

Evolution morphologique et dynamique sédimentaire du fond de la lagune Potou (Zone littorale de la Côte d'Ivoire) entre 2008 et 2018

[Morphological evolution and sedimentary dynamics of the Potou lagoon bottom (Littoral zone of Côte d'Ivoire) between 2008 and 2018]

Togba Alain Privat, N'Guessan Yao Alexis, Koffi Bi Kassia, and Kouame Aka Ferdin

Laboratoire de géologie, Ressources minérales et énergétiques, Université Félix Houphouët-Boigny, UFR des Sciences de la terre et des Ressources Minières, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

Copyright © 2022 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the *Creative Commons Attribution License*, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: This morphological and hydrosedimentological study was carried out with the aim of understanding the evolution of the bottom and the sedimentary dynamics of the Potou lagoon in Côte d'Ivoire from the superposition of two bathymetric maps spaced ten years apart. With an average depth of 2.11 m, the Potou lagoon has undergone morphological changes from 2008 to 2018. This is marked by a reworking of the sediments on the entire lagoon bottom. There is a fattening phenomenon whose volume is estimated at + 66.8 hm³ of sediment deposited in the lagoon. The estimated sedimentation rate is estimated at around 2.65 cm/year. These deposits are marked by a preponderance of shoals over the entire lagoon. As for erosion, it is estimated at a volume of - 8.5 hm³ of sediment. This results in a sedimentary budget of + 58.3 hm³ corresponding to a surface of 12.45 km² or 54.6% of the total surface of the lagoon during these ten years. The bathymetric map and the sedimentary budget of the Potou lagoon are necessary tools for the use of the body of water by users. Thus, the risk areas determined on the bathymetric map, such as shoals and whirlpool points generated by depressions, will be easily avoided.

KEYWORDS: Bathymetry, morphology, sedimentation, Potou lagoon, Ivory Coast.

RESUME: Cette étude à caractère morphologique et hydrosédimentologique a été faite dans le but de comprendre l'évolution du fond et la dynamique sédimentaire de la lagune Potou en Côte d'Ivoire à partir de la superposition de deux cartes bathymétriques espacées de dix ans. D'une profondeur moyenne de 2,11 m, la lagune Potou a subi des modifications morphologiques de 2008 à 2018. Cela est marqué par un remaniement des sédiments sur l'ensemble du fond lagunaire. Il se distingue un phénomène d'engraissement dont le volume est estimé à + 66,8 hm³ de sédiments déposés dans la lagune. La vitesse de sédimentation évaluée est estimée à environ 2,65 cm/an. Ces dépôts sont marqués par une prépondérance de haut-fonds sur l'ensemble de la lagune. Quant à l'érosion, elle est estimée à un volume de - 8,5 hm³ de sédiments. Il en résulte un budget sédimentaire de + 58,3 hm³ correspondant à une surface de 12,45 km² soit 54,6 % de la surface totale de la lagune au cours de ces dix années. La carte bathymétrique et le budget sédimentaire de la lagune Potou sont des outils nécessaires pour l'utilisation de l'étendue d'eau par les usagers. Ainsi, les zones à risques déterminées sur la carte bathymétrique, telles que les haut-fonds et les points de tourbillon engendrés par les dépressions, seront facilement évitées.

MOTS-CLEFS: Bathymétrie, morphologie, sédimentation, lagune Potou, Côte d'Ivoire.

1 INTRODUCTION

Les lagunes sont des dépressions côtières situées au-dessus du niveau moyen des océans, ayant une communication permanente ou temporaire avec la mer, mais isolées de celle-ci par un cordon ou tout autre type de barrière littorale [1]. Elles représentent environ 13 % de la longueur des côtes du monde et constituent les lieux de transit de la plus grande partie des apports continentaux. La compréhension des interrelations entre les continents et l'océan passe par l'étude de ces milieux saumâtres qui jouent un rôle d'interface

