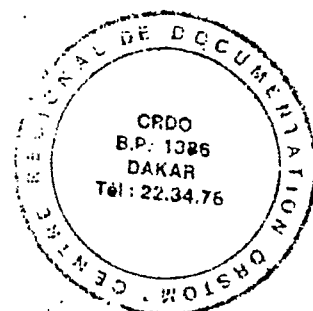


LES FORAMMINIFERES DE L'ESTUAIRE SUPRALE DU FLEUVE CASAMANCE (SENEGAL)

Par J.P. DEBENAY *, J. PAGES **

- * Département de Géologie, Faculté des Sciences, Université de Dakar, SENEGAL
- ** Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye, Dakar, SENEGAL



INTRODUCTION.

Depuis 1968, le déficit pluviométrique persistant, limitant l'apport d'eau douce, a provoqué la remontée de l'eau de mer dans tout le cours inférieur du fleuve qui s'est trouvé transformé en ría. Il en a résulté une augmentation spectaculaire de la salinité qui atteignait 123 ‰ à 210 km de l'embouchure en mai 1984 et 172 ‰ en juin 1986. L'importance de ce fleuve dans l'économie de la région, particulièrement dans le domaine agricole, a motivé la mise en place, par le Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye, d'un programme d'étude multidisciplinaire, depuis février 1984. Certains chercheurs appartenant à l'EPEEC ont été associés à ce programme, dans le cadre duquel le présent travail a pu être réalisé.

I CADRE DE L'ETUDE

La région de la Casamance est située au sud du Sénégal, dans une zone de climat sub-guinéen où alternent une saison chaude et humide et une saison sèche, plus fraîche. La pluviosité, supérieure à 1500 mm/en certains endroits, est souvent inférieure à 1200 mm/en depuis 1968.

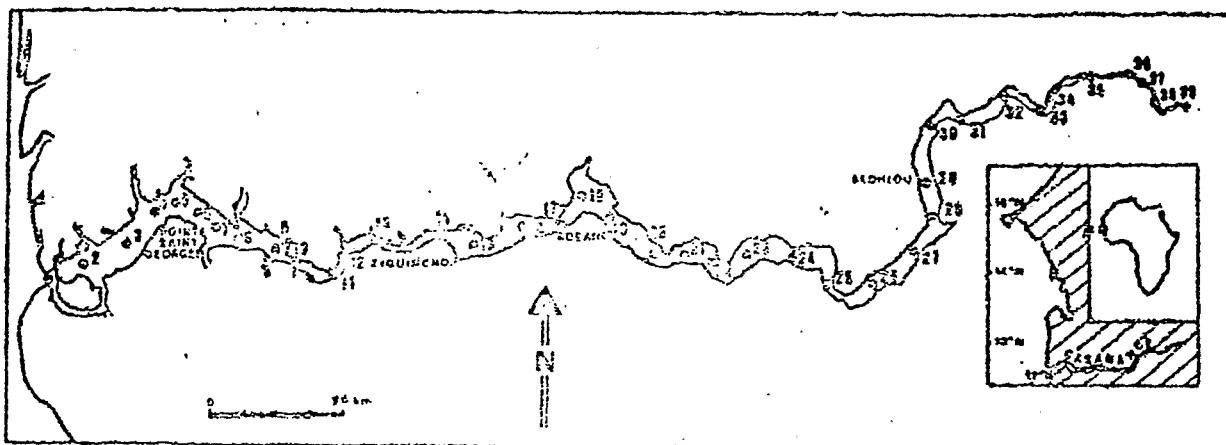


Fig. 1. Carte de localisation.

La longueur du cours permanent du fleuve est de 260 km environ (fig 1). Son cours

ORSTOM Fonds Documentaire

N° :

26629, ex 1

Cote :

B 22 AOUT 1989

D. A C & P A G

CRDO - DAKAR

24/3/1989

6639 cote

P170

inférieur, de pente très faible, se ramifie en nombreux canaux enastomés, bordés de mangrove jusqu'à Adéona. Au delà se succèdent un secteur de mangrove morte, un secteur de roselières mortes et, à partir de Diana Malart (station 37), un secteur de roselières en activité.

