

DISTRIBUTION SPATIALE DES FORAMINIFÈRES BENTHIQUES DANS LA BAIE D'ADIOPODOUMÉ, LAGUNE ÉBRIÉ, CÔTE D'IVOIRE

Edgard Allanne Michael GNAKABI^{1*}, N'goran Jean-Paul YAO¹,
Kouamé Léger DJEYA¹, Kader BAMBA² et Zéli Bruno DIGBEHI¹

¹ Université Felix HOUPHOUET-BOIGNY de Cocody, UFR des Sciences de
la Terre et des Ressources minières (STRM), Laboratoire des Géosciences
Marines, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

² PETROCI, Centre d'Analyse et de Recherche (CAR), BP V 194 Abidjan,
Côte d'Ivoire

(reçu le 01 Mai 2023; accepté le 07 Juin 2023)

* Correspondance, e-mail : edgardgnakabi@gmail.com

RÉSUMÉ

La présente étude a pour but de déterminer les relations entre la lithologie des sédiments superficiels et la répartition spatiale des foraminifères dans la baie d'Adiopodoumé. Pour ce faire, des sédiments superficiels ont été prélevés sur 20 stations réparties sur l'ensemble de la baie à l'aide de la benne Van Veen. Au laboratoire, les échantillons ont été lavés sur un tamis de 63 µm afin de déterminer leur nature lithologique selon la classification d'Ibouily. Ensuite, l'étude des foraminifères a été effectuée par le tri et la description des espèces sous une loupe binoculaire. Les résultats ont permis de constater que les vases pures occupent plus de 65 % du substratum superficiel de la baie suivies par les sables moyennement envasés. Ces sédiments sont caractérisés par une faible richesse spécifique composée de 10 spécimens. Les foraminifères rencontrés sont majoritairement des espèces à tests agglutinés (90 %) dominées par *Ammotium morenoi* et *Ammobaculites agglutinans*. Dans l'ensemble, la richesse spécifique est plus élevée au sud de la baie et a tendance à baisser légèrement en remontant vers le Centre, puis devient très faible au Nord. Les zones très confinées au nord de la baie ne contiennent pas de foraminifères et les individus affichent une préférence marquée pour les sédiments constitués de sables moyennement envasés (Sme) et de vases pures (Vp). Cette étude montre que la distribution des foraminifères dans les sédiments de la baie est influencée par trois paramètres essentiels que sont la latitude, le gradient de confinement et la nature des sédiments.

Mots-clés : *foraminifères benthiques, lithologie, lagune Ébrié baie d'Adiopodoumé.*

ABSTRACT

Spatial distribution of benthic foraminifera in the bay of Adiopodoumé, Ebrié lagoon, Côte d'Ivoire

The current study aims to determine the relationships between the lithology of superficial sediments and the spatial distribution of foraminifera in Adiopodoumé Bay. To do this, superficial sediments were collected at 20 stations throughout the bay using the Van Veen grab sampler. In the laboratory, the samples were washed on a 63 μm sieve to determine their lithological nature according to Ibouily's classification. The foraminifera were then studied by sorting and describing species under a binocular magnifying glass. The results showed that pure mud occupies more than 65 % of the bay's surface substratum, followed by moderately silted sands. These sediments are characterized by a low species richness of 10 specimens. Most of the foraminifera encountered are species with agglutinated tests (90 %), dominated by *Ammotium morenoi* and *Ammobaculites agglutinans*. Overall, species richness is highest in the south of the bay, declining slightly towards the center, then becoming very low in the north. The very confined areas to the north of the bay contain no foraminifera, and the individuals show a marked preference for sediments consisting of moderately silted sands (mss) and pure mud (pm). This article shows that the distribution of foraminifera in the bay's sediments is influenced by three key parameters : latitude, confinement gradient and sediment type.

Keywords : *benthic foraminifera, lithology, Ebrié lagoon, Adiopodoumé bay.*

I - INTRODUCTION

Les foraminifères benthiques font partie des protistes les plus abondants dans les sédiments des fonds aquatiques marins, lacustres et lagunaires [1]. Ils sont efficacement utilisés comme bio-indicateurs des changements climatiques ou anthropiques à cause de leur présence dans tous les milieux marins et leur sensibilité aux changements environnementaux [2 - 4]. De ce fait, ils occupent depuis ces dernières décennies une place de choix dans le domaine scientifique moderne pour l'évaluation et le suivi de la qualité des écosystèmes aquatiques [5, 6]. C'est dans ce cadre qu'ils sont utilisés de plus en plus comme références dans l'application des lois européennes pour identifier et contrôler les modifications qui s'opèrent dans ces milieux [2 - 4, 7]. Ainsi, l'étude des foraminifères benthiques actuels s'avère très importante, car ils peuvent être utilisés comme outil déterminant dans la lutte contre la pollution des écosystèmes aquatiques actuels. Cependant, force est de constater qu'en Afrique et en particulier en Côte d'Ivoire, peu de données relatives aux foraminifères benthiques actuels existent. En effet, les données portant sur

l'écologie des foraminifères benthiques de la lagune Ébrié sont ceux de [8, 9]. Bien que riches d'enseignements, ces données demeurent anciennes et sectaires et ne permettent pas, par conséquent, de suivre et de comprendre l'évolution des pressions environnementales actuelles (changements climatiques et pollution anthropique) qui s'exercent sur ces milieux. Ainsi, les informations sur l'écologie des foraminifères benthiques actuels de la lagune Ébrié nécessitent d'être actualisées. C'est ce constat qui a suscité ce programme de recherche sur les associations de foraminifères benthiques actuels de la lagune Ébrié en Abidjan, sud de la Côte d'Ivoire (Thèse en cours de rédaction). L'objectif de cette présente étude est de déterminer l'influence de la nature lithologique des sédiments superficiels sur la répartition spatiale des foraminifères benthiques de la baie d'Adiopodoumé.