essentiel puisqu'ils sont le siège de phénomènes complexes liés aux échanges entre eaux douces et marines [2]. La Côte d'Ivoire possède un système lagunaire situé dans la zone littorale au Sud. Il forme l'interface entre les milieux continental, fluvial et marin et s'étend parallèlement au rivage du Golfe de Guinée sur près de 300 km. Entre les 2°50' et 5°45' de longitude Ouest sa superficie totale est de 1200 km² [3]. La lagune Potou objet de la présente étude, est située entre les 3°45' et 3°70' de longitude Ouest et les 5°18' et 5°30' de latitude Nord, avec une superficie de 20,2 km² (figure 1). Elle est alimentée en eaux douces par le fleuve Mé [4] et constitue, avec les écosystèmes adjacents, de véritables supports de subsistance pour les populations environnantes. Ainsi plusieurs activités économiques s'y développent, à savoir la pêche, le transport sur le plan d'eau lagunaire, le dragage...Ces activités entraînent un changement défavorable des caractéristiques naturelles de ces milieux saumâtres (modification de la morphologie du fond lagunaire). Les investigations menées sur ces lagunes se sont intéressées entre autres à l'hydrodynamisme, à la morphobathymétrie, à la circulation des masses d'eau, à la géochimie, à la physico-chimie, à l'hydroclimat et à la modélisation de la dispersion du sel et de l'eau douce [5], [6], [7], [8], [9]. Les études antérieures sur la lagune Potou portent essentiellement sur la morphobathymétrie et sur la géochimie des sédiments superficiels [10], [7], [11], [12]. Toutefois, l'évolution morphologique du fond et l'environnement de dépôts des sédiments superficiels de la lagune Potou restent encore méconnus. Cette étude traitera de l'évolution de la morphologie du fond de la lagune Potou et la dynamique sédimentaire sur un intervalle de dix ans. L'analyse bathymétrique permettra de mettre en évidence la morphologie du fond. Ensuite, la superposition des cartes des deux années choisies (2008, 2018) permettra de déterminer les zones d'engraissement et d'érosion. Elle se terminera par une évaluation de la vitesse de remaniement et l'établissement du bilan sédimentaire.

2 ZONE D'ETUDE, MATÉRIEL ET METHODES

2.1 ZONE D'ETUDE

Située au Sud-est de la Côte d'Ivoire, entre les latitudes 5°18' et 5°30'N et les longitudes 3°45' et 3°70'W, la lagune Potou fait partie de la région des Lagunes. Elle est limitée au Sud par la sous-préfecture de Bingerville et à l'Ouest par la ville d'Abidjan. Sa superficie est de l'ordre de 22,8 km².

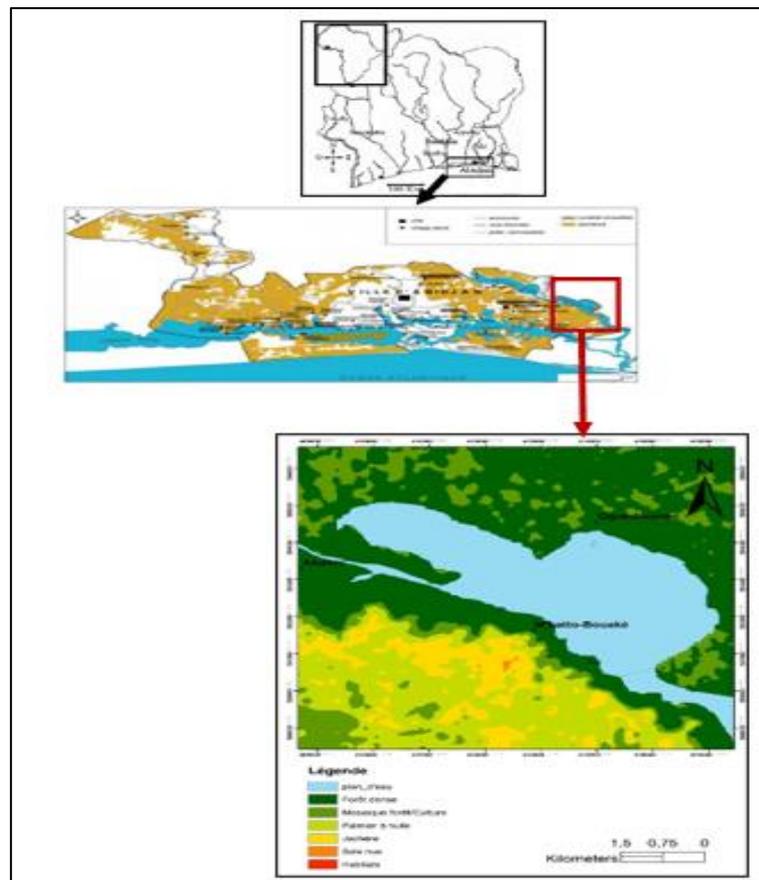


Fig. 1. Localisation géographique de la lagune Potou

2.2 MATERIEL ET METHODES

2.2.1 LEVES ET TRAITEMENTS DE SONDES BATHYMETRIQUES

Les levés bathymétriques ont été effectués le long des radiales à partir d'un échosondeur de type Lowrance, modèle LMS-160 et Global MapTM1600, couplé à un récepteur GPS pour l'acquisition des sondes [13], avec une profondeur d'immersion du transducteur de 50 cm. Elles ont été mesurées avec une fréquence de 160 kHz qui permet aux signaux émis de ne pas pénétrer les vases [14] et la lecture faite directement sur l'écran de l'unité centrale. Les corrections sont effectuées afin de déterminer la profondeur réelle à chaque point. Ces corrections concernent la profondeur d'immersion du transducteur et la marée dynamique [15]. A chaque point, la sonde réelle a pour expression:

$$S_r = P_e + P_{it} \pm M \quad (1)$$

Avec S_r : Sonde réelle;

P_e : Profondeur sur l'échosondeur;

P_{it} : Profondeur d'immersion du transducteur;

M : Marnage;

Les sondes réelles sont traitées et analysées à l'aide des logiciels de cartographie (Surfer 13, Windig et Mapinfo). Ils permettent de tracer des contours de cartes, des courbes d'isovaleurs dans un plan de la lagune Potou.

2.2.2 EVOLUTION DU FOND LAGUNAIRE ET BILAN SEDIMENTAIRE

Le suivi bathymétrique de la zone d'étude a intégré les processus d'apports et de perte de sédiments sur deux levés bathymétriques effectués à deux dates distinctes (2008-2018) avec les mêmes conditions d'acquisition (méthodologie, précision du matériel...). L'estimation du comblement ou de l'érosion s'est faite par le calcul de la différence de profondeur pour chaque point sur les deux cartes [16]. Cette différence est ensuite intégrée sur la surface pour obtenir l'évolution globale de la zone étudiée. Elle est représentée de façon cartographique à l'aide du logiciel Surfer afin d'apprécier l'intensité du comblement ou de l'érosion pour la lagune Potou. La tendance évolutive de la dynamique sédimentaire dans cette étude est évaluée grâce au traitement des données dans le logiciel Surfer 13. Il s'agit de déterminer des points communs aux cartes bathymétriques de [7] et la récente de (2018). De manière générale, le contour commun des deux cartes est pris sur celle de 2018 afin de pouvoir les superposer. Ces points communs permettent de tracer des profils bathymétriques pouvant permettre d'apprécier l'évolution morphologique. En outre, ces mêmes points permettront de calculer le volume de sédiments érodés et le volume de sédiments déposés.

3 RESULTATS

3.1 DYNAMIQUE SEDIMENTAIRE DES CHENAUx DE LA LAGUNE POTOU

La superposition des profils bathymétriques de mêmes radiales des cartes de 2008 et 2018 a permis d'apprécier l'évolution des chenaux en l'espace de dix ans. Cette analyse a permis d'appréhender les modifications morphologiques ayant affectées l'environnement sédimentaire des chenaux lagunaires afin d'en connaître la tendance de la dynamique sédimentaire de 2008 à 2018. Ainsi dans les zones de superposition des profils 2 et 3, le volume de sédiments déposés sur le flanc situé à proximité de la berge Sud est supérieur au volume de sédiments érodés sur le flanc situé vers la berge Nord. Au profil 6, le volume de sédiments déposés dans le lit principal et sur la berge Nord est supérieur au volume de sédiments érodés sur la berge Sud. Une tendance à l'érosion se dégage dans cette zone. Néanmoins de façon générale la tendance est au dépôt dans ces zones. Dans la zone du profil longitudinal 7, on a une tendance à l'érosion (figure 2).

Caractérisée par des morphologies irrégulières et symétriques de forme en « U », la superposition des profils bathymétriques à la radiale 5 montre une tendance au dépôt (figure 3).

La superposition des profils bathymétriques de forme en « V » donne des indications sur la dynamique sédimentaire (figure 4). La zone du profil 1, avec la superposition de profils bathymétriques à morphologies régulières et dissymétriques montre que les sédiments se sont autant érodés que déposés avec comblement sur le flanc Sud et érosion sur le flanc Nord. Au profil 4, les profils bathymétriques à morphologies irrégulières et dissymétriques se confondent. On n'a donc pas de variation significative.

