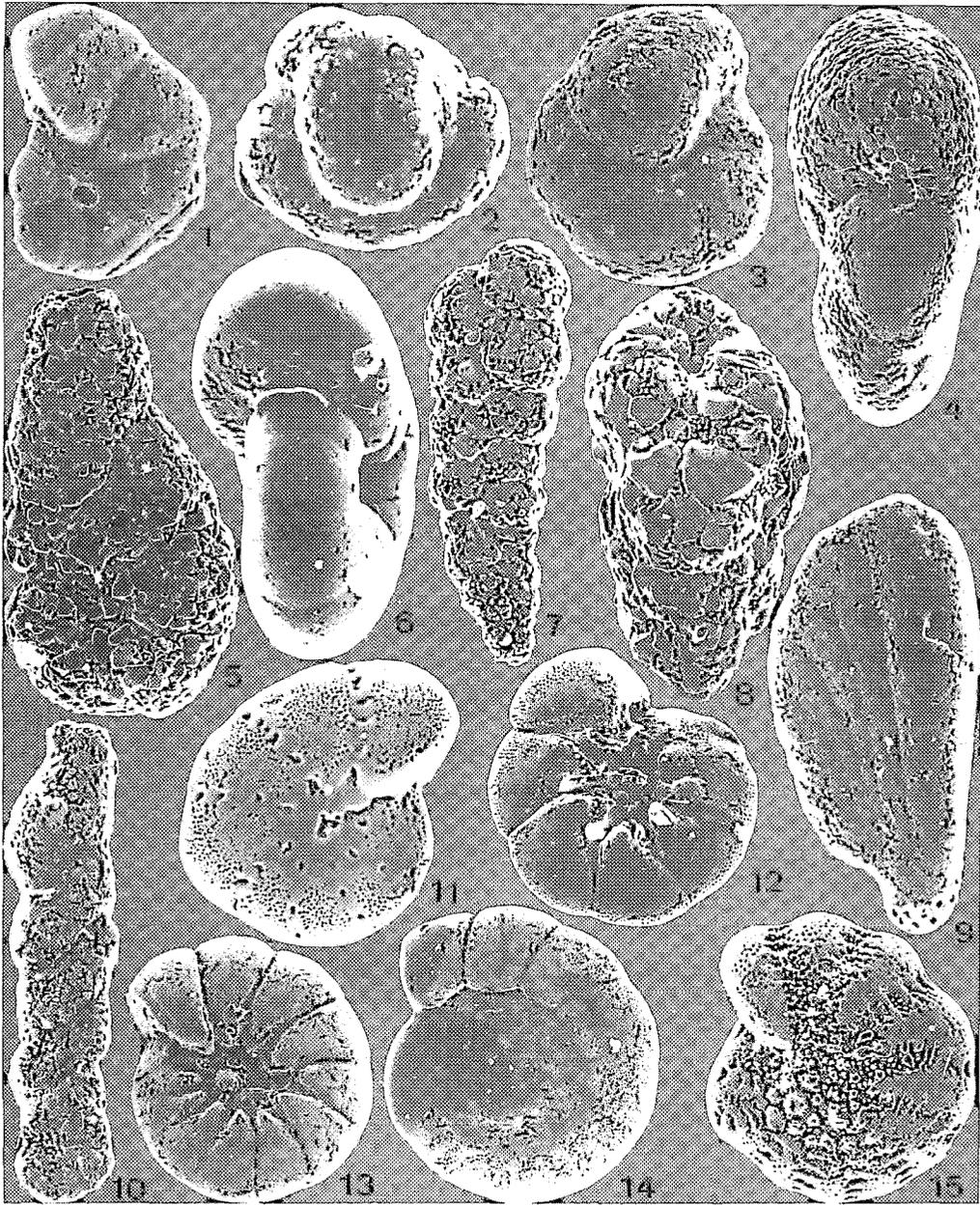


PLANCHE II. — 1. *Trochamminita salsa* (Cushman et Brönnimann) $\times 170$; 2. *Glomospira glomerata* (Höglund) $\times 400$; 3. *Arenoparella mexicana* (Kornfeld) $\times 150$; 4. *Arenoparella mexicana* (Kornfeld) $\times 180$; 5. *Ammotium salsum* (Cushman et Brönnimann) $\times 180$; 6. *Haplophragmoides wilberti* Andersen $\times 250$; 7. *Gaudryina exilis* Cushman et Brönnimann $\times 150$; 8. *Eggerelloides scabrum* (Williamson) $\times 180$; 9. *Ammoastula salsa* Cushman et Brönnimann $\times 210$; 10. *Ammotium salsum* (Cushman et Brönnimann) $\times 100$; 11. *Elphidium* cf. *camarguense* Kruit $\times 180$; 12. *Ammonia tepida* Cushman $\times 200$; 13. *Ammonia parkinsoniana* (d'Orbigny) $\times 120$; 14. *Ammonia parkinsoniana* (d'Orbigny) $\times 150$; 15. *Elphidium gunteri* Cole $\times 140$

Siphonochammina lobata Saunders, pl. I, n° 4.

Quelques tests de *S. lobata* ont été récoltés dans les stations 24 à 27.

Textularia sp.

Ce genre est représenté par quelques tests, essentiellement dans les stations proches de l'embouchure.

Tiphotrocha comprimata (Cushman et Brönnimann), pl. I, n° 17.

Un seul test a été rapporté à cette espèce. Il provient de la station 27.

Trochammina inflata (Montagu), pl. I, nos 12, 15.

T. inflata est présente dans une quarantaine de prélèvements. La moitié d'entre eux est localisée entre les stations 24 et 27. Les autres sont situés en aval d'Adéane.

Trochammina sp., pl. I, n° 14.

Cette espèce plus aplatie et de forme plus irrégulière que *T. inflata* a été récoltée dans une quinzaine d'échantillons. Elle est le plus souvent associée à *T. inflata*.

Trochamminita salsa (Cushman et Brönnimann), pl. I, n° 16 et pl. II, n° 1.

T. salsa a été récoltée essentiellement entre les stations 25 et 31. Un grand nombre de tests vides a, en particulier, été observé dans d'anciennes rizières bordant le fleuve au niveau de la station 27.

Genre indéterminé, pl. I, n° 9.

Un test récolté à la station 29 se caractérise par un arrangement bisérié lâche, se rapprochant d'un arrangement monosérié des loges. La portion initiale du test est malheureusement détruite.

MILIOLINA

Les individus appartenant à ce sous-ordre sont peu fréquents et peu abondants. Ils appartiennent aux genres *Quinqueloculina* et *Triloculina* qui ont pu être récoltés jusqu'à la station 25. L'étude systématique de ce sous-ordre sera réalisée ultérieurement.

ROTALIINA

Ammonia tepida Cushman, pl. II, n° 12 et pl. III, n° 3.

C'est une des espèces les plus abondantes avec un maximum d'abondance au niveau des stations 15 à 20. Des individus vivants ont été récoltés jusqu'aux stations 30 et 31. Le problème posé par cette existence dans des stations où la salinité est voisine de 100 ‰ en fin de saison sèche sera examiné ultérieurement.

Ammonia parkinsoniana (d'Orbigny), pl. II, nos 13, 14

Cette espèce se trouve essentiellement en aval de la station 11, associée à *A. tepida*, mais elle a pu être observée jusqu'à la station 25.

Bolivina pseudoplicata (Heron-Allen et Earland), pl. IV, n° 6.

Quelques tests de *B. pseudoplicata* sont présents dans les stations les plus proches de l'embouchure.

Bolivina cf. *striatula* Cushman, pl. IV, nos 7, 10.

Bien qu'aucun ne réponde parfaitement à la description de Cushman, tous les tests striés ont été regroupés dans cette espèce. Il est probable que l'étude systématique détaillée en cours fera apparaître qu'ils appartiennent en fait à des espèces différentes. Très fréquente en aval de la station 11, cette espèce a pu être observée jusqu'à Adéane.

Bolivina spp.

Quelques rares tests appartenant au genre *Bolivina* ont été récoltés au voisinage de l'embouchure.

Cancris auriculus (Fichtel et Moll).

Un test observé au niveau de l'embouchure a été rapporté à cette espèce.

Cassidulina crassa d'Orbigny.

Quelques individus seulement ont été récoltés au niveau de la station 2.

Cibicides lobatulus (Walker et Jacob).

C. lobatulus n'a été observé qu'au niveau des stations 2 et 3.

Discorbis sp., pl. III, n° 7.

Les tests rapportés à ce genre sont de très petite taille. Ils ont été observés entre l'embouchure et la station 18.

Elphidium advenum (Cushman), pl. III, n° 2.

Elphidium cf. *camargense* Kruit, pl. II, n° 11 et pl. III, n° 5.

Ces tests avaient été rapportés à *E. poeyanum* dans un travail précédent (DEBENAY, 1984). Ils semblent en réalité plus proches de *E. camarguense*.

Elphidium excavatum (Terquem), pl. III, n° 9.

Elphidium fichtelianum (d'Orbigny), pl. III, n° 6.

Elphidium gunteri Cole, pl. II, n° 15 et pl. III, n° 1.

E. advenum, *Elphidium* cf. *camarguense*, *E. excavatum* et *E. fichtelianum* sont très rares et leur répartition est limitée au voisinage immédiat de l'embou-