II - MATÉRIEL ET MÉTHODES

II-1. Zone d'étude

La baie d'Adiopodoumé (*Figure 1*) est localisée dans la branche ouest de la lagune Ébrié, elle-même située au sud-est de la Côte d'Ivoire, plus précisément entre les latitudes 586500 m à 590000 m Nord et les longitudes 375500 m à 377000 m Ouest. Il s'agit d'une baie d'environ 3 km de longueur et 600 à 800 m de largeur couvrant 240 hectares avec des profondeurs allant jusqu'à 10,50 m [10].

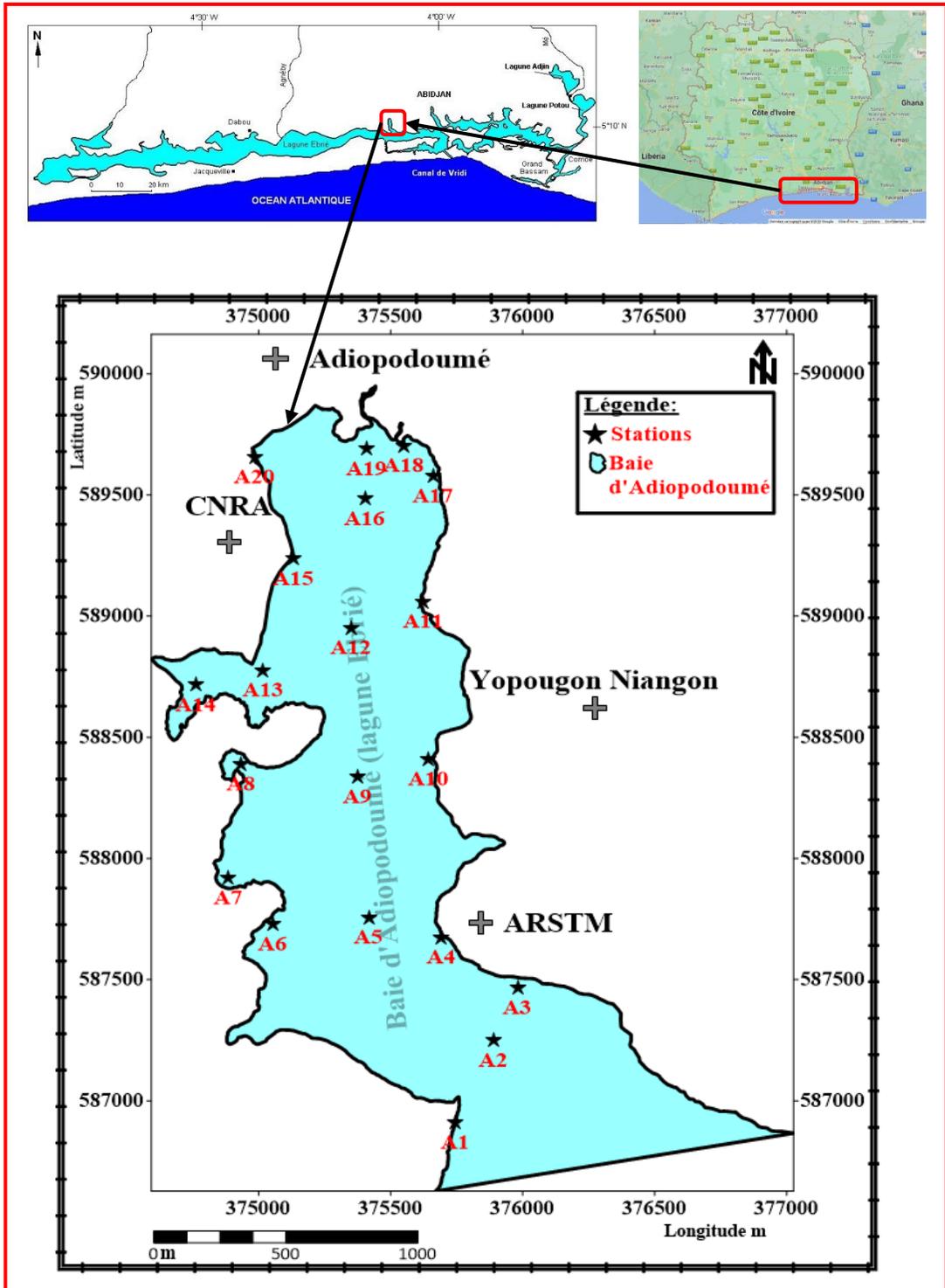


Figure 1 : Stations de prélèvement des sédiments dans la baie d'Adiopodoumé

II-2. Matériel et méthodes

Le matériel d'étude est constitué de vingt (20) échantillons de déblais superficiels prélevés à des stations numérotées de A1 à A20 et réparties sur l'ensemble de la baie (**Figure 1**). Ces échantillons ont été recueillis à l'aide d'une benne Van Veen plongée à chaque station avec les mâchoires ouvertes jusqu'à toucher le fond. Une fois la benne remontée, seuls les deux premiers centimètres du sédiment superficiel ont été récupérés puis conservés et fixés à l'alcool à 90°C dans des boîtes étiquetées [11].