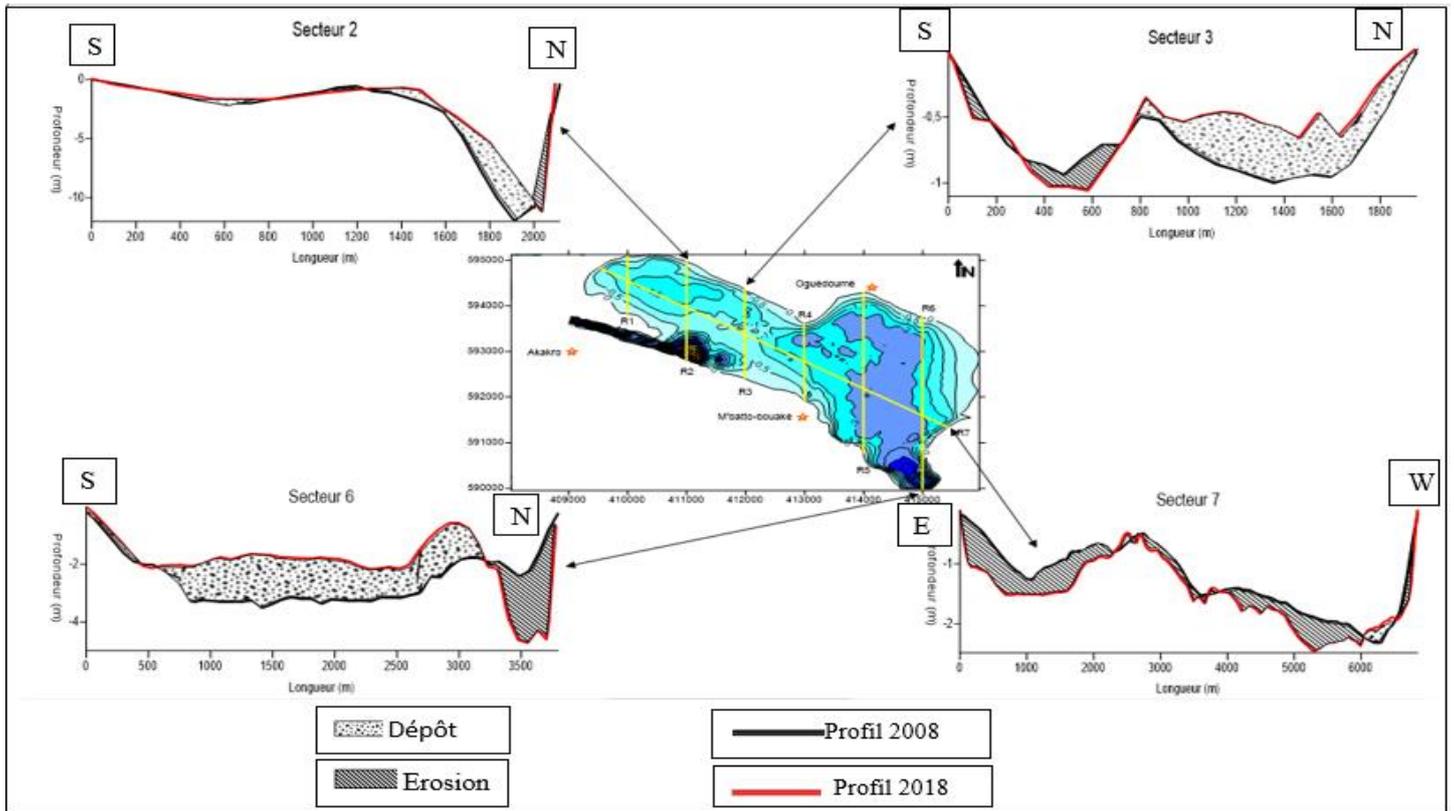


Fig. 2. Profils bathymétriques superposés de formes intermédiaires des zones des profils 2,3,6 et 7