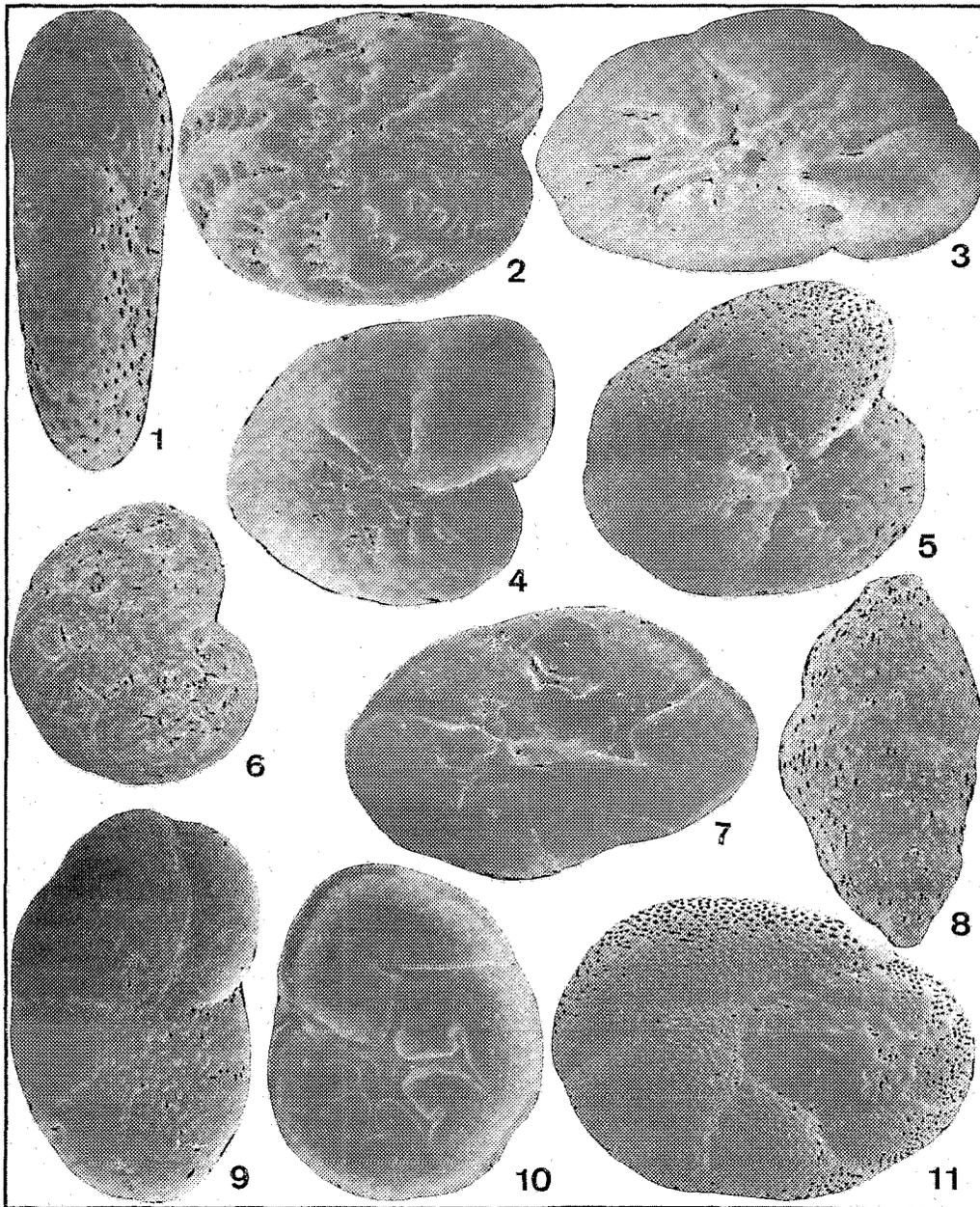


PLANCHE III. — 1. *Elphidium gunteri* Cole $\times 260$; 2. *Elphidium advenum* (Cushman) $\times 180$; 3. *Ammonia tepida* Cushman $\times 210$; 4. *Haynesina germanica* (Herenberg) $\times 200$; 5. *Elphidium* cf. *camarguense* Kruit $\times 250$; 6. *Elphidium fichtelianum* (d'Orbigny) $\times 250$; 7. *Discorbis* sp. $\times 300$; 8. *Hopkinsina* sp. $\times 200$; 9. *Elphidium excavatum* (Terquem) $\times 260$; 10. *Rosalina globularis* (d'Orbigny) $\times 150$; 11. *Rosalina globularis* (d'Orbigny) $\times 150$

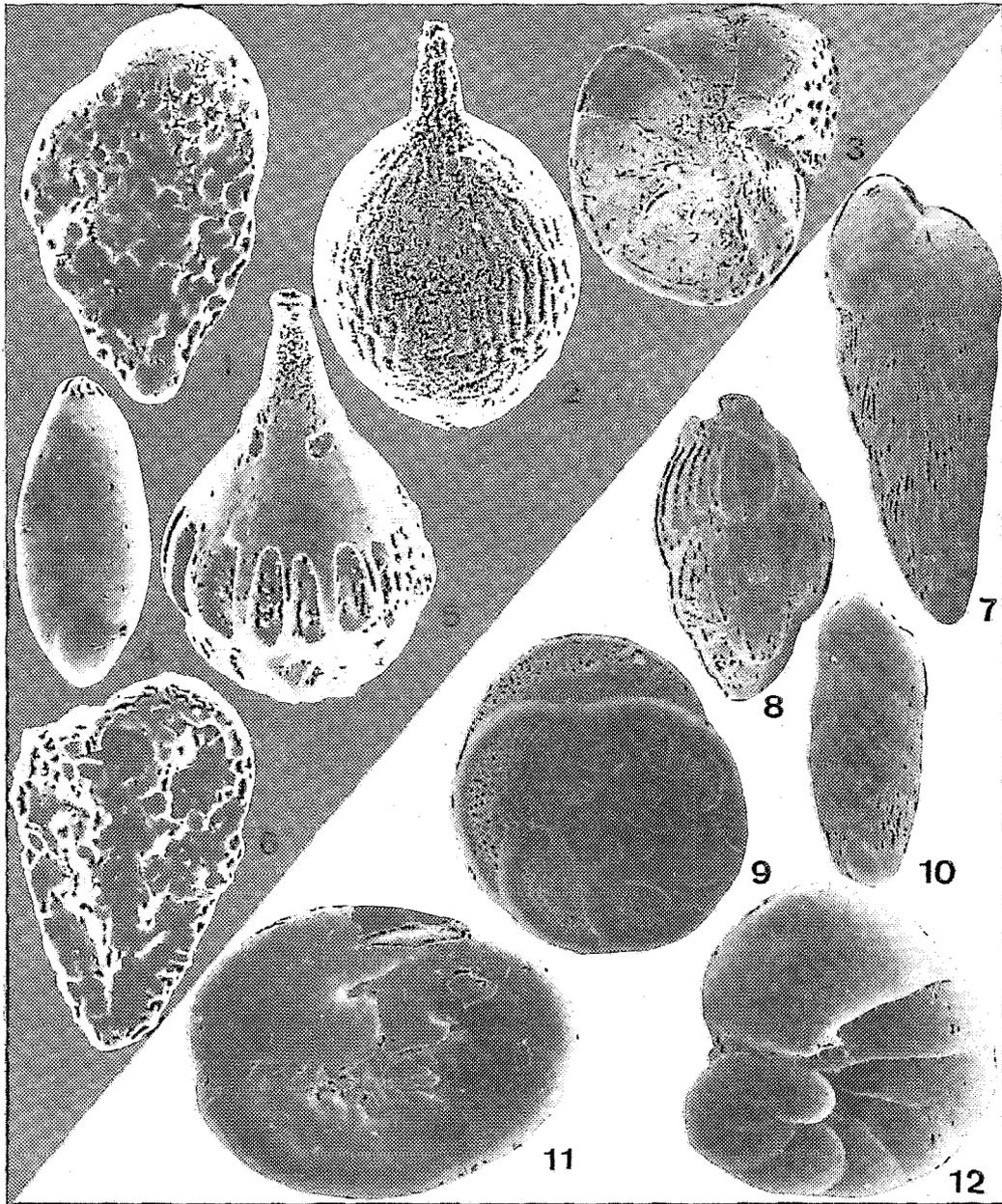


PLANCHE IV. — 1. *Bolivina* sp. $\times 300$; 2. *Lagena* sp. 1 $\times 250$; 3. *Poroepionides cribrorepandus* Asano et Uchio $\times 140$; 4. *Polymorphina* sp. $\times 120$; 5. *Lagena* sp. 2 $\times 250$; 6. *Bolivina pseudoplicata* (Heron-Allen et Earland) $\times 350$; 7. *Bolivina* cf. *striatula* Cushman $\times 170$; 8. *Uvigerina peregrina* Cushman $\times 120$; 9. *Rosalina* sp. $\times 150$; 10. *Bolivina* cf. *striatula* Cushman $\times 170$; 11. *Rosalina* sp. $\times 150$; 12. *Nonionella atlantica* Cushman $\times 250$

chure. *E. gunteri* est bien représenté depuis l'embouchure jusqu'à la station 21 avec un maximum au niveau de la station 15. Le problème de la réapparition de cette espèce dans les stations 30 et 31, en compagnie de *A. tepida* sera examiné ultérieurement.

Fissurina sp.

Haynesina germanica (Herenberg), pl. III, n° 4.

Hopkinsina sp., pl. III, n° 8.

Lagena spp., pl. IV, nos 2, 5.

Nonion cf. *communis*.

Nonionella atlantica Cushman, pl. IV, n° 12.

Polymorphina sp., pl. IV, n° 4.

Poroeponides cribrorepandus Asano et Uchio, pl. IV, n° 3.

Rosalina globularis (d'Orbigny), pl. III, nos 10, 11.

Rosalina sp., pl. IV, nos 9, 11.

Uvigerina peregrina Cushman, pl. IV, n° 8.

Ces dernières espèces ne sont représentées que par quelques rares tests dans les stations les plus proches de l'embouchure.

Les Thécamoebiens

Pour ce premier inventaire des Thécamoebiens de Casamance, la détermination est limitée au niveau générique. Les thèques récoltées appartiennent à 6 genres.

Centropyxis sp. 1, pl. V, n° 9.

Quelques individus ont été prélevés en amont de la station 26.

Cyclopyxis? sp. 1, pl. V, n° 6.

Cette espèce est présente dans les stations les plus en amont.

Diffflugia sp. 1 (cf. *D. pyriformis*), pl. V, n° 2.

Cette espèce n'a été observée qu'au niveau des stations 25 et 26.

Diffflugia sp. 2, pl. V, n° 5.

Quelques thèques ont été prélevées à la station 37.

Diffflugia sp. 3 (cf. *D. baciliarum*), pl. V, n° 3.

Cette espèce est limitée aux stations 31 et 34.

Diffflugia sp. 4, pl. V, n° 12.

Une thèque, probablement transportée, a été récoltée à la station 15. Les autres thèques ont été observées en amont de la station 28.

Pontigulasia sp. 1 (cf. *P. compressa*), pl. V, nos 8, 11.

La présence de *Pontigulasia* sp. 1 semble liée à la proximité immédiate des eaux douces puisque cette espèce n'a été observée qu'aux stations les plus en amont 37 et 38.

Protocucurbitella sp. 1 (cf. *P. coroniformis*), pl. V, nos 7, 10.

Comme l'espèce précédente, *Protocucurbitella* sp. 1 n'a été trouvée qu'à proximité des eaux douces : station 39.

Trigonopyxis sp. 1, pl. V, nos 1, 4.

C'est l'espèce la plus répandue; elle est présente de la station 25 à la station 39.

Conclusion

Cet inventaire permet de faire apparaître que les peuplements de Foraminifères ne sont diversifiés qu'au voisinage immédiat de l'embouchure alors que les Thécamoebiens, liés aux milieux dulçaquicoles ou saumâtres, n'apparaissent qu'à partir de la station 25. De plus, les Foraminifères *Eggerelloides scabrum*, *Ammonia tepida*, *Elphidium gunteri* et *Ammotium salsum* ont une répartition étagée sur le cours du fleuve (fig. 2). Il est donc dès à présent possible d'établir une zonation du fleuve avec, de l'aval vers l'amont :

- l'embouchure, à microfaune bien diversifiée;
- la zone à *Eggerelloides scabrum*, jusqu'à la station 13;
- la zone à *Ammonia tepida* et *Elphidium gunteri*, de la station 13 à la station 21;
- la zone à *Ammotium salsum*, de la station 21 à la station 31;
- la zone à Thécamoebiens, au-delà de cette station.

3. SITUATION EN FIN DE SAISON SÈCHE

A la suite des missions, de février à avril 1984, une première description des peuplements de Foraminifères et Thécamoebiens a pu être donnée (DEBENAY, 1984). Ces résultats obtenus en fin de saison sèche peuvent servir d'éléments de référence pour suivre l'évolution des peuplements jusqu'en novembre 1985.