II-2-1. Étude lithologique

50 grammes d'échantillon secs préalablement décrits en utilisant le code *Munsell* ont été trempés pendant 24 heures dans de l'eau savonneuse afin de détacher les particules argileuses des grains de sable puis lavés à l'eau de robinet sur le tamis de 63 μm . Les refus du tamis ont été séchés à l'étuve type Venticell puis pesés à nouveau afin de déterminer le pourcentage de fractions fines passées à travers le tamis lors du lavage. Le type de sédiment (vaseux ou sableux) a ainsi été déterminé à partir de la classification d'Ibouly [12] (**Tableau 1**).

Tableau 1 : Classification du sédiment [12]

Fraction fine (< 63 μm)	Type de sédiment
< 10 %	Sables purs
10 à 20 %	Sables peu envasés
20 à 40 %	Sables moyennement envasés
40 à 60 %	Sédiments très envasés à dominance de sables
60 à 80 %	Sédiments très envasés à dominance de vases
< 80 %	Vases purs

II-2-2. Analyse des foraminifères benthiques

Au laboratoire, 50 cm^3 des sédiments provenant de chaque station ont été prélevés [13] puis lavés sur une colonne de trois tamis (250, 100 et 63 μm). Le refus de chaque tamis a ensuite été séché puis trié sous une loupe binoculaire pour en extraire et décrire toutes les populations de biocénoses en tenant comme des tests d'individus morts et vivants [9, 14, 15]. La détermination spécifique des espèces de foraminifères benthiques triés a nécessité l'utilisation de documents spécialisés [16 - 19]. Les tests ainsi recensés, soit 100 à 300 individus par espèces (en fonction de la richesse spécifique des espèces) ont été sélectionnés et décrits [20]. Au terme de ces comptages, la fréquence de chaque taxon a été calculée. Ensuite, la diversité spécifique basée sur le calcul de l'indice de diversité de Fisher [21] a aussi été déterminée. Cet indice est défini comme étant la pente de la relation linéaire entre le nombre d'espèces observées et le logarithme du nombre d'individus inventoriés. Sa **Formule** est :

$$\alpha = \frac{n1}{x} \quad (1)$$

où, X est une constante de valeur < 1 ; $n = N(1-x)$ et N étant le nombre d'individus de l'échantillon.

Il permet de connaître les environnements les plus défavorables à l'épanouissement des espèces (indice de Fisher faible) et les environnements les plus favorables (indice de Fisher élevé). Il est couramment utilisé pour les études des foraminifères [14] et permet d'obtenir une image synthétique de l'organisation du peuplement au sein de l'écosystème [22]. Dans ce travail, l'indice de diversité de Fisher a été calculé à partir du logiciel PAST [23].

III - RÉSULTATS

III-1. Lithologie des sédiments superficiels

L'on distingue dans la baie d'Adiopodoumé quatre (4) types de sédiments : les vases pures (Vp), les sables moyennement envasés (Sme), les sédiments très envasés à dominance de sables (Steds) et les sables peu envasés (Spe). Les vases pures de couleur gris verdâtre sombre (5GY 4/1), gris moyen foncé (N4) et noir grisâtre (N2) sont observées dans 13 stations (A5, A7, A8, A9, A10, A11, A12, A13, A14, A16, A18 et A19) sur les 20 étudiées, soit 65 % des sédiments de surface de la baie. Elles sont suivies par les sables moyennement envasés de couleur brun sombre (5 YR 2/2) à orange grisâtre (10 YR 7/4) qui sont observés dans 4 stations (A1, A3, A4 et A17) soit 20 % des sédiments étudiés. Ces sables dominent le sud de la baie et sont faiblement représentés au Nord-est au niveau de la station A17. Ils sont aussi suivis par les sédiments très envasés à dominance de sables de couleur gris verdâtre (5G 6/1) et gris jaunâtre (5Y 7/2), rencontrés dans 2 stations (A15 et A20), soit 10 % des sédiments étudiés, puis les sables peu envasés de couleur brun jaunâtre (10Y 8/2) rencontrés à la station A6, soit 5 % des sédiments superficiels de la baie. Ces précédentes données permettent donc d'affirmer que le substratum superficiel de la baie d'Adiopodoumé est largement dominé par des sédiments de nature vaseuse. La **Figure 2** montre la répartition spatiale des sédiments superficiels dans la baie d'Adiopodoumé. Elle montre la dominance des vases pures dans tous les secteurs avec une concentration marquée dans la partie centrale de la baie.