Les principales caractéristiques de ce milieu hyperhalin, très particulier, sont exposées dans un autre article de ce rapport.

II METHODES.

Entre février et avril 1984, 50 cc de sédiment superficiel ont été prélevés à la benne en 3 à 5 points, situés sur des transects couvrant la presque totalité des 40 stations retenues par l'ensemble des participants à ce programme (fig. 1). Parallèlement des mesures de salinité, température, turbidité, teneur de l'eau en oxygène dissous et en chlorophylle étaient effectuées. Prélèvements et mesures ont ensuite été répétés mensuellement en amont de Ziguinchor et plus irrégulièrement entre cette ville et l'embouchure du fleuve. Au laboratoire, la microfauve benthique a été extraite par flottage sur le tétrachlorure de carbone, après lavage du sédiment sur un tamis de 50 µm. Les individus vivants ont été colorés au Rose Bengal (WALTON, 1952)

III PRINCIPAUX RESULTATS.

Inventaire des Foraminifères.

Une quarantaine d'espèces de Foraminifères avaient été reconnues à la suite des premières campagnes, de février à avril 1984, quatorze d'entre elles ayant fourni des individus vivants (DEBENAY, 1984 ; DEBENAY *et al.*, à paraître). De nouvelles espèces ont été récoltées au cours des missions suivantes. Quelques unes d'entre elles n'ont pas encore été identifiées et feront l'objet d'une description ultérieure. Cette microfauve semble donc plus riche et plus diversifiée que celle du fleuve Sénégal (AUSSEIL-BADIE, 1983) ; elle présente d'importantes affinités avec celles des baies et des mangroves du Brésil (ZANINETTI *et al.*, 1977, 1979), des mangroves et estuaires de Trinidad (TODD & BRONNIMAN, 1957 ; SAUNDERS, 1958), des lagunes du Mexique (PHLEGER & LANKFORD, 1978), des baies du Texas (PARKER *et al.*, 1953 ; PHLEGER, 1960), ou des mangroves d'Indonésie (MARGEREL, comm. pers.) Trois sous-ordres sont représentés de façon inégale. Les formes agglutinées (Textularina) 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.

TEXTULARIINA.

- * *Ammonotula salina* Cushman et Brönnimann.
- * *Ammonotula exigua* Cushman et Brönnimann.
- * *Ammonotula salina* (Cushman et Brönnimann).
- * *Ammonotula casamancensis* n.sp.
- * *Arenoporella maxicana* (Kornfeld).
- * *Asterotrachammina cf. capra* Brönnimann et Zaninetti.
- * *Bigenerina cf. irregularis* Phleger et Parker.
- * *Clavulina* sp.
- * *Eggerellides scottrum* (Williamson).
- * *Gaudryina exilis* Cushman et Brönnimann.

- * *Glanospira glanarota* (Höglund).
- * *Haplophragmoides wilberti* Andersen.
- * *Martinolletia* sp.
- * *Milnesium fuscum* (Bredy).
- * *Paratrochammina* cf. *classi* Brönnimann.
- * *Psemmosphaera* sp.
- * *Reophax* sp.
- * *Siphotextularia* sp.
- * *Siphotrochammina lobata* Saunders.
- * *Textularia* sp.
- * *Tiphotracha comprinata* (Cushman et Brönnimann).
- * *Trachammina inflata* (Montagu).
- * *Trachammina* sp.
- * *Trachamminita salsa* (Cushman et Brönnimann).
- * Genre indéterminé.

MILIOLINA

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

ROTALINA

- * *Ammonia tepida* Cushman.
- * *Ammonia parkinsoniana* (d'Orbigny).
- * *Bolivina pseudoplicata* (Heron-Allen et Earland).
- * *Bolivina* cf. *striatula* Cushman.
- * *Bolivina* spp.
- * *Canceris euriculis* (Fichtel et Moll).
- * *Cassidulina creassa* d'Orbigny.
- * *Cibicides lobatulus* (Walker et Jacob).
- * *Discorbis* sp.
- * *Elphidium advenum* (Cushman).
- * *Elphidium* cf. *osmurgense* Krull.
- * *Elphidium excavatum* (Terquem).
- * *Elphidium fichtelianum* (d'Orbigny).
- * *Elphidium gunteri* Cole.
- * *Fissurina* sp.
- * *Haynesina germanica* (Herenberg).
- * *Hopkinsina* sp.
- * *Logana* spp.
- * *Monia* cf. *communis*.
- * *Montanella atlantica* Cushman.
- * *Polymorphina* sp.
- * *Poroparvula orthorepandus* Asano et Uchida.
- * *Rosalina globularis* (d'Orbigny).
- * *Rosalina* sp.
- * *Uvigerina peregrina* Cushman.