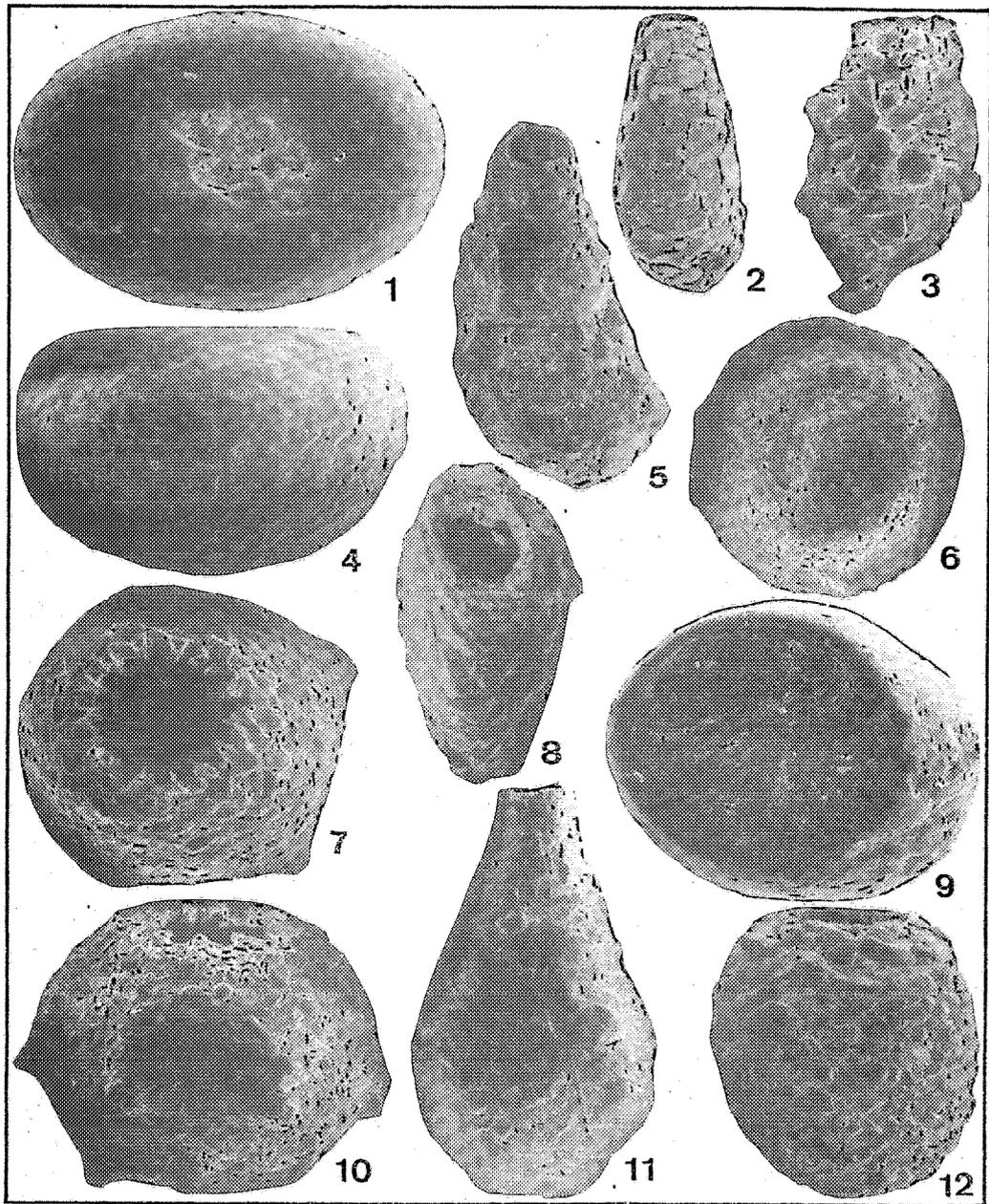


PLANCHE V. -- 1. *Trigonopyxis* sp. 1 \times 250 ; 2. *Diffugia* sp. 1 \times 220 ; 3. *Diffugia* sp. 3 (cf. *bacilliarum*) \times 250 ; 4. *Trigonopyxis* sp. 1 \times 250 ; 5. *Diffugia* sp. 2 \times 150 ; 6. *Cyclopyxis* sp. 1 \times 250 ; 7. *Protocucurbitella* sp. 1 (cf. *coroniformis*) \times 250 ; 8. *Pontigulasia* sp. 1 \times 180 ; 9. *Centropyxis* sp. 1 \times 250 ; 10. *Protocucurbitella* sp. 1 (cf. *coroniformis*) \times 250 ; 11. *Pontigulasia* sp. 1 \times 160 ; 12. *Diffugia* sp. 4 \times 170

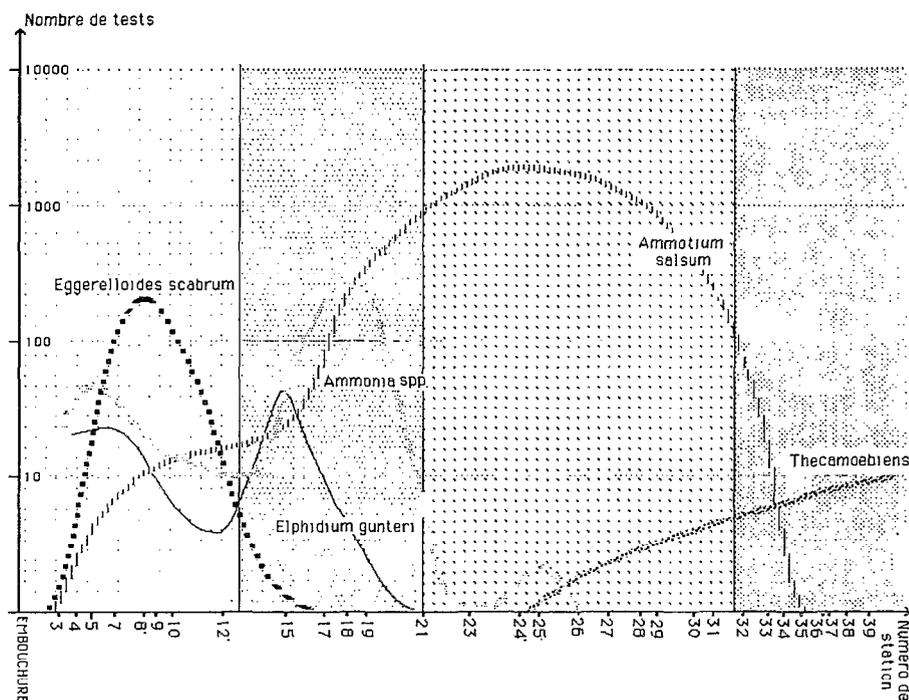


FIG. 2. — Répartition des peuplements à *Eggerelloides scabrum*, *Ammonia* spp., *Elphidium gunteri* et *Ammotium salsum* sur le cours du fleuve. *Distribution of Eggerelloides scabrum, Ammonia spp., Elphidium gunteri and Ammotium salsum along the Casamance river*

3.1. Distribution de la population totale

Le nombre d'espèces à test calcaire diminue progressivement vers l'amont (11 au voisinage de l'embouchure). Le nombre d'espèces à test agglutiné est faible et relativement stable, sauf au niveau des stations les plus en amont. Entre l'embouchure et Pointe Saint-Georges (station 5), la microfaune, relativement diversifiée, avec *Bolivina*, *Lagena* et *Fissurina* témoigne de l'influence marine. *Ammonia tepida* et *Elphidium gunteri* représentent cependant à eux seuls près de 50 % des tests (fig. 3).

A partir de Pointe Saint-Georges, où le cours du fleuve s'infléchit fortement, les formes agglutinées deviennent rapidement dominantes alors que *Ammotium salsum* apparaît. La plupart des formes calcaires disparaissent, à l'exception de *Ammonia tepida* et de *Elphidium gunteri*. Cette évolution se poursuit jusqu'aux stations 10 et 11, en amont desquelles *A. tepida* et *E. gunteri* retrouvent une importance relative proche de 50 %. Ce sont pratiquement les seuls tests calcaires qui subsistent, la proportion des tests agglutinés autres que *A. salsum* continuant à diminuer. En amont d'Adéane (station 18) où le cours du fleuve présente une nouvelle inflexion, l'abondance relative de *A. tepida* et *E. gunteri* com-

mence à décroître, cette dernière espèce disparaissant totalement au niveau de la station 20. La présence de *A. tepida* est exceptionnelle en amont de la station 25 alors que *A. salsum* représente plus de 90 % des tests récoltés. Le nombre total de tests pour 50 cc de sédiment est très fréquemment supérieur à 1 000, de la station 18 jusqu'à la station 29 (fig. 4). Une diminution brutale de ce nombre se produit alors, quelques tests isolés étant récoltés jusqu'à la station 38.

Généralement, en amont de Pointe Saint-Georges, les tests calcaires sont de petite taille, dépassant rarement 0,3 mm. Ce nanisme est probablement une conséquence du caractère restrictif du milieu qui entraîne une modification du métabolisme. Ainsi, la croissance de *A. tepida* est bloquée quand la salinité dépasse 60 ‰ (BRADSHAW, 1957). L'augmentation progressive du nombre des tests agglutinés au détriment du nombre des tests calcaires (fig. 3 C) correspondrait à un confinement de plus en plus marqué du milieu (MURRAY, 1973; ZANINETTI *et al.*, 1977), ce confinement se traduisant de la même façon dans ce milieu hyperhalin que dans les milieux hypohalins habituels des estuaires. Il convient cependant de remarquer qu'un autre paramètre joue dans la disparition des tests calcaires. En effet, si la proportion d'individus vivants par rapport aux tests vides est

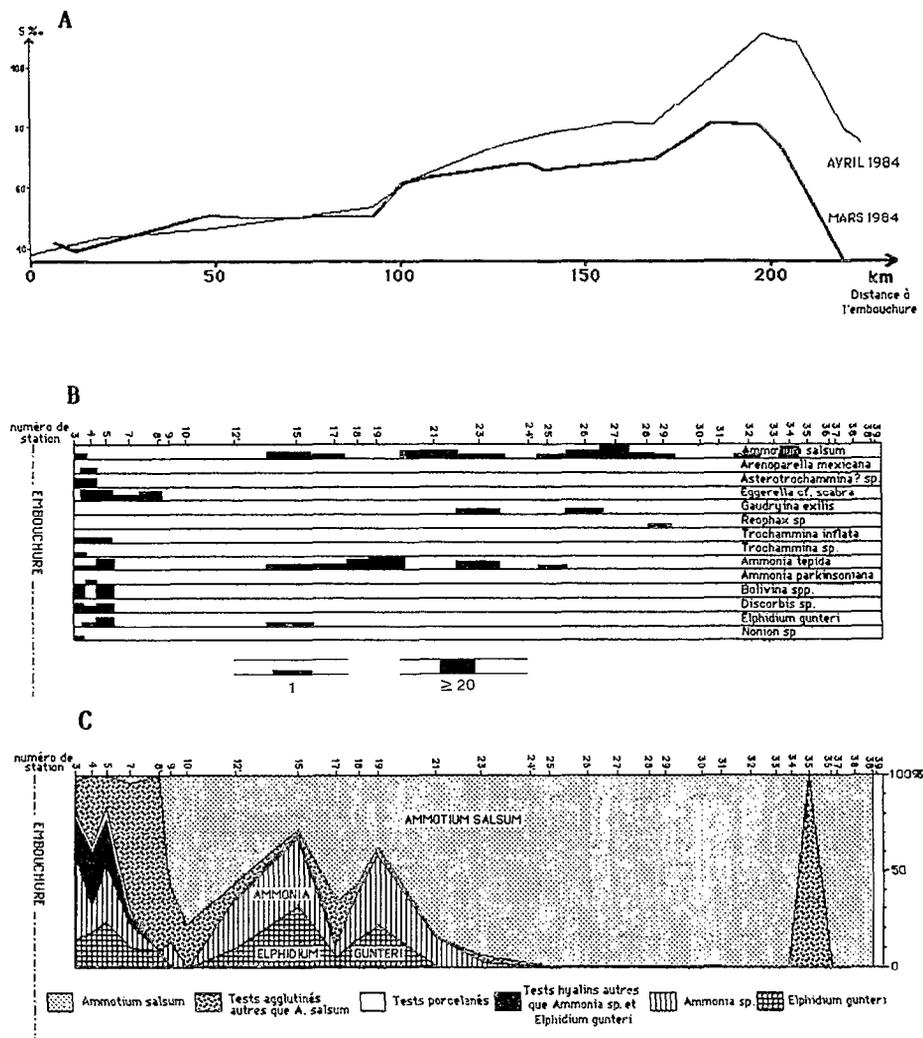


Fig. 3. — A — Évolution de la salinité sur le cours du fleuve en mars et avril 1984. B — Répartition des individus vivants (la hauteur est proportionnelle au nombre d'individus). C — Diagramme de répartition des thanatocoenoses en avril 1984. A — Evolution of salinity along the course of the Casamance river during March and April 1984. B — Distribution of living individuals (height is proportional to number of individuals). C — Distribution diagram of thanatocoenoses during April 1984

très faible pour les formes agglutinées, elle atteint souvent près de 50 % pour les formes calcaires. Cette constatation, ajoutée à l'observation fréquente de basales chitinoïdes, indique une destruction chimique rapide des tests calcaires alors que la conservation des tests agglutinés est plus longue.