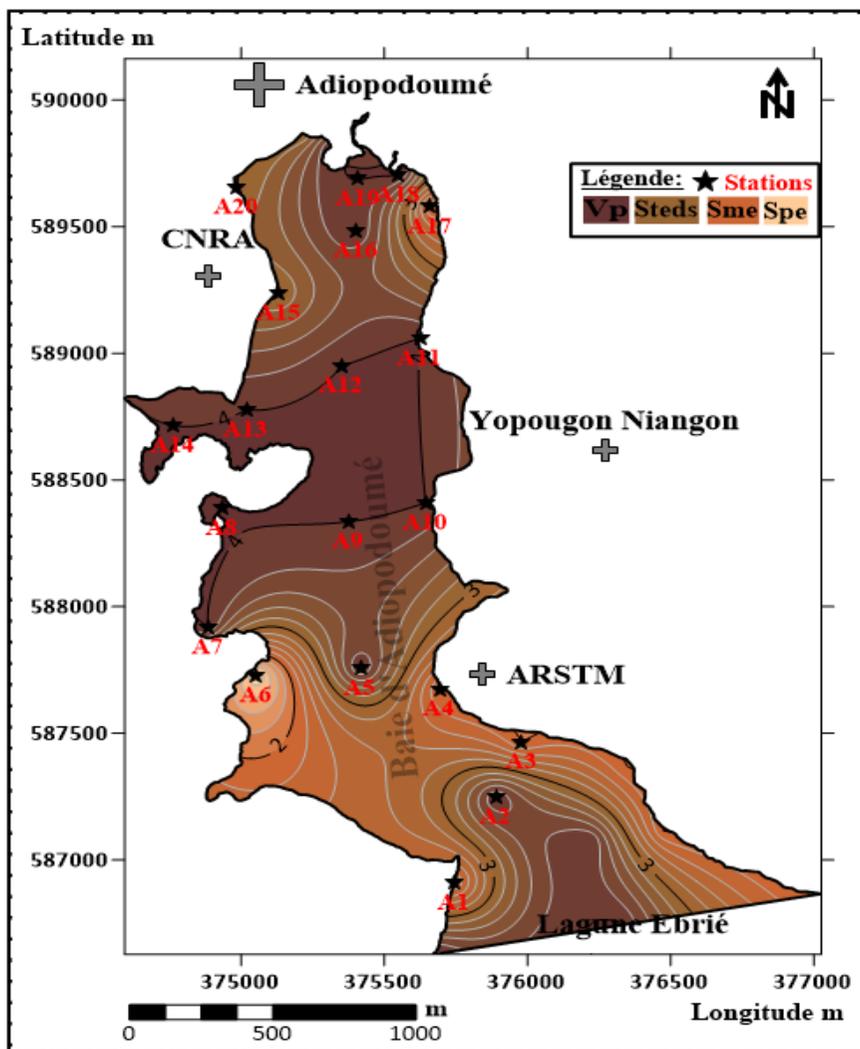


Figure 2 : Distribution spatiale des différents types de sédiments superficiels de la baie d’Adiopodoumé

III-2. Analyse des foraminifères

L’analyse des vingt échantillons a permis de trier au total 21989 individus de foraminifères, repartis en 10 espèces (*Planche 1*). Les populations sont dominées par les foraminifères à tests agglutinés représentant 92,99 % de la population microfaunique. Ces agglutinés sont représentés par sept espèces : *A. agglutinans*, *Ammotium spp*, *Ammotium morenoi*, *Cribrostomoides jeffreysii*, *C. subglobosus*, *Eratidus foliaceus* et *Polystomammmina nitida*. Ils sont suivis des foraminifères à tests hyalins représentés à 7,01 % du benthos et constitués de trois espèces, *Ammonia parkinsoniana*, *Ammonia spp* et

Globigerina bulloides qui est la seule espèce planctonique de cet assemblage. La **Figure 3** montre la répartition de la densité et la richesse spécifique des foraminifères dans les sédiments de la baie d'Adiopodoumé. Elle décrit une disproportion assez significative de la distribution des espèces qui varie de 0 à 10288 individus et de 0 à 8 espèces par station.

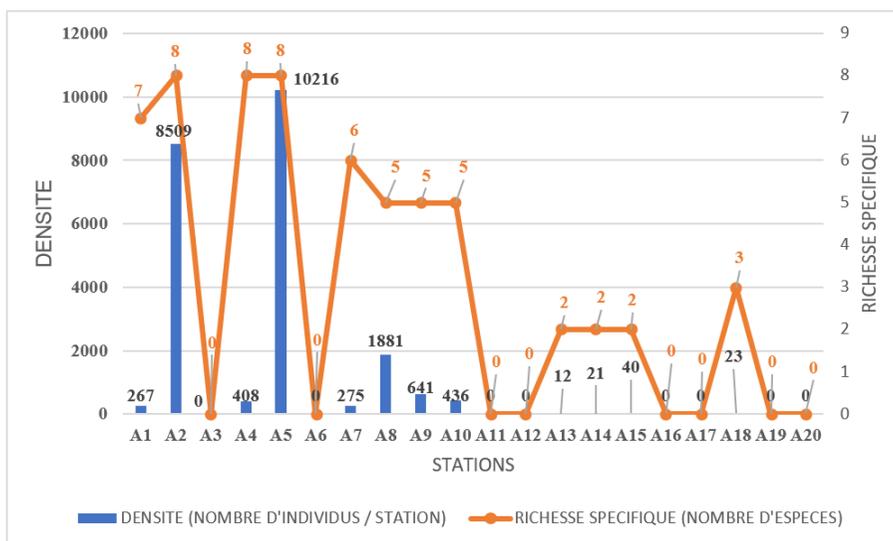


Figure 3 : densité et richesse spécifique des foraminifères dans les différentes stations de prélèvement dans la baie d'Adiopodoumé