Une étude systématique détaillée est en cours sur les échantillons prélevés mensuellement de 1964 à 1985.

Répartition.

Répartition des individus vivants.

La richesse spécifique est maximale entre l'embouchure et Pointe St Georges (station 5), avec 11 espèces vivantes. Certaines (*Arenoporella mexicana*, *Trachammina inflata*, *Trachammina* sp., *Ammonia perkinsoniana*, *Bolivina* spp., *Discorbis* sp. et *Nonion* cf. *communis*) ne se rencontrant que dans cette zone soumise aux influences marines où la salinité n'excède pas 40 ‰. D'autres (*Eggerelloides esbrum* et *Asterotrachammina* cf. *espara*) se retrouvent plus en amont. Les espèces les plus tolérantes sont *Cassidulinoides exilis*, *Rapax nana*, *Ammonia tepida* et surtout *Ammotium salsum* dont un test contenant du cytoplasme a été récolté dans une station où la salinité atteignait 105 ‰.

Il n'a pas été possible de suivre un gradient dans la répartition des individus vivants, ceux-ci étant toujours rares. Leurs thénostécères, par contre, ont fourni des résultats beaucoup plus significatifs.

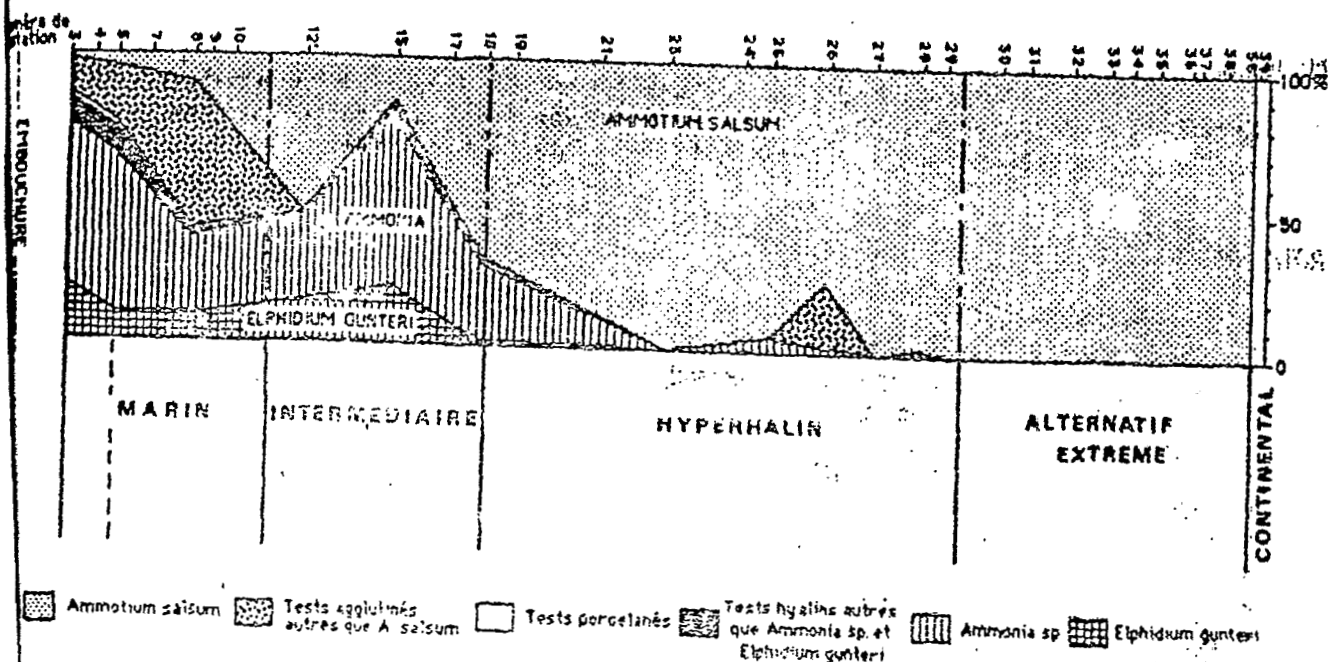


Fig. 2. Répartition des thénostécères de Foraminifères dans l'estuaire du fleuve Gaspésie, en avril 1985.

Répartition des thénostécères (fig. 2).

Le nombre d'espèces à test calcaire n'est important qu'au voisinage de l'embouchure ; il diminue progressivement vers l'amont. Les espèces à test agglutiné sont peu abondantes sur l'ensemble de la ria. Entre l'embouchure et Pointe St Georges l'influence marine est marquée par une microfaune relativement diversifiée. *Ammonia tepida* et *Elphidium gunteri* y constituent à eux seuls près de 50 % des thénostécères (DEBENAY & PACES, à paraître).

Vers l'amont, à partir de la station 5, où le cours du fleuve s'infléchit fortement vers le SE, les formes agglutinées deviennent rapidement dominantes avec apparition de *Ammotium salsum*. 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 où l'influence marine s'estompe presque totalement. A partir de ces stations, *A. tepida* et *E. gunteri* retrouvent une importance relative