3.2. Distribution des individus vivants

La richesse spécifique est maximale en aval de Pointe Saint-Georges (station 5) avec 11 espèces vivantes. Certaines (*Arenoparella mexicana*, *Trochammina inflata*, *Trochammina sp.*, *Ammonia par-*

kinsoniana, *Bolivina sp.*, *Discorbis sp.* et *Nonion sp.*) sont limitées à cette zone soumise aux influences marines où la salinité n'excède pas 40 ‰. D'autres (*Eggerelloides scabrum* et *Asterotrochammina cf. aspera*) s'avancent un peu au-delà dans le fleuve. Les espèces les plus tolérantes sont *Gaudryina exilis*, *Reophax nana*, *Ammonia lepidia* et surtout *Ammonium salsum* dont un test contenant du cytoplasme (vivant?) a été récolté dans une station où la salinité atteignait 105 ‰ (fig. 3 B).

Le nombre très faible d'individus vivants n'a pas permis de suivre un gradient dans leur répartition, comme cela a été observé pour les tests vides.

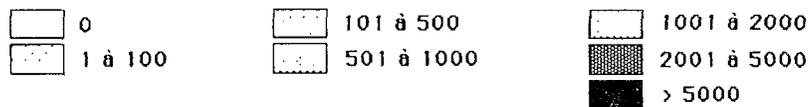
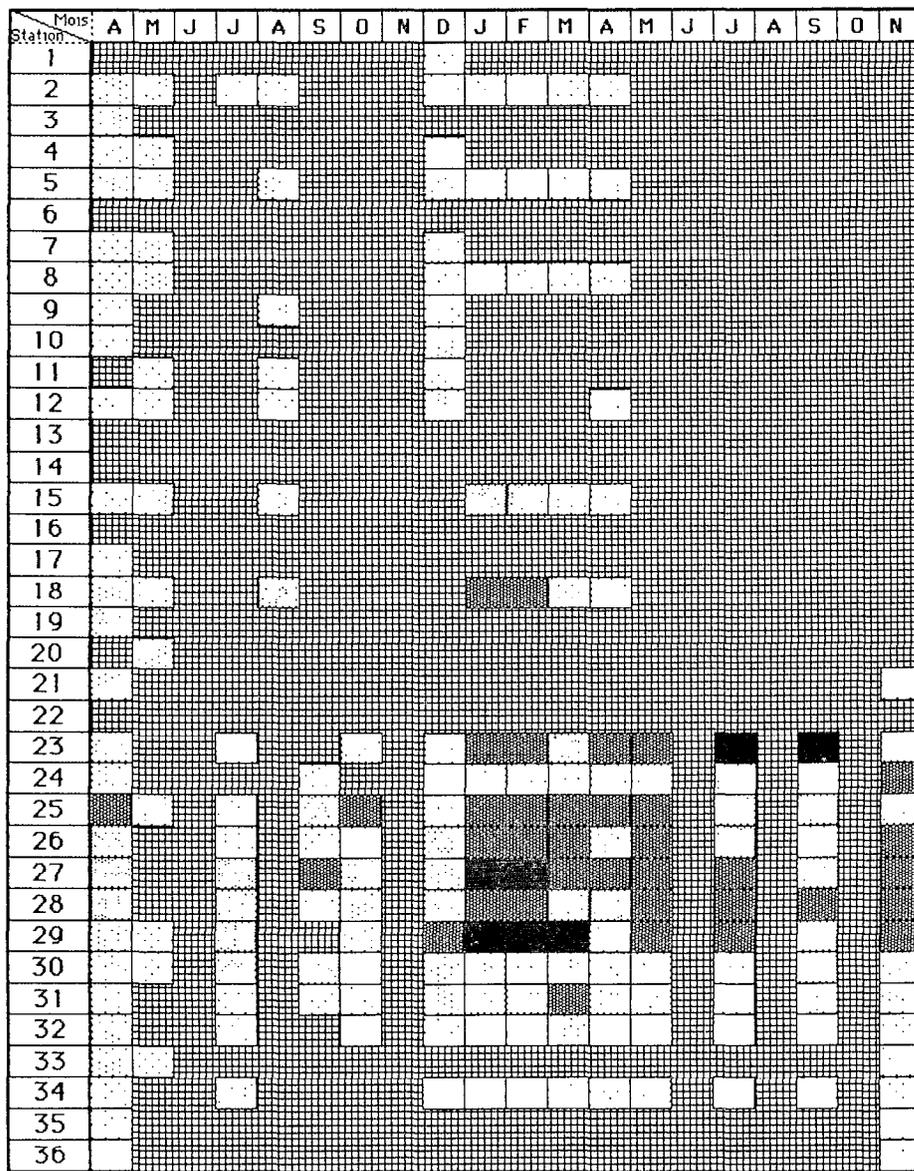


FIG. 4. — Nombre de tests présents dans 50 cc de sédiment. *Number of tests in 50 cc of sediment*

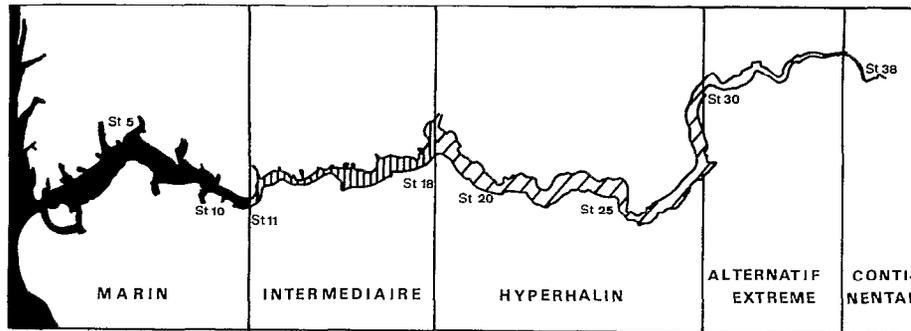


FIG. 5. — Zonation écologique de la Casamance. *Ecological zonation of the Casamance river*

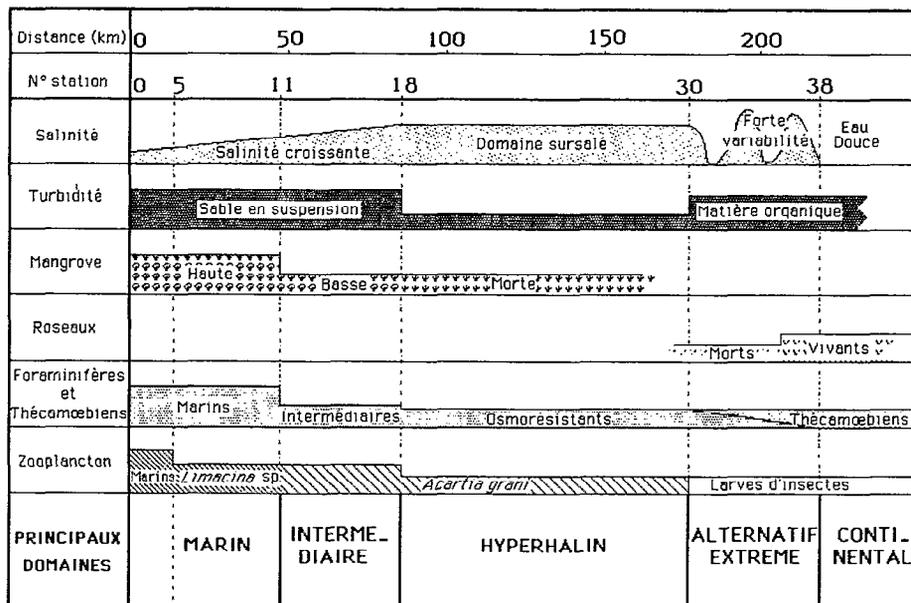


FIG. 6. — Répartition de quelques paramètres biotiques et abiotiques sur le cours de la Casamance. *Distribution of some biotic and abiotic parameters along the course of Casamance river*

3.3. Conclusion

Quatre populations de Foraminifères ont pu être individualisées dans la basse vallée du fleuve Casamance, remplacées vers l'amont par les thécamoebiens. Leur distribution associée à la variation des paramètres abiotiques permet de définir cinq zones écologiques dans ce système estuarien à fonctionnement inversé (fig. 5). Une zone à affinités nettement marines s'étend de l'embouchure à Pointe Saint-Georges; cette influence marine décroît ensuite jusqu'aux stations 10-11. Une zone confinée où dominant *A. lepada*, *E. gunteri* et *A. salsum* prend le relais en amont, jusqu'aux stations 18 à 20, *A. lepada* disparaissant au niveau de la station 25. La troisième

zone, hyperhaline et confinée, est dominée par *A. salsum* dont les tests sont très abondants jusqu'à la station 30. Leur abondance décroît ensuite brutalement alors qu'apparaissent les thèques de thécamoebiens caractéristiques de la quatrième zone à salinité très variable. Les tests de Foraminifères sont présents jusqu'à la station 38; au-delà débute le domaine continental où se trouvent seulement des thécamoebiens. Il est donc possible de considérer comme des limites de zones les stations 11, 18 à 20, 30 et 38, des coupures secondaires apparaissant au niveau des stations 5 (Pointe Saint-Georges) et 25. Il convient de noter la bonne coïncidence des limites définies ci-dessus avec celles définies précédemment, à partir de l'inventaire des Foraminifères et Théca-

moebiens. La même zonation a également pu être mise en évidence pour le zooplancton (DIOUF, *comm. pers.*).

Les études actuellement en cours dans des domaines différents semblent confirmer cette zonation. C'est le cas pour la végétation par exemple. Ainsi la mangrove haute et dense borde le fleuve jusqu'à la station 11. C'est ensuite une mangrove basse plus ou moins dégradée qui subsiste jusqu'aux stations 18-20 (BADIANE, *comm. pers.*). En amont la mangrove morte qui borde le fleuve sursalé témoigne de conditions moins défavorables datant d'un passé récent (fig. 6).

Des principales limites mises en évidence au cours de ce travail, la plus marquée est celle qui se situe entre Adéane et Goudomp (stations 18 à 20). A ce niveau un changement radical affecte les populations animales et végétales. Ce phénomène pourrait être en relation avec la variation brutale de l'hydrodynamisme (MILLET, *comm. pers.*), probablement liée à la morphologie du fleuve. Profond de plus de 7 m jusqu'à Adéane, il s'étale en effet sur une vaste zone où la profondeur ne dépasse pas 1 m, en face de cette ville, avant que son cours s'infléchisse vers le sud-est, les fonds restant inférieurs à 4 m.

On remarquera que les Foraminifères vivants étant très rares, ce sont leurs thanatocoenoses qui ont fourni les arguments les plus décisifs. Les résultats obtenus sont donc applicables à des sédiments anciens dans le cas, malheureusement exceptionnel dans ces milieux, où la microfaune est conservée. Les espèces rencontrées dans les eaux très sursalées de la Casamance sont des formes fortement osmorésistantes qui se retrouvent dans les baies et mangroves dessalées d'Amérique centrale, du Brésil ou d'Indonésie.