L'indice de diversité de Fisher varie de 0 à 1,4 sur l'ensemble de la baie d'Adiopodoumé et a permis de définir quatre environnements différents (**Figure 4**). Le premier environnement « I » regroupe les stations qui présentent les plus grandes diversités spécifiques ($\alpha > 1$). Il regroupe les stations A1, A4 et A7 situées au sud de la baie, dans la zone d'influence de la lagune Ébrié. Cet environnement est dominé par des Sme et des Vp. Le second « II » concerne les stations avec un indice moyen ($1 > \alpha > 0,5$). Il regroupe les stations A2, A5, A8, A9, A10, A13, et A18, situées pour la plupart au centre de la baie, à l'exception des stations A2 et A18, situées respectivement au sud et au nord de la baie. Les stations de cet environnement sont toutes dominées par les Vp. Le troisième environnement « III » représente les stations A14 et A15 avec un indice faible ($0,5 > \alpha > 0$) et situées respectivement au sud et au nord de la baie. Elles sont dominées par les Vp pour A14 et par les Steds pour A15. Enfin, le dernier environnement « IV » concerne les stations à indice nul ($\alpha = 0$) dont les sédiments ne contiennent pas de foraminifères. Il s'agit des stations A3, A6, A11, A12, A16, A17, A19 et A20 localisées essentiellement au nord de la baie excepté les stations A3 et A6 et constituées de Vp, de Sme, de Spe et de Steds.

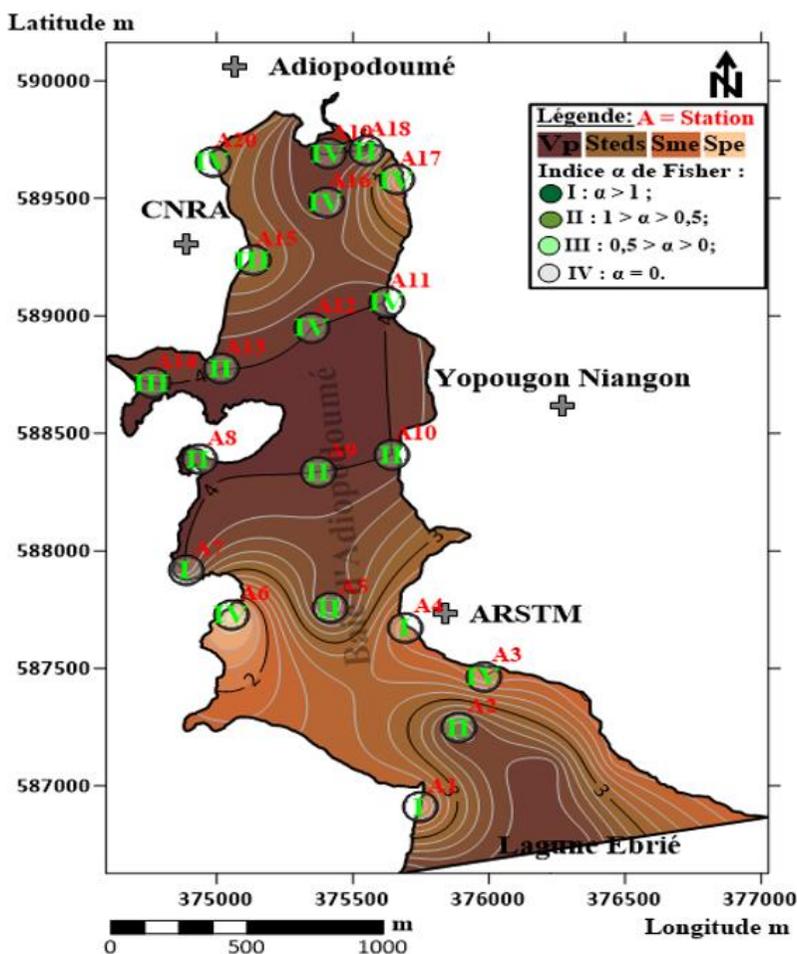


Figure 4 : Distribution spatiale de l'indice de Fisher dans la baie d'Adiopodoumé

Les résultats obtenus après l'analyse des foraminifères permettent de déduire que les sédiments de la baie d'Adiopodoumé ont une faible diversité spécifique avec seulement dix espèces observées. La richesse spécifique baisse du sud de la baie où le contact entre la baie et la lagune Ébrié rend le confinement faible vers le nord où le confinement reste prononcé avec certaines zones dépourvues de foraminifères. Les sédiments constitués de Sme et de Vp sont propices à l'épanouissement des foraminifères. Ces dispositions permettent d'affirmer que la distribution des individus se fait principalement en fonction de la latitude et de la nature lithologique du sédiment. Cependant, on note la particularité de certaines stations situées au sud de la baie et qui ne contiennent aucun foraminifère et d'autres, qui bien que situées au nord présentent une

faible quantité de foraminifères dans leurs sédiments. Ces spécificités pourraient être liées aux activités anthropiques qui s'y déroulent, notamment les opérations de dragages de sables lagunaires, la présence du débarcadère des pêcheurs ou encore les activités ménagères (Vaisselles, lessives et autres) qui s'y déroulent. Les espèces sont inégalement réparties en quantité et en qualité et sont constituées majoritairement des foraminifères à tests agglutinés traduisant un milieu soumis à des apports d'eaux saumâtres et un confinement de la baie. Les espèces *Ammotium morenoi* et *Ammobaculites agglutinans* sont les plus représentées et réparties sur presque toute la baie. Elles peuvent par conséquent être considérées comme étant les plus tolérantes. Aussi, la présence en nombre restreint des individus planctoniques de *Globigerina bulloides* au sud de la baie suggère une légère influence marine sur ce plan d'eau.