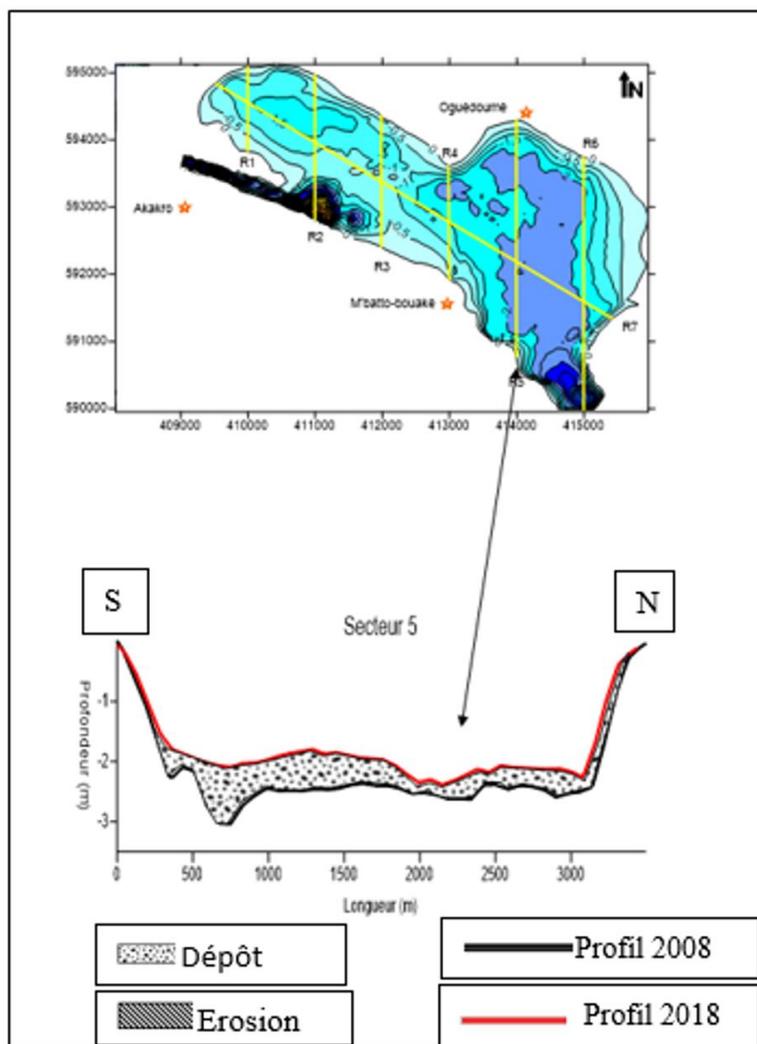


Fig. 3. Profils bathymétriques superposés de formes (U) du profil 5

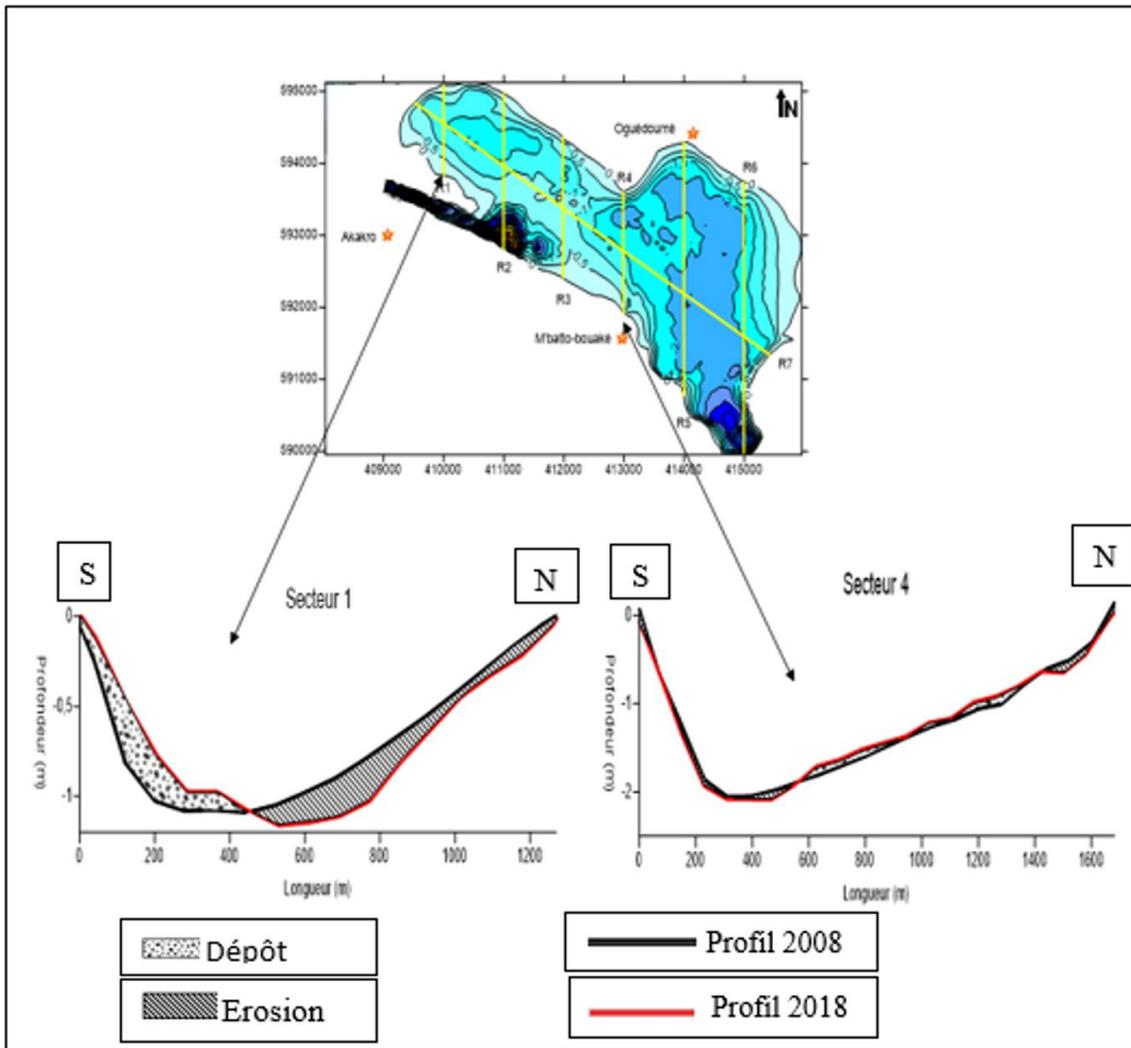


Fig. 4. Profils bathymétriques superposés de formes (V) des zones des profils 1et 4

3.2 VOLUME, SURFACE ET VITESSE DE SÉDIMENTATION DE LA LAGUNE POTOU

La carte des épaisseurs des sédiments de la lagune Potou entre 2008 et 2018 (figure 5) met en évidence l'inégale répartition des sédiments dans le chenal. Le résultat obtenu est une distance dont les valeurs positives correspondent aux