4. ÉVOLUTION DE LA SITUATION DE MARS 1984 A NOVEMBRE 1985

4.1. Évolution du milieu

Durant l'ensemble du programme, des mesures de température, salinité, pH, taux d'oxygène dissous, quantité de chlorophylle en suspension et de sels nutritifs en solution ont été effectuées à intervalles réguliers. L'ensemble des résultats obtenus a été exposé dans la présentation générale de l'estuaire (PAGÈS *et al.*, 1987). Seuls les paramètres ayant subi une évolution significative, susceptible d'avoir une influence sur les populations de microfaune benthiques, ont été repris ici, au niveau de quelques stations. Le choix de ces stations a été fait en fonction de leur situation et de la densité des informations recueillies. Toutes les valeurs utilisées ont été corrigées des variations quotidiennes.

TEMPÉRATURE (fig. 7 A)

La température est toujours plus forte en amont qu'en aval. Elle est maximale pendant la saison des pluies, de mai à septembre. L'amplitude des variations a été plus forte en 1984 qu'en 1985.

SALINITÉ (fig. 7 B et 7 C)

Les fluctuations annuelles de salinité sont considérables en amont (de 0 à 110 ‰ à la station 38). Elles sont beaucoup plus atténuées vers l'aval. Les valeurs maximales atteintes en fin de saison sèche en 1984 et 1985 sont comparables, mais alors que la dessalure était déjà très importante en juillet 1984, la salinité restait encore très forte en juillet 1985.

CHLOROPHYLLE (fig. 7 D)

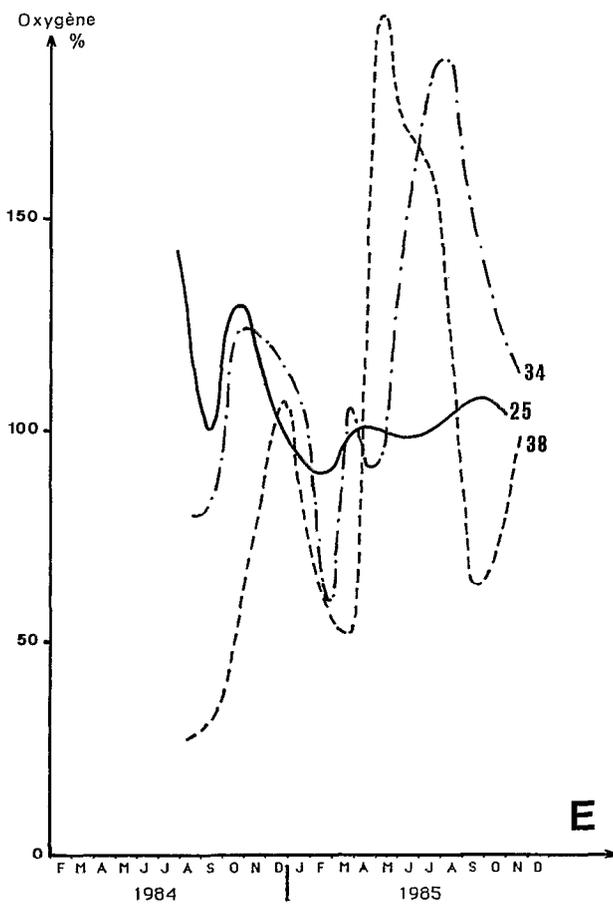
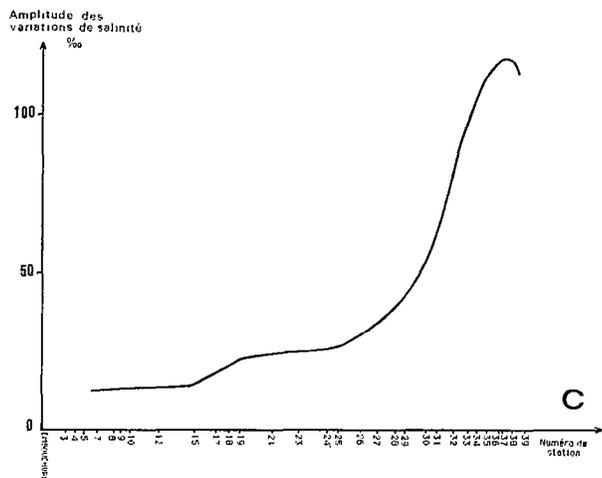
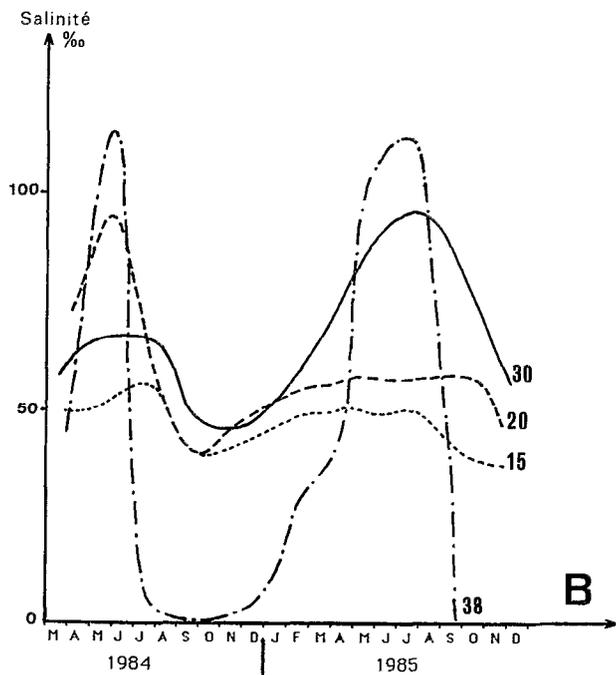
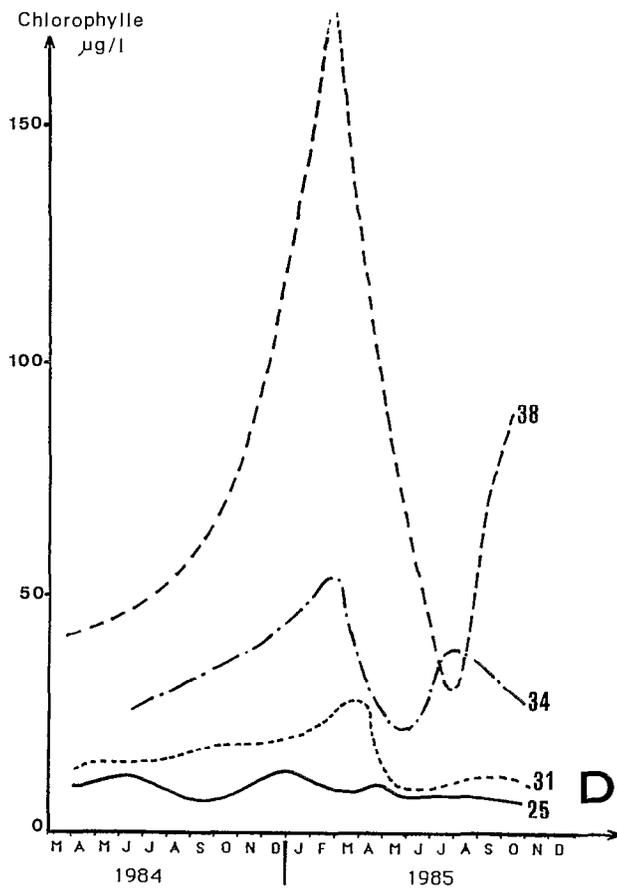
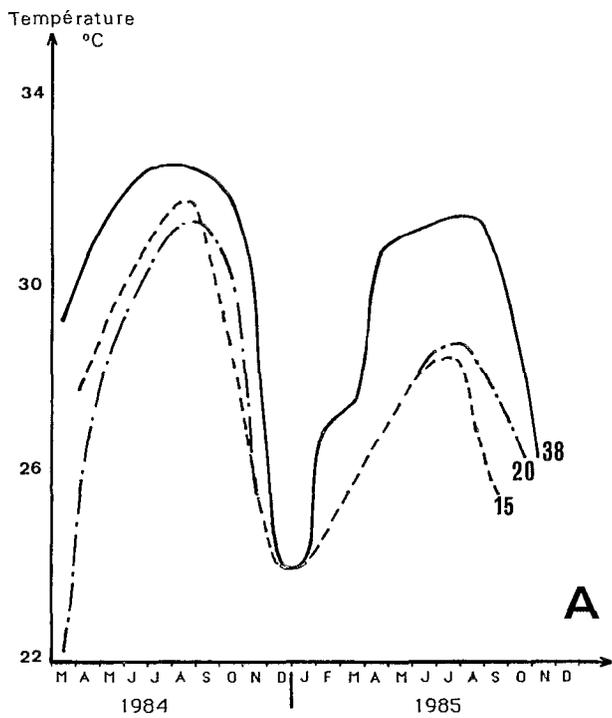
La quantité de chlorophylle ($\mu\text{g.l}^{-1}$) varie considérablement pendant la période de prélèvement (de 30 à 260 $\mu\text{g.l}^{-1}$ à la station 38 par exemple). Cette variation suit un cycle annuel avec, pour la période 1984-1985 un minimum entre août et octobre et des maxima de février à juin. Cependant une évolution pluriannuelle se superpose au cycle observé, avec une forte augmentation de la quantité de chlorophylle, surtout dans les stations de l'amont, entre 1984 et 1985. Cette évolution pourrait être en rapport avec la grande quantité de matière organique libérée par la dégradation des roselières mortes durant cette période. L'absence d'un réel transport favoriserait alors un fonctionnement autarcique du système, avec utilisation sur place des produits de dégradation de la matière organique détritique et prédominance de la reminéralisation.

OXYGÈNE DISSOUS (fig. 7 E)

La période de prélèvement, qui a débuté en juillet 1984 seulement, est trop courte pour qu'on puisse déceler un éventuel cycle saisonnier. Cependant le taux d'oxygène dissous est beaucoup plus fort en 1985 qu'en 1984 dans les stations de l'amont, ce qui est probablement en rapport avec l'augmentation de la quantité de chlorophylle. Au contraire, en aval, ce taux tend à diminuer entre 1984 et 1985.

4.2. Évolution d'ensemble des peuplements de Foraminifères et de Thécamoebiens

Les peuplements ont été représentés sur l'ensemble du fleuve pour les mois d'avril 1984, de décembre 1984, de février 1985 et d'avril 1985 (fig. 8). Les tendances générales décrites précédemment pour le mois d'avril 1984 sont conservées au cours des mois