IV - DISCUSSION

L'étude de la nature lithologique des sédiments de la baie d'Adiopodoumé a mis en évidence un milieu dominé par les vases pures et les sables moyennement envasés associés à peu de sédiments très envasés à dominance de sables et de sables. Cette dominance des vases a été constatée dans les sédiments superficiels de la lagune Ébrié [24, 25]. Il s'agit de vases organiques liées à la décomposition suivie de la sédimentation des végétaux et aux faibles vitesses des courants favorisant la décantation des matières organiques [26]. Les foraminifères sont majoritairement rencontrés dans les sables moyennement envasés (Sme) et de vases pures (Vp). Ces sédiments ont fourni 10 espèces de foraminifères, ce qui est sensiblement égal à ceux décrits dans les sédiments de la lagune Ébrié [27]. Il s'agit ainsi d'un environnement disposant d'une faible diversité spécifique au regard des 123 espèces décrites dans la lagune de Nador au Maroc [22], ou des 90 espèces observées dans le golfe de Kalloni en Grèce [15], ou encore des 51 espèces décrites dans un bassin d'élevage de crevettes en Nouvelle-Calédonie [28]. L'analyse de la répartition spatiale des foraminifères a montré que les sédiments situés au sud de la baie ont une richesse spécifique plus élevée que le reste de la baie. Ceci indiquerait alors que la distribution des individus dans les sédiments de la baie d'Adiopodoumé se fait principalement en fonction de la latitude [9]. Le sud de la baie (plus proche de la mer) qui est la zone d'échange entre les eaux de la lagune Ébrié et celles de la baie pourrait donc être considéré comme une zone ouverte où le renouvellement des eaux est fréquent [24]. La dominance des formes agglutinées dans la population microfaunique de la baie caractérise un milieu confiné. Ces formes ont été observées dans la plupart des milieux paraliques méditerranéens confinés [15], sur les côtes tempérées de l'Atlantique [29] et dans les sédiments actuels des lagunes et estuaires africains [27].

Elles permettent aussi de décrire un milieu soumis à des apports d'eaux saumâtres [29], comme c'est le cas de la baie d'Adiopodoumé qui reçoit un apport continental par son extrémité nord et également sous l'influence des eaux usées issues de ménages et entreprises environnantes. Le g. *Ammotium* qui domine dans les sédiments de la baie a été décrit comme étant l'espèce la plus tolérante dans les sédiments de la lagune Ébrié, car retrouvée dans les zones les plus défavorables [27] et le genre *Ammobaculites* est retrouvé dans les eaux côtières et eaux saumâtres des lagunes et estuaires [28]. Le genre *Ammonia* qui est un foraminifère euryhalin a tendance à survivre dans une large gamme de valeurs d'oxygène dissous, de salinité et de température [1, 30] ainsi que dans des eaux fortement polluées [31]. Il est souvent associé aux apports élevés d'eaux usées [32], comme c'est le cas de la baie d'Adiopodoumé qui reçoit une quantité importante d'eaux usées. La présence dans les sédiments de *Globigerina bulloides* qui est une espèce planctonique suggère une influence marine [33] sur ce plan d'eau.

V - CONCLUSION

L'étude des foraminifères benthiques actuels de la baie d'Adiopodoumé a permis d'actualiser les connaissances sur les microfaunes de cette baie et la nature lithologique des sédiments auxquels elles sont associées. L'analyse des sédiments superficiels a montré que la diversité spécifique est faible dans l'ensemble de la baie avec 10 espèces décrites. Ces espèces sont essentiellement constituées de formes à tests agglutinés dans lesquels dominent *Ammotium morenoi*, *Ammobaculites agglutinans* et *Ammotium spp* associés à quelques formes à tests hyalins. L'étude de la répartition des espèces dans le sédiment a révélé que la répartition des espèces dépend de la nature lithologique des sédiments avec une préférence constatée pour les sédiments constitués de sables moyennement envasés (Sme) et de vases pures (Vp). La carte de distribution spatiale des foraminifères a montré que la répartition des espèces est aussi influencée par le gradient de confinement et la latitude avec la baisse de la diversité spécifique du sud vers le nord.