surfaces où la profondeur a diminué donc des zones de dépôts sédimentaires et les valeurs négatives aux surfaces où la profondeur a augmenté donc des zones d'érosions. Les épaisseurs des sédiments déposés et érodés varient entre 0 et 3 m de part et d'autre.

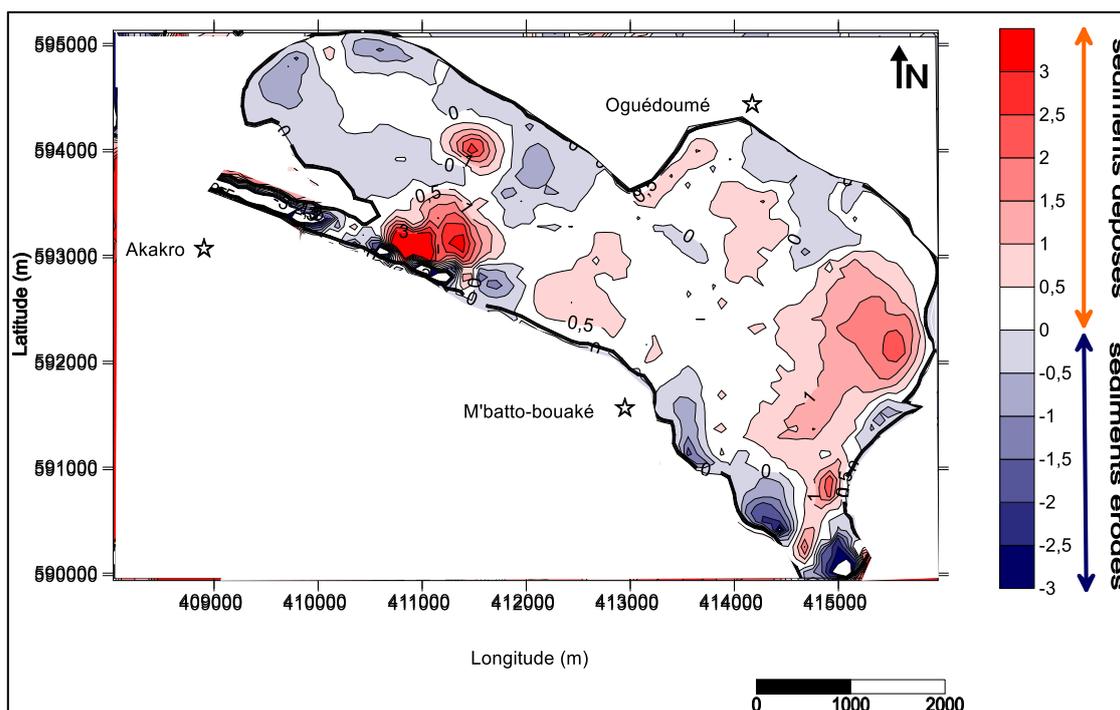


Fig. 5. Epaisseurs des mouvements sédimentaires dans le chenal de la lagune Potou entre 2008 et 2018

Par ailleurs le tableau I présente les volumes et surfaces occupées (dépôts) ou libérées (érodés) par les sédiments dans ce laps de temps.