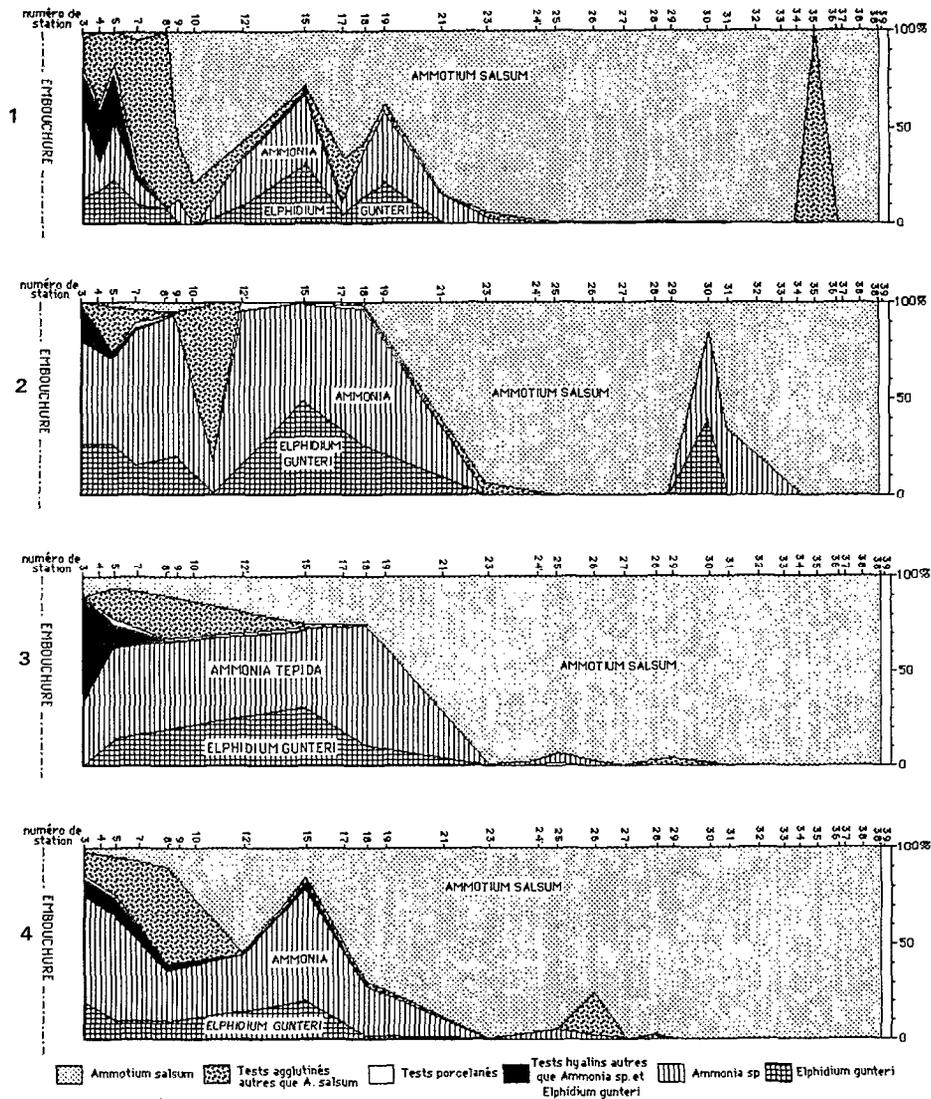


FIG. 8. — Répartition des thanatocoenoses de Foraminifères en avril 1984 (1), décembre 1984 (2), février 1985 (3), et avril 1985 (4).
 Distribution of foraminiferal thanatocoenoses during April 1984 (1), December 1984 (2), February 1985 (3) and April 1985 (4)

suiuants, particulièrement en ce qui concerne les limites de zones. Les peuplements des mois d'avril 1984 et 1985 sont très semblables, exception faite de quelques différences locales, telles que la plus forte proportion de tests hyalins au niveau des stations 8 à 10, en 1985. La variation des proportions de tests agglutinés correspond à l'abondance de

Haplophragmoides wilberti au niveau de la station 26 en 1985 alors que *Psammosphaera* sp. est absente à la station 35. Au contraire, les peuplements de décembre 1984 sont différents avec un important développement des tests hyalins jusqu'au niveau de la station 18 alors qu'*Ammotium salsum* ne constitue plus qu'une infime partie des tests.

←

FIG. 7. — Évolution de quelques paramètres au cours de la période d'étude (le numéro de station est indiqué sur chaque courbe).
 A — Température. B — Salinité. C — Amplitude des variations de salinité en 1984. D — Chlorophylle. E — Oxygène dissous.
 Evolution of some parameters during the period of study (number of station is noted on each curve). A — Temperature. B — Salinity
 C — Amplitude of salinity variations during 1984. D — Chlorophyll. E — Dissolved oxygen

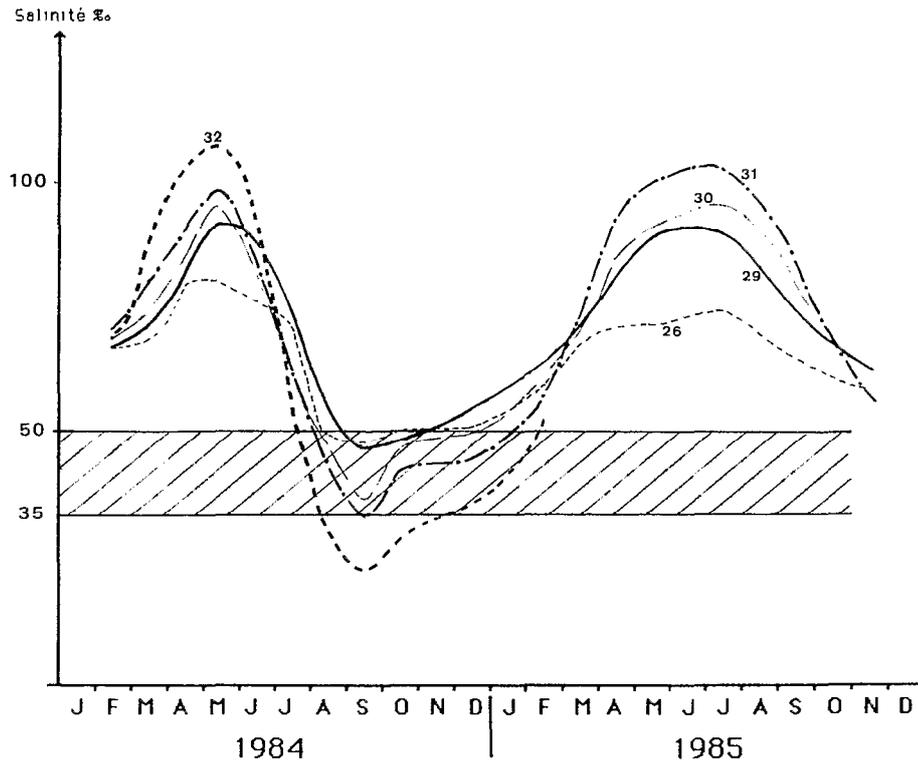


FIG. 9. — Évolution de la salinité au niveau des stations 26, 29, 30, 31 et 32. La salinité des stations 30 et 31 est comprise, pendant plusieurs mois, entre 35 et 50 ‰, conditions favorables au développement de *A. tepida*. Evolution of salinity in stations 26, 29, 30, 31 et 32. Salinity of stations 30 and 31 is included between 35 and 50 ‰ during several months. These conditions are propitious for the growth of *A. tepida*

Eggerelloides scabrum, principal représentant des formes à test agglutiné autres que *A. salsum*, reste abondant, mais alors qu'il atteint son maximum d'abondance au niveau de la station 8, en avril, ce maximum est déplacé vers l'amont jusqu'à la station 11, en décembre.

Le phénomène le plus remarquable est la proportion élevée de tests d'*Ammonia tepida* et d'*Elphidium gunteri* en décembre, au niveau des stations 30 et 31 où des individus vivants ont pu être récoltés, *A. tepida* étant également présente à la station 32. La présence de ces espèces dans des stations où elles sont absentes le reste de l'année, alors qu'elles ne se trouvent jamais dans les stations voisines peut être expliquée par les conditions de salinité qui règnent dans cette partie du fleuve (fig. 9). En effet, ces stations sont les seules à ce niveau où la salinité se maintient pendant plus de trois mois entre 35 et 50 ‰, valeurs favorables à la vie des espèces considérées. En amont (station 32) où la salinité devient inférieure à 35 ‰ pendant quatre mois, *E. gunteri* est absent mais *A. tepida* plus tolérante est encore pré-

sente. Cette espèce disparaît au niveau de la station 34 où le minimum de salinité atteint 13 ‰ en septembre. Il semble que, plus que cette valeur, qui reste compatible avec la survie de l'espèce, ce soient la rapidité et l'amplitude des variations annuelles de salinité qui sont à l'origine de la disparition de *A. tepida*. Vers l'aval, la salinité n'est que légèrement inférieure à 50 ‰, pendant moins de trois mois, dans les stations 29 à 25. *A. tepida* est toujours absente des stations 29 à 27, mais elle peut exister à partir de la station 26, bien que les conditions de salinité restent très voisines (fig. 8). Un facteur autre que la salinité intervient donc en aval de la station 26. Bien qu'il ne s'agisse encore que d'une hypothèse, qui devra être confirmée par des analyses complémentaires, nous pensons que ce facteur pourrait être lié à l'influence marine dont l'extrême limite amont se situerait aux environs de la station 26. C'est d'ailleurs à ce niveau que l'amplitude des variations annuelles de salinité commence à augmenter rapidement.

La présence discontinue de ces espèces pose le problème de leur installation. Sont-elles transportées

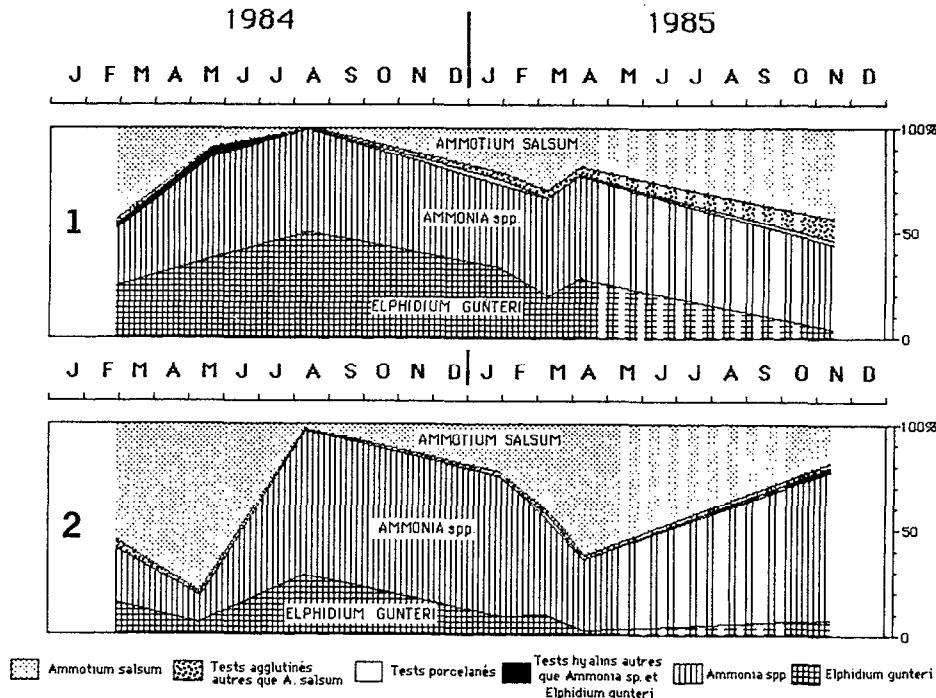


FIG. 10. — Évolution des thanatocoenoses au niveau des stations 15 (1) et 18 (2) durant la période d'étude. *Evolution of thanatocoenoses in stations 15 (1) and 18 (2) during the period of study*

depuis les stations situées en aval où leur présence est permanente, ou subsistent-elles sur place, grâce à des formes de résistance (CANN et DEKKER, 1981), quand les conditions sont défavorables. Il n'est pas possible actuellement d'apporter de réponses à ces questions.

Ces observations faites sur l'ensemble du fleuve ont été complétées par le suivi des peuplements au niveau des stations 15 et 18. Ces stations ont été retenues en raison de la diversité de leurs peuplements et de la forte variation saisonnière qui les affecte (fig. 10). Le premier cycle annuel complet, de mars 1984 à mars 1985, fait apparaître une évolution parallèle dans les deux stations avec une forte augmentation de la proportion des tests hyalins en fin de saison sèche et jusqu'au mois d'août où ils constituent pratiquement l'ensemble de la thanatocoenose. Leur importance diminue ensuite progressivement. Aucune corrélation évidente n'apparaît entre cette évolution et celles de la salinité, de la quantité de chlorophylle en suspension ou d'oxygène dissous. Par contre un assez bon parallélisme peut être observé avec l'évolution de la température. Il est peu probable, cependant, qu'une relation directe existe entre la température et la composition des peuplements de Foraminifères. Celle-ci est probablement sous la dépendance

d'un ensemble de paramètres saisonniers tels que la température et la durée d'éclairement par exemple. L'absence d'échantillons entre avril et novembre 1985 ne permet malheureusement pas de suivre un second cycle annuel. Une tendance générale à la diminution de l'importance relative de *E. gunteri* apparaît cependant dans ces deux stations alors que le taux d'*A. tepida* diminue également de 1984 à 1985, au niveau de la station 18.