RÉFÉRENCES

- [1] - J. W. MURRAY, Ecology and paleoecology of benthic foraminifera, *Longman Scientific and technical, Essex*, (1991) 397 p.
- [2] - C. RACINE, Écologie des foraminifères benthiques en domaine arctique dans un contexte de changements climatiques : cas des mers de Chukchi, Barents et Baffin. Milieux et Changements globaux. Université de Bordeaux, (2019) 164 p.
- [3] - A. GOINEAU, Ecologie des foraminifères benthiques dans le prodelta du Rhône détermination de bio-indicateurs environnementaux et reconstitution historique d'une anthropisation récente. Sciences de la Terre. Université d'Angers, (2011) 312 p.
- [4] - M. MOJTAHID, Les foraminifères benthiques : bio-indicateurs d'eutrophisation naturelle et anthropique en milieu marin franc. Planète et Univers [physics]. Université d'Angers, (2007) 395 p.
- [5] - T. M. KESSE, N. J-P. YAO, K. L. ADOPO, T. E. GOUA, K. BAMBA, Z. B. DIGBEHI, Y. J. TEA, Apport de l'analyse micropaléontologique à la reconstitution des conditions d'oxygénation durant l'intervalle Cénomanién-Turonien dans le bassin sédimentaire de la Côte d'Ivoire. BIOTERRE, *Rev. Inter. Sci. de la Terre*, Vol. 13, (2013) 7 - 19
- [6] - J-P. BELLIER, R. MATHIEU et B. GRANIER, Short Treatise on Foraminiferology (Essential on modern and fossil Foraminifera) [Court traité de foraminiférologie (L'essentiel sur les foraminifères actuels et fossiles)]. Carnets de Géologie - Notebooks on Geology, Brest, Book 2010/02 (CG2010_B02), (2010) 104 p.
- [7] - F. FRANCESCANGELI, E. A. DU CHATELET, G. BILLON, A. TRENTESAUX, V. M. P. BOUCHET, Palaeoecological quality status based on foraminifera of Boulogne-sur-Mer harbour (Pas-de- Calais, Northeastern France) over the last 200 years. *Mar. Environ. Res.*, (2016) 32 - 43
- [8] - P. MATHIEU, Étude des associations de foraminifères benthiques en quelques stations du plateau continental de côte d'ivoire. Remarques écologiques, CRO, Abidjan, (1968) 109 p.
- [9] - J.-P. DEBENAY, R. ARFI et S. KONATE, Foraminifères récents des milieux paraliques des côtes d'Afrique de l'ouest. *Géologie méditerranéenne*, Marseille, 14 (1987) 5 - 13
- [10] - E. DIANGONE, Y. A. N'GUESSAN, A. J. BOKO, K. E. KONAN, S. MONDE, Morphobathymetric characterization of the estuarine bay of Adiopodoumé in Ebrié lagoon (Côte d'Ivoire)" *The International Journal of Engineering and Science (IJES)*, 8.1 (2019) 40 - 46
- [11] - V. BOUCHET, E. ALVE, B. RYGG, R. J. TELFORD, Benthic foraminifera provide a promising tool for ecological quality assessment of marine waters. *Ecol. Ind.*, (2012) 66 - 75

- [12] - G. IBOULY, Étude sédimentologique de la rade de Marseille (Bouches du Rhône). Thèse doctorat de l'Université de Provence, (1981) 130 p.
- [13] - J-P. DEBENAY, J. PAWLOWSKI et D. DECROUEZ, Les foraminifères actuels. Masson, Paris, (1996) 329 p.
- [14] - J. W. MURRAY, Distribution and ecology of living benthic foraminifera Heinemann Educational books, London, (1973) 274 p.
- [15] - A. FAVRY, O. GUELORGET, J. P. DEBENAY, J. P. PERTHUISOT, Répartition et organisation des foraminifères actuels du golfe de Kalloni (Grèce). *Oceanologica Acta*, (1997) 387 - 397
- [16] - A. D'ORBIGNY, Foraminifères fossiles du bassin tertiaire de Vienne (Autriche). Paris, Classics in Paleontology, McLean Paleontological Laboratory, Gide et Cie, Alexandria, Virginia, (1846) 303 p.
- [17] - S. P. A. AGIP, Foraminifera Padani, (second edition). San Donato Milanese, Milano, (1982) 125 p.
- [18] - A. R. LOEBLICH, H. TAPPAN, Foraminiferal general and their classification. Van Nostrand Reinhold, New-York, Vol. 1, 970 p ; Vol. 2, (1987) 212 p.
- [19] - H. HEBIB, Evolution des assemblages de foraminifères benthiques du Miocène supérieur (Exemple de la marge sud du bassin du Bas Chélib). Mém. Magister. Univ. Oran, (2002) 140 p.
- [20] - F. REDOIS et J. P. DEBENAY, Recent benthic foraminifers on the continental shelf south of Dakar (Senegal). *Oceanologica Acta*, (1999) 215 - 232
- [21] - R. A. FISHER, A. S. CORBET, C. B. WILLIAMS, The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population. *Journal of Animal Ecology*, (1943) 42 - 58
- [22] - O. GUELORGET, A. FAVRY, R. L. LOUALI, J. P. PERTHUISOT, Les peuplements de foraminifères benthiques actuels dans l'organisation biogéologique de la lagune de Nador (maroc). Vie et Milieu / Life & Environment, Observatoire Océanologique - Laboratoire Arago, (2000) 45 - 58
- [23] - O. HAMMER, D. A. T. HARPER et P. D. RYAN, PAST : paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologica Electronica*, (2001) 9 p.
- [24] - K. AFFIAN, Approche environnementale d'un écosystème lagunaire Microtidal (la lagune Ébrié en Côte d'Ivoire), par des études Géochimiques, Bathymétriques et Hydrogéologique : contribution du SIG et de la Télédétection. Thèse de Doctorat d'état Ès. Sc. Nat., Univ Cocody, Abidjan, (2003) 216 p.
- [25] - B. T. J. IRIE, Caractérisation de l'interface eau-sédiment dans un environnement lagunaire à forçage : Hydrologie et évaluation environnementale du chenal Est de la lagune Ébrié (Côte d'Ivoire), Thèse de Doctorat, Université de Cocody, (2017) 202 p.