Tableau 1. Volumes des sédiments dans la lagune Potou entre 2008 et 2018

Sédiments	Volumes (Hm ³)	Surfaces (Km ²)
Déposés	+ 66,8	26,7
Erodés	- 8,5	14,3
Budget	+ 58,3	12,4

En effet, le volume de sédiments déposés dans la lagune est de + 66,8 hm³ sur une surface estimée à 26,7 km². Ces sédiments seraient des alluvions issues du fleuve Mé, de l'érosion dans le canal reliant la lagune Adjin et la lagune Potou et l'apport de sédiments par l'eau de ruissellement en provenance des rives. Aussi le volume de sédiments érodés est évalué à - 8,5 hm³ sur une surface estimée à 14,3 km². Cette érosion est accentuée sur le flanc situé vers la berge Nord. L'érosion dérive de la plus ou moins grande compétence des roches telles qu'elles se présentent et aussi la force du courant de l'eau provenant de la Mé. Cela pourrait expliquer l'accentuation de l'érosion dans le canal reliant la lagune Adjin et la lagune Potou dont la Mé a pour exutoire. Il en résulte un budget sédimentaire de + 58,3 hm³ correspondant à une surface de 12,4 km² soit 54,6 % de la surface totale de la lagune. La vitesse de sédimentation évaluée serait estimée à environ 2,65 cm/an.

4 DISCUSSION

4.1 TYPOLOGIE DES CHENAUX

L'analyse portant sur l'évolution morphologique du chenal principal de la lagune Potou, présente des profils bathymétriques de forme en « U » en « V » et intermédiaire. Selon les études de [17], les chenaux dans le chenal principal de la lagune Ebrié sont principalement des formes en « V » et « intermédiaire ». Il existe aussi des formes en « U » qui résulterait d'une déformation de la forme en « V ». Les études de [18], ont également révélé des profils bathymétriques de formes en « U », en « V » et intermédiaires dans la baie de Cocody. Aussi les études de [19] montrent que les profils bathymétriques de la baie de Biétry ont mis en évidence trois types de

chenaux: « U », « V » et intermédiaires. Enfin celles de [20], ont révélé un chenal ayant une forme en « U » traduisant une phase d'accumulation de sédiment. Cependant, la morphologie du chenal de type « U » s'obtient de deux façons:

- de façon naturelle on parlera de glaciation qui est due aux déplacements des glaciers;
- de façon artificielle on parlera d'activité de dragage qui consiste à pomper du sable dans le fond. Un chenal ayant une forme en « V », résulte d'un processus d'érosion intense exercée sur la lagune. Les facteurs tels que les courants et le relief, sont à la base du processus d'érosion favorisant un chenal en « V ».

Quant aux chenaux de formes intermédiaires, ils n'ont pas encore atteint l'équilibre. Dans ce présent cas, les actions des agents d'accumulation et d'érosion ne se compensent pas. Ces agents permettent de suivre et de comprendre le processus d'évolution d'un profil d'érosion qui se caractérise par le passage du profil « V » au profil « U » [21], [22]. Ces mêmes types de chenaux ont été rencontrés lors de notre étude.

4.2 TAUX DE SEDIMENTATION

[23] indique que le taux moyen de sédimentation sur ces fonds serait de 0,5 cm/an. [24] a déterminé la vitesse de sédimentation au niveau de la rade portuaire d'Abidjan. Elle est de 6 cm/an sur une durée de 38 années (entre 1961 et 1999), cette vitesse est déterminée par superposition de profils. Les travaux menés par [17] ont révélé que la vitesse de sédimentation était comprise entre 1,3 cm/an pour la baie de Bingerville et 3,2 cm/an pour la baie de Cocody. Cependant, les travaux que nous venons de mener, révèlent que la vitesse de sédimentation est estimée à 2,65 cm/an dans la lagune Potou. [23] et [24] ont utilisé la superposition de profils bathymétriques pour connaître la surface de dépôt ou d'érosion et par la suite évaluer le taux de sédimentation. Par contre, l'appréciation du taux de sédimentation dans cette récente étude s'est faite selon le différentiel des modèles numériques de terrain (MNT) de [7] et (MNT) récent. En effet, à partir des cartes réalisées par [7] et la carte bathymétrique de 2018, le logiciel Surfer calcule le volume et la surface de dépôt ou d'érosion. Ces paramètres permettent d'estimer le taux de sédimentation. Ce même procédé a été utilisé par [17].