La répartition des peuplements de Thécamoebiens n'évolue pas de façon évidente au cours de la période d'étude. On remarque cependant une augmentation du nombre de thèques, dans les stations les plus en amont, pendant la saison des pluies, avec un maximum de 70 thèques pour 50 cc de sédiment en novembre 1985, à la station 37. Pendant la saison sèche, ce nombre n'est jamais supérieur à 3.

4.3. Évolution des populations d'*Ammotium salsum* et d'*Ammonia tepida*

Ces deux espèces qui coexistent sur la plus grande partie du fleuve sont suffisamment fréquentes et abondantes pour que le comportement de leurs populations soit significatif.

L'évolution de l'ensemble des peuplements, sur le

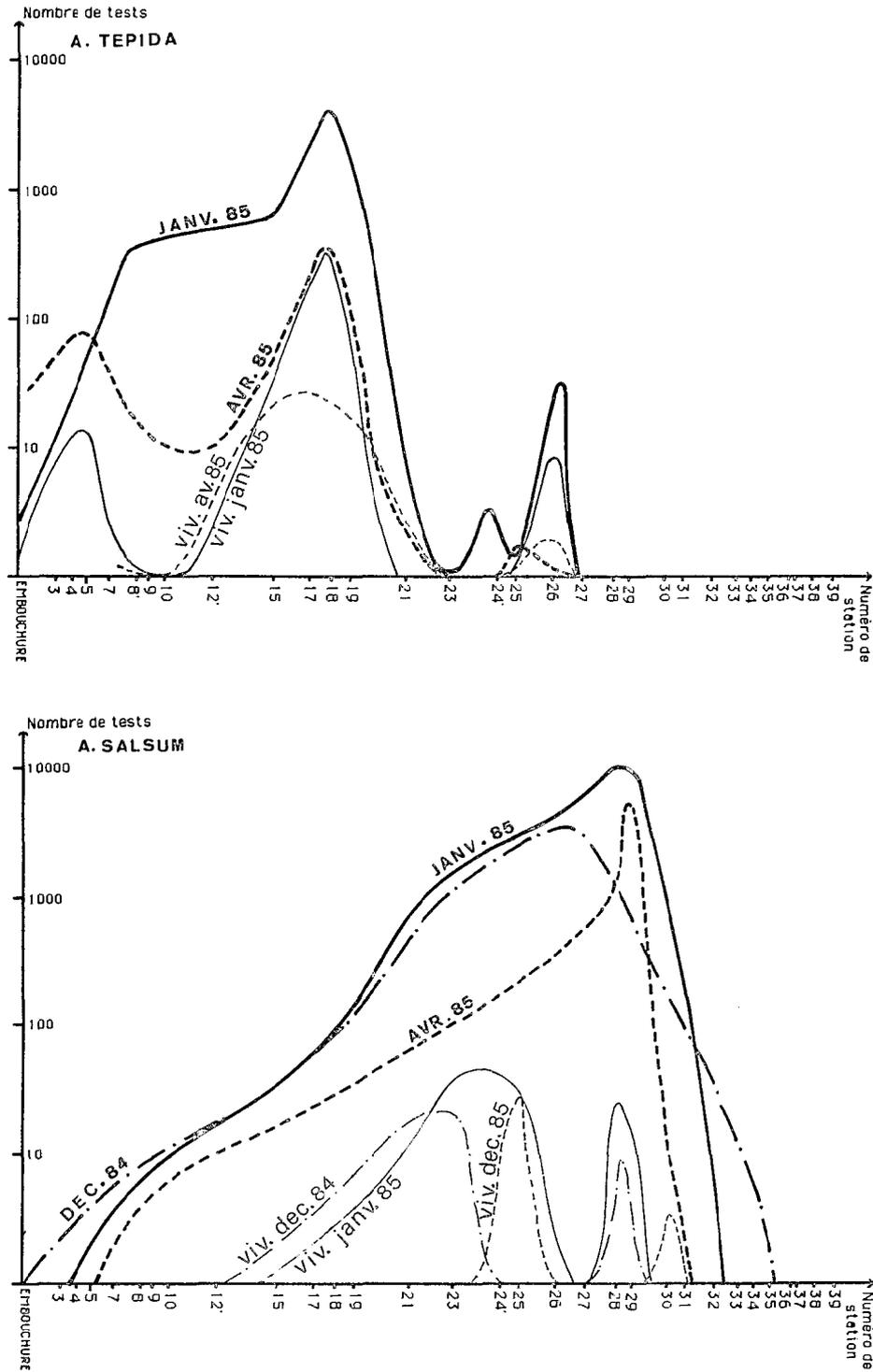


FIG. 11. — Évolution du nombre de tests de *A. tepida* et *A. salsum* sur le cours du fleuve en janvier et avril 1985. Les traits gras correspondent aux tests vides, les traits fins aux individus vivants. Evolution of test numbers of *A. tepida* and *A. salsum* along the Casamance river during January and April 1985. The thick lines are for empty tests, the thin ones are for living individuals

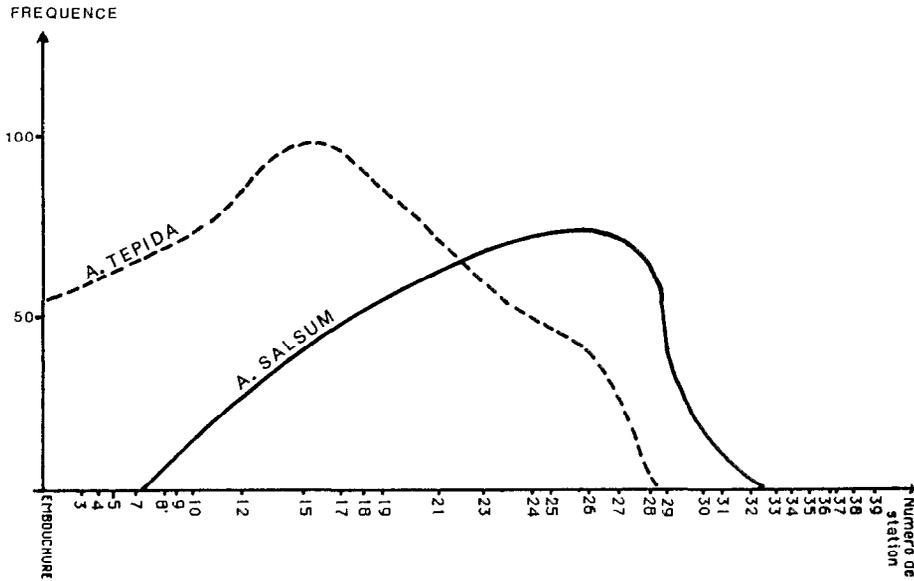


FIG. 12. — Évolution de la fréquence des individus vivants de *A. tepida* et *A. salsum* sur le cours du fleuve, durant la période d'étude.
Evolution of the frequency of living *A. tepida* and *A. salsum* along the Casamance river during the period of study

cours du fleuve, a montré une augmentation vers l'amont de l'abondance relative des tests d'*A. salsum* au détriment de ceux d'*A. tepida* (§ 4.2). Le comptage des tests fait apparaître un maximum du nombre d'individus vivants et de tests vides d'*A. beccarii* autour de la station 18 (fig. 11) alors que ce maximum se situe autour de la station 28 pour *A. salsum*. Ces maxima, qui correspondent aux zones de fréquence maximum des individus vivants (fig. 12), varient peu dans le temps et leur position ne semble pas dépendre d'un cycle annuel (fig. 13). Les stations 18 et 28, sièges de ces maxima correspondent, d'une part, au niveau où l'amplitude des variations annuelles de salinité marque une augmentation brusque mais modérée (station 18), d'autre part, au niveau où débute une augmentation rapide et considérable de cette amplitude (station 28) (fig. 7 C). Il est probable que cette répartition est en relation avec la compétition que se livrent les différentes espèces. *A. tepida* devient abondante lorsque le milieu est trop défavorable pour les espèces à affinités marines. Elle est alors dominante par rapport à *Ammolium salsum* qui survit seul et qui devient à son tour dominant lorsque la salinité est trop forte pour *A. tepida* (> 60 ‰).

Le suivi dans le temps des populations de *A. tepida* montre un très bon parallélisme entre le nombre de tests vides et le nombre d'individus vivants (fig. 14). Ce parallélisme confirme la rapide destruction des tests après la mort du protozoaire. Aucune accumulation durable de tests ne se produit. Bien qu'il soit

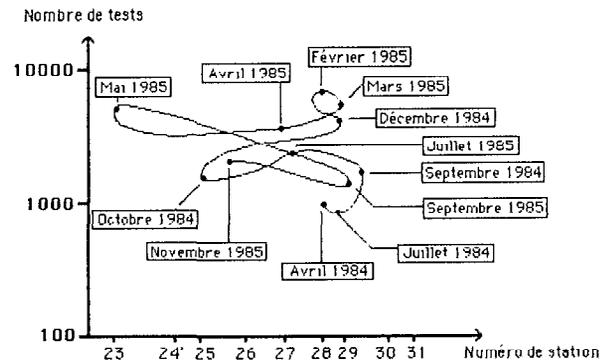


FIG. 13. — Variation du nombre maximum des tests d'*A. salsum* et déplacement de ce maximum en fonction du temps.
Variation of maximum test number of *A. salsum* and displacement of this maximum during the period of study

moins marqué, ce parallélisme existe aussi pour les tests d'*A. salsum*. On peut ainsi confirmer que les thanatocoenoses sont susceptibles, dans ce cas particulier comme dans un certain nombre d'autres cas, de donner une bonne image des populations de Foraminifères.