proche de 50 %. Ce sont pratiquement les seuls tests calcaires qui subsistent. Une autre limite apparaît aux environs d'Adène (stations 18 à 20) où le cours du fleuve présente une nouvelle inflexion vers le SE. La diminution de l'abondance relative de *A. tepide* marque alors une brusque rupture tandis que *E. gunteri* disparaît presque totalement au niveau de la station 20 (fig. 2). La présence de *A. tepide* est exceptionnelle en amont de la station 25 alors que *A. salsum* constitue plus de 90 % des tests récoltés. Le nombre total de tests pour 50 cc de sédiment est presque toujours supérieur à 1000 jusqu'à la station 30. Une diminution brutale de ce nombre se produit alors, marquant une nouvelle limite (fig. 2), quelques tests isolés étant récoltés jusqu'à la station 38 en delà de laquelle le milieu devient plus franchement continental.

En amont de Pointe St Georges, les tests calcaires sont généralement de petite taille, dépassent rarement 0,3 mm. Ce nanisme est probablement en relation avec les conditions particulièrement difficiles qui règnent dans toute la ria, entraînant une modification du métabolisme. Ainsi, la croissance de *A. tepide* 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. 2) 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 hypersalin que dans les milieux hyposalins habituels des estuaires. Cependant, un autre paramètre semble jouer un rôle important dans la disparition des tests calcaires. En effet, si la proportion d'individus vivants par rapport aux tests vides est très faible pour les formes agglutinées, elle est fréquemment proche de 50 % pour les formes calcaires. Cette constatation ajoutée à l'observation fréquente de bases chitinoïdes indique une destruction rapide des tests calcaires alors que la conservation des tests agglutinés paraît être un peu meilleure.

Evolution dans le temps.

Les peuplements ont été représentés sur l'ensemble du fleuve pour les mois de décembre 1984 et d'avril 1985 (fig. 2 et 3). Les tendances générales décrites précédemment pour le mois d'avril 1985, en fin de saison sèche, sont également observées au cours du mois de décembre 1984, particulièrement en ce qui concerne les limites de zones. Cependant, les peuplements de décembre 1984 diffèrent par une augmentation de la proportion des tests hyalins jusqu'au niveau de la station 18 en dépend de *Ammotium salsum* qui ne constitue plus qu'une infime partie des tests. *Eggerelloides scabrum* 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.