- [26] - K. L. ADOPO, Caractérisation du fonctionnement hydro-sédimentaire d'un environnement estuarien en zone tropicale : cas de l'embouchure du fleuve Comoé à Grand- Bassam (sud-est de la Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat, Univ. Cocody, (2009) 179 p.
- [27] - J-P. DEBENAY, Recent foraminiferal assemblages and their distribution related to environmental stress in the paralic environments of West Africa (Cape Timiris to Ebrie Lagoon). *J. Foramin. Res.*, (1990) 267 - 282
- [28] - J-P. DEBENAY et D. PATRONA, Foraminifères, bioindicateurs de la qualité des fonds de bassins d'élevage de crevettes en Nouvelle-Calédonie ; IRD Rapport scientifique et technique n°66-2009 / IFREMER-LEAD-RST 2009001, (2009) 70 p.
- [29] - D. K. SCOTT, R. M. LECKIE, Foraminiferal zonation of Great Sippewissett salt marsh (Falmouth, Massachusetts). *Journal of Foraminiferal Research*, 20 (1990) 248 - 266
- [30] - L. MOODLEY et C. HESS, Tolerance of faunal benthic foraminifera for low and high oxygen concentrations, *Biol. Bull.*, 183 (1) (1992) 94 - 98
- [31] - E. ALVE, Benthic foraminifera response to estuarine pollution : a review, *Journal of Foraminiferal Research*, (1995) 190 - 203
- [32] - E. THOMAS, T. GAPOTCHENKO, J. C. VAREKAMP, E. L. MECRAY, T. B. M. R. BUCHHOLTZ, Benthic foraminifera and environmental changes in Long Island Sound. *J. Coastal Res.*, (2000) 641 - 655
- [33] - J-P. DEBENAY, E. TSAKIRIDIS, R. SOULARD et H. GROSSEL, Factors determining the distribution of foraminiferal assemblages in Port Joinville Harbor (Ile d'Yeu, France): the influence of pollution. *Mar. Micropaleontol.*, (2001) 75 - 118

ANNEXES

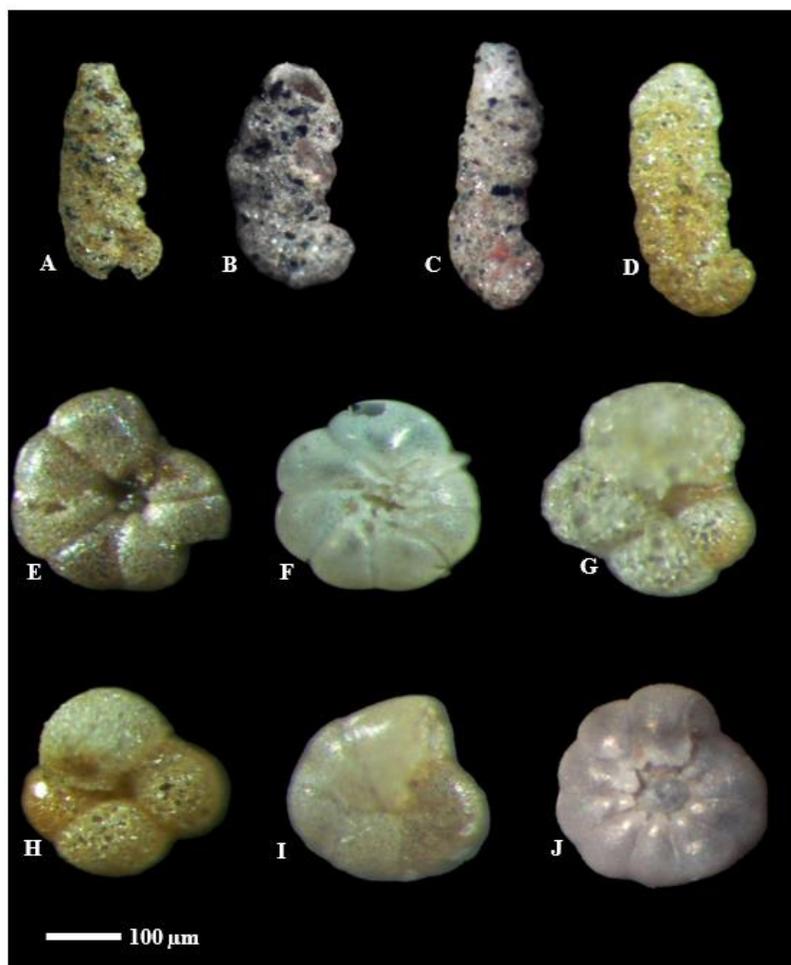


Planche 1 : Quelques foraminifères de la baie d'Adiopodoumé : tests agglutinés (A, B, C, D, E, G et I) ; tests hyalins (F, H et J)

- A : *Ammotium morenoi* (Acosta, 1940) ;
 B: *Ammobaculites agglutinans* (d'Orbigny, 1846);
 C: *Ammotium* spp (Parker, 1870);
 D: *Eratidus foliaceus*; (Brady, 1881)
 E : *Polystommamina nitida* (Brady, 1881);
 F: *Ammonia* spp, vue ombilicale;
 G: *Cribrostomoides jeffreysii* (Williamson, 1858);
 H : *Globigerina bulloides* (d'Orbigny, 1826), vue ombilicale ;
 I : *Cribrostomoides subglobosus* (Cushman, 1910), vue ombilicale ;
 J : *Ammonia parkinsoniana* (d'Orbigny, 1839).