L'augmentation du nombre d'individus d'*A. tepida* débute au cours de la saison des pluies (juillet-août) dans les stations intermédiaires (18) et se poursuit jusqu'en janvier-février où il est maximum, ce

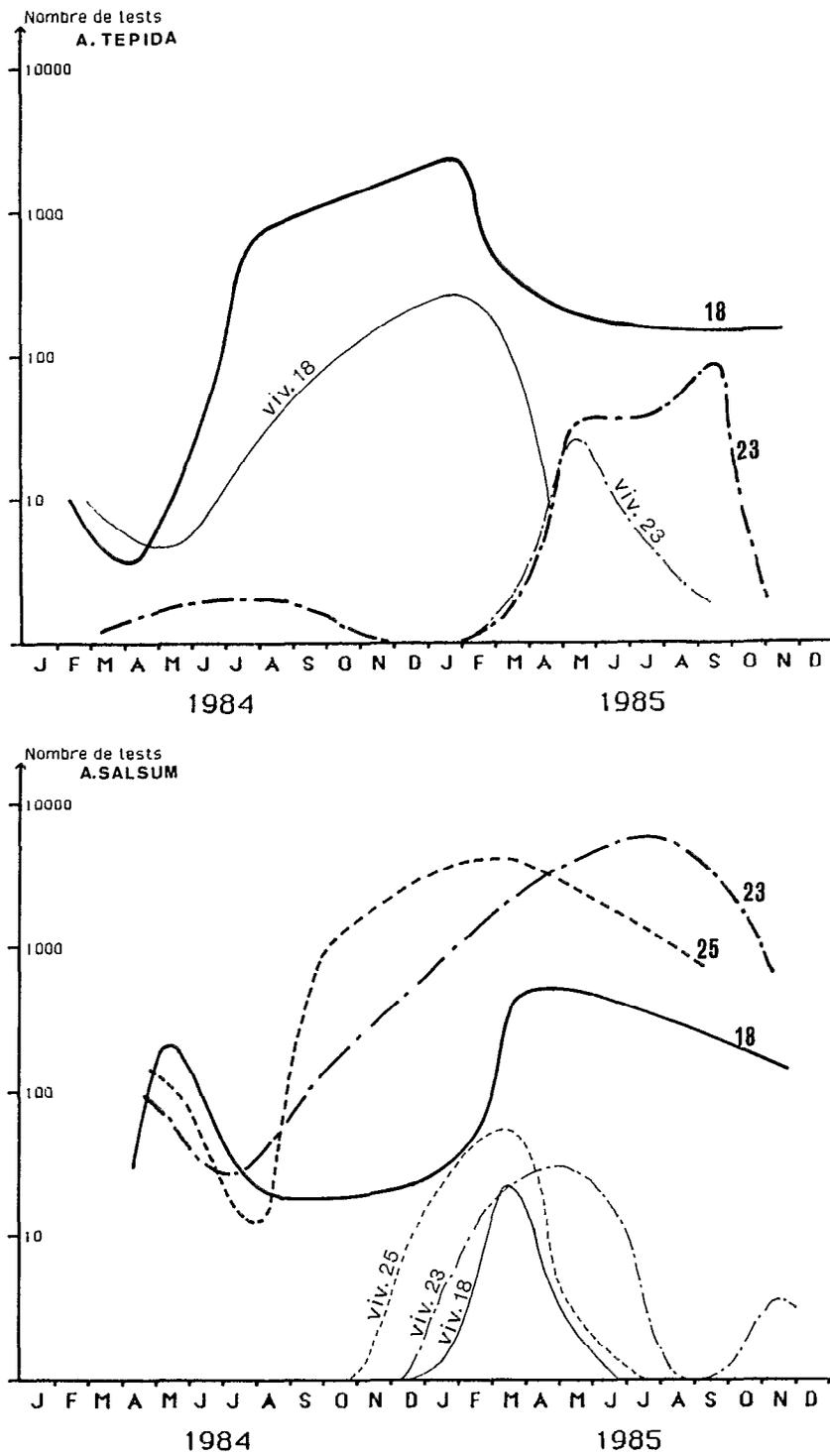


FIG. 14. — Évolution du nombre de tests de *A. tepida* et *A. salsum* au cours de la période d'étude, au niveau des stations 18, 23 et 25.
Evolution of test numbers of A. tepida and A. salsum during the period of study in stations 18, 23 and 25

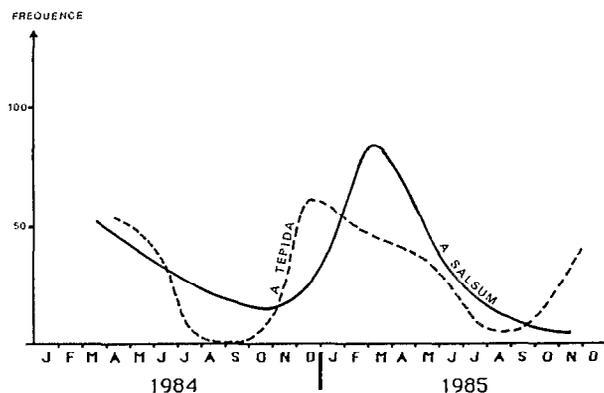


FIG. 15. — Évolution de la fréquence des individus vivants de *A. tepida* et *A. salsum*, dans l'ensemble des stations, durant la période d'étude. Evolution of the frequency of living *A. tepida* and *A. salsum* in all stations, during the period of study

qui correspond à la période de fréquence maximum pour les individus vivants (fig. 14 et 15). Cette évolution se trouve décalée dans les stations les plus en amont pour cette espèce (23). Le développement maximum se produit alors en mai, quand la salinité atteint son maximum. Aucune explication ne peut être avancée actuellement pour ce phénomène. L'étude systématique détaillée en cours permettra de vérifier s'il ne s'agit pas de deux sous-espèces différentes d'*A. tepida*, réagissant différemment à la salinité. Le développement d'*A. salsum* est dans l'ensemble plus tardif et plus rapide. Le maximum se situe entre février et mai suivant les stations, la fréquence maximum des tests vivants se situant en juin. Ce décalage dans le développement de ces deux espèces explique probablement la dominance d'*A. tepida* constatée en décembre 1984 au niveau des stations 15 et 18 (fig. 8).

Aucun cycle annuel n'est apparu de façon évidente pour ces deux espèces. La tendance générale au cours de ces deux années est une augmentation du nombre

d'individus vivants et de tests, ce qui est particulièrement net pour *A. salsum*. Ces observations rejoignent celles qui ont pu être faites pour la chlorophylle, ces deux phénomènes étant très probablement en relation.

CONCLUSIONS

Les populations de Foraminifères et Thécamoebiens permettent de définir une zonation écologique de l'estuaire de la Casamance. Cette zonation, confirmée par la répartition d'autres groupes, animaux ou végétaux, subsiste durant toute l'année. Quatre espèces de Foraminifères sont à elles seules représentatives de cette zonation. Il s'agit, de l'embouchure vers l'amont, d'*Eggerelloides scabrum*, *Elphidium gunteri*, *Ammonia tepida* et *Ammotium salsum*. *A. salsum* est l'espèce la plus résistante à l'hypersalinité et aux variations de salinité, mais *A. tepida* peut se développer à tout niveau du fleuve, dès que la salinité se maintient pendant un temps suffisant (plus de 3 mois) entre 35 et 50 ‰. Les thécamoebiens apparaissent vers l'amont, d'abord associés aux foraminifères qu'ils supplantent totalement dans les stations les plus hautes, en domaine continental.

Une évolution des populations de Foraminifères, et particulièrement de *A. tepida* et *A. salsum* a pu être suivie pendant toute la période d'étude. Elle se traduit par une augmentation de l'importance relative des formes à test hyalin, durant la saison des pluies. Il semble qu'elle corresponde à un cycle saisonnier peu marqué, largement masqué par une évolution de caractère général. Le même phénomène peut être observé pour le taux de chlorophylle en suspension dans l'eau. Il est probable que ces deux phénomènes sont en relation avec l'apport d'une grande quantité de matière organique provenant de la dégradation récente des roselières, détruites par l'augmentation de la salinité.

Manuscrit accepté par le Comité de Rédaction le 20 novembre 1987

RÉFÉRENCES

- AGBOGBA (C.) & DOYEN (A.), 1985. — La mangrove à usages multiples de l'estuaire du Saloum (Sénégal). Publications de l'UNESCO, 145 p.
- AUSSEIL-BADIE (J.), 1983. — Distribution écologique des Foraminifères de l'estuaire et de la mangrove du fleuve Sénégal. *Arch. Sci. Genève*, 36, n° 3 : 437-450.
- BRADSHAW (J. S.), 1957. — Laboratory studies on the rate of growth of the Foraminifera *Streblus beccari*. (Linné) var. *lepida* Cushman. *Journ. Pal. Tulsa Okl.*, 31, n° 6 : 1138-1147.
- CANN (J. H.) & DEKKER (P. de), 1981. — Fossil quaternary and living Foraminifera in athalassic (non marine) saline lakes, southern Australia. *Journ. of paleontology*, v. 55, n° 3, pl. 1.
- GLOSS (D.), 1964. — Ecological distribution of Foraminifera and Thecamoebina in the Patos lagoon, Southern Brasil. *Arch. Oceanog. Limnol*, 13, n° 2 : 299-302.
- DEBENAY (J.-P.), 1984. — Distribution écologique de la microfane benthique dans un milieu hyperhalin. Les Foraminifères du fleuve Casamance (Sénégal). *Document Scientifique, Centre de Recherche Océanographique de Dakar-Thiaroye*, n° 95 : 18 p., 1 pl.
- HEDGPETH (J. W.), 1967. — Ecological aspects of the Laguna Madre, a hypersaline estuary. In *Estuaries*, ed. G. H. Lauff *Am. Assoc. Advan. Sci. Publ.*, 83 : 408-419.
- LENA (H.), 1984. — Revista de los Tecamebas (Rhizopoda, Protozoa) citados en publicaciones Foraminiferologicas. *Rev. Esp. Micropal.* 16 : 5-18.
- LEVY (A.), 1982. — Sur la survie de certains Foraminifères dans les eaux continentales et sur ses conséquences. *Mem. Soc. Géol. Fr.* n° 144 : 161-171.
- MARIUS (C.), 1985. — Mangroves du Sénégal et de la Gambie. Écologie-Pédologie-Géochimie. Mise en valeur et aménagements, *Trav. Doc. ORSTOM* n° 193, 368 p.
- MORRIS (R. C.) & DICKEY (P. A.), 1957. — Modern evaporite deposition in Peru. *A.A.P.S. Bull.*, 41 : 2461-2474.
- MURRAY (J. W.), 1973. — Distribution and ecology of living benthic Foraminiferids. Heinemann Educational Books Ltd., Londres, 274 p.
- PAGES (J.), DEBENAY (J. P.) & LEBRUSQ (J. Y.), 1987. — L'environnement estuarien de la Casamance. *Rev. Hydrobiol. trop.* 20 (3-4) : 191-202.
- PARKER (F. L.), PHLEGER (F. B.) & PEIRSON (J. P.), 1953. — Ecology of Foraminifera from San Antonio Bay and environs, South West Texas. *Cushman Found. Foraminif. Research. Spec. publ.*, n° 2 : 1-75.
- PHLEGER (F. B.), 1960. — Foraminiferal population in Laguna Madre, Texas. Prof. Hanzawa Memorial vol. *Sciences Reports of the Tohoku University*. Sep. vol. n° 4 : 83-91.
- PHLEGER (F. B.) & LANKFORD (R. R.), 1978. — Foraminifera and ecological processes in the Alvarado lagoon area, Mexico. *J. Foraminiferal Res.*, v. 8, n° 2 : 127-131.
- RESIG (J. M.), 1974. — Recent Foraminifera from hawaïan lake. *J. Foraminiferal Res.*, n° 4 : 69-76.
- SAUNDERS (J. B.), 1958. — Recent Foraminifera of mangrove swamps and river estuaries and their fossil counterparts in Trinidad. *Micropaleontology*, 4, n° 1 : 79-92.
- TOOD (R.) & BRONNIMANN (P.), 1957. — Recent Foraminifera and Thecamoebina from the eastern gulf of Paria. *Cushman Found. Foraminif. Research. Spec. publ.* n° 3 : 1-43.
- WALTON (W. R.), 1952. — Technics for recognition of living Foraminifera. *Contr. Cushman Found. Foraminif. Res.*, 3, n° 2 : 56-60.
- ZANINETTI (L.), 1982. — Les Foraminifères des marais salants de Salin-de-Giraud (sud de la France) : milieu de vie et transport dans le salin, comparaison avec les microfaunes marines. *Géol. méditerranéenne*, 9, n° 4 : 447-470.
- ZANINETTI (L.), BRONNIMANN (P.), BEURLEN (G.) & MOURA (J. A.), 1977. — La mangrove de Guaratiba et la Baie de Sepetiba, État de Rio de Janeiro, Brésil : Foraminifères et écologie. Note préliminaire. *C.R. Séances. S.P.H.N. Genève*, 11, nos 1-3 : 39-44.
- ZANINETTI (L.), BRONNIMANN (P.), DIAS-BRITO (D.) ARAI (M.), CASALLETTE (P.), KOUTSOUKOS & SILVEIRA (S.), 1979. — Distribution écologique des Foraminifères dans la mangrove d'Acupe, Bahia, Brasil. *Notes Lab. Paléont. Univ. Genève*. 4, n° 1 : 1-17.