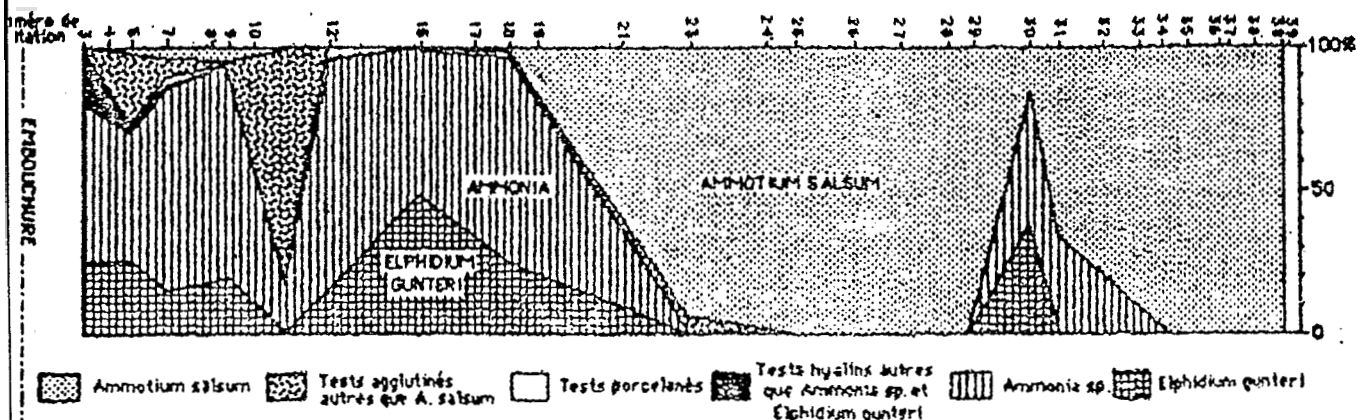


Fig. 2. Répartition des foraminifères dans l'estuaire du fleuve Coos Bay, en avril 1985.

Le phénomène le plus remarquable, au mois de décembre, est la proportion élevée de tests d' *Ammonia tepida* et d' *Elphidium gunteri* au niveau des stations 30 et 31 où des individus vivants ont pu être récoltés. 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. 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. La présence épisodique de ces espèces pose le problème de leur installation. Sont-elles transportées depuis les stations situées en aval où leur présence est permanente, ou subsistent-elles sur place, grâce à des formes de résistance, 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. 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 thestacoenose. 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'écoulement par exemple.

Evolution des populations d' *Ammonia 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 (DEBENAY & PAGÈS, à paraître).

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. 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 moins marqué, ce parallélisme existe aussi pour les tests d' *A. salsum*. On peut ainsi confirmer que les thestacoenoses 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, ce qui correspond à la période de fréquence maximum pour les individus vivants. Cette évolution se trouve décalée dans les stations plus en amont (23), le développement maximum se produisant alors en mai, quand la salinité atteint les valeurs les plus fortes. 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 étant observée 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 2).

CONCLUSIONS ET DISCUSSIONS.

Quatre populations de Foraminifères ont pu être individualisées dans la basse vallée du fleuve Casamance. Leur distribution, associée à la variation des paramètres abiotiques et comparée à

la distribution d'autres populations (zooplancton, mangroves, roseaux, par exemple), permet de définir une zonation écologique de ce système estuarien à fonctionnement inversé (fig. 2). Une zone fortement soumise à l'influence marine s'étend jusqu'à la station 11. Elle est relayée jusqu'aux stations 18 à 20 par une zone intermédiaire où dominent *A. tepida*, *E. pantari* et *A. salsum*, puis jusqu'à la station 30 par un domaine hyperhalin confiné où la microflore est dominée par *A. salsum* dont les tests sont très abondants. Enfin, en amont de la station 30, où apparaissent les thèques de thécamosbiens, se situe une zone à salinité très variable dont la limite supérieure correspond aux stations 38-39. Quatre espèces sont à elles seules représentatives de cette zonation. Il s'agit, de l'embouchure vers l'amont, d' *Eggerelloides scabrum*, *Elphidium pantari*, *Ammonia tepida* et *Ammonium salsum*. *A. salsum* est l'espèce la plus résistante à l'hyper-salinité 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 ‰.

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. Il s'étale en effet sur une vaste zone où la profondeur ne dépasse 1 m avant que son cours s'infléchisse vers le S.E.

On remarquera que les Foraminifères vivants étant très rares, ce sont leurs thécamoscoses qui ont fourni les arguments les plus décisifs. Les résultats obtenus sont donc applicables à des sédiments anciens (ROUVILLOIS, 1982) dans le cas, malheureusement exceptionnel dans ces milieux, où la microflore est conservée.

Les espèces rencontrées dans les eaux très sursalées de la Casamance sont des formes fortement camorésistantes qui se retrouvent dans les baies et mangroves dessalées d'Amérique centrale, du Brésil ou d'Indonésie.

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.

REFERENCES

- AUSSEIL-BADIE (J.), 1983. — Distribution écologique des Foraminifères de l'estuaire et de la mangrove du fleuve Sénégal. *Arch. Sci. Genève*, 35, n° 3 : 437-450.
- BRADSHAW (J.S.), 1957. — Laboratory studies on the rate of growth of the Foraminifere *Sirodotia baccarii* (Linné) var. *tepida* Cushman. *Journ. Pal. Tulsa Okl.*, 31, n° 6 : 1138-1147.
- DEBENAY (J-P.), 1984. — Distribution écologique de la microflore benthique dans un milieu hyperhalin. Les Foraminifères du fleuve Casamance (Sénégal). *Document Scientifique, Centre de Recherche Océanographique de Dakar-Thiaroye*, n° 55 : 16 p., 1 pl.
- DEBENAY (J.P.) & PAGES (J.), à paraître. — Les peuplements de Foraminifères et Thécamosbiens de l'estuaire hyperhalin du fleuve Casamance (Sénégal). Leur évolution de février 1984 à mars 1985.
- DEBENAY (J.P.), PAGES (J.) & DICUF (P.S.), à paraître. — Ecological zonation of the hyperhaline estuary of Casamance river (Sénégal) : Foraminifera, Zooplankton and Abiotic parameters.
- MURRAY (J.W.), 1973. — Distribution and ecology of living benthic Foraminifera. *Wiley-Interscience*, London, 274 p.
- PARKER (F.L.), PHLEGER (F.D.) & PEIRSON (J.P.), 1963. — Ecology of Foraminifera from San Antonio Bay and environs, South West Texas. *Cushman Found. Foramin. Research. Spec. publ.*, n° 2 : 1-75.
- PHLEGER (F.D.), 1930. — Foraminiferal population in Laguna Madre, Texas. *Prof. Hozawa Memorial vol. Science Reports of the Tohoku University. Ser. vol. n° 4* : 83-91.
- PHLEGER (F.D.) & LACKFORD (R.R.), 1976. — Foraminifera and ecological processes in the Alvarado lagoon area, Mexico. *J. Foraminiferal Res.*, v. 6, n° 2 : 127-131.

- ROUVILLOIS (A), 1962. — Comparaison entre la faune de Foraminifères de la surface des mangroves actuelles du Sénégal de Bassid (Sina Seloun), d'Ouseyve et de Balingor (Cassamence) et celle d'un sondage à Bango (Delta du Fleuve Sénégal). *Cahiers Micropal.*, n° 2 : 149-154.
- SALINDERS (J.B.), 1958. — Recent Foraminifera of mangrove swamps and river estuaries and their fossil counterparts in Trinidad. *Micropaleontology*, 4, n° 1 : 79-92.
- TODD (R.) & BRONNIMANN (P.), 1957. — Recent Foraminifera and Thecamoebina from the eastern gulf of Paria. *Cushman Found. Foram. Research. Spec. publ.* n° 3 : 1-43.
- WALTON (W.R.), 1952. — Technics for recognition of living Foraminifera. *Contr. Cushman Found. Foram. Res.*, 3, n° 2 : 56-60.
- ZANINETTI (L.), BRONNIMANN (P.), BEURLEN (G.) & MOURA (J.A.), 1977. — La mangrove de Guaratiba et la Baie de Sepetiba, Etat de Rio de Janeiro, Brésil : Foraminifères et écologie. Note préliminaire. *C.R. Séances. S.P.H.N. Genève*, 11, n° 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'Ácupe, Bahia, Brésil. *Notas Lab. Paleont. Univ. Genève*, 4, n° 1 : 1-17.