5 CONCLUSION

L'analyse de la carte bathymétrique récente réalisée permet de conclure que la lagune Potou est peu profonde, avec une profondeur moyenne de 2,11 m. La profondeur maximale est de 13 m. On remarque également la prépondérance de hauts fonds sur le modèle numérique, ce qui traduit une sédimentation assez calme sur l'ensemble de la lagune. L'analyse des profils, montre des chenaux de morphologie en « U », en « V » et intermédiaires. Ainsi, les chenaux en « U », traduisent un équilibre entre les agents d'accumulation et d'érosion, le chenal en « V » traduit une érosion et le chenal en intermédiaire se situe entre les chenaux en U et en V. L'étude de l'évolution morphologique de la lagune Potou révèle une modification de sa forme. La comparaison des cartes bathymétriques de 2008 et 2018 a montré un important dépôt sédimentaire au sein de la lagune Potou. La superposition des profils bathymétriques et les estimations sédimentaires montrent que dans la lagune Potou le volume de sédiments déposés est de + 66,8 hm³ sur une surface estimée à 26,7 km². Durant la même période, la lagune Potou a subi aussi un phénomène d'érosion. Cependant, les berges sont soumises soit par l'érosion ou par l'effet de dragage entraînant un déficit sédimentaire évalué à - 8,5 hm³ sur une surface estimée à 14,3 km². Les différentes activités anthropiques exercées par les populations villageoises sont la conséquence de cette forte modification de la morphologie de la lagune Potou engendrant cet engraissement important.

REFERENCES

- [1] Lankford R. R. Coastal lagoons of Mexico; their origin and classification. in: M. Wiley (ed.), Estuarine process. Acad. Press, vol. 2, pp. 182- 216, 1977.
- [2] Kouassi, A.M. Hydrochimie et qualité des eaux de deux lagunes tropicales de Côte d'Ivoire (Ebré, grand-lahou). Thèse de Doctorat, Université de Cocody, 2005.
- [3] Varlet F. Le régime de la lagune Ebré (Côte d'Ivoire), Traits physiques essentiels. Travaux et Documents ORSTOM, n° 83, 164 p, 1978.
- [4] N'guessan Y.A. (2008). Analyse morphologique, sédimentologiques et paléoenvironnementale des sédiments superficiels des lagunes Adjin et Potou (zone littorale de la Côte d'Ivoire). Thèse unique de Doctorat, Université de Cocody, 148 p.
- [5] Affian K. Approche environnementale d'un écosystème lagunaire microtidal (la lagune Ebré en Côte d'Ivoire), par des études géochimiques, bathymétriques et hydrologiques: contribution du S.I.G. et de la télédétection. Thèse Doctorat d'Etat, ès Sc. Nat., Université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire, 222 p, 2003.
- [6] Monde S. Etude de la circulation des masses d'eau dans la lagune Ebré (Côte d'Ivoire). Modélisation hydrodynamique 2DH. Thèse Doctorat Etat, ès Sc. Nat., Université de Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire, 238 p, 2004.

- [7] N'guessan Y.A., Monde S., Aka K. Sedimentological analysis and paleoenvironment of the surface sediments of the Adjin and Potou lagoons. *European Journal of Scientific Research*, Vol. 19, n° 2, pp 391- 404,2008.
- [8] Wango, T.E. Modélisation de l'hydrodynamisme, de la dispersion du sel et de l'eau douce dans le complexe lagunaire de Côte d'Ivoire Abidjan, Côte d'Ivoire: Thèse Unique, Université Cocody, 2009.
- [9] Irie B. T. J-G. Caractérisation de l'interface eau-sédiment dans un environnement lagunaire à forçage: hydrologie et évaluation environnementale du chenal est de la lagune Ebrié (côte d'ivoire). Thèse Doctorat, Université Félix Houphouët Boigny (Côte d'Ivoire), 215p, 2017.
- [10] Issola Y., Kouassi A. M., Dongui B. K. et Biemi J., 2008. Caractéristiques physico-chimiques d'une lagune côtière tropicale: lagune de Fresco (Côte d'Ivoire). *Afrique SCIENCE*, vol. 04, N° 3, pp368-393.
- [11] Traoré A. Impacts des changements climatiques et du changement de l'occupation et de l'utilisation du sol sur les ressources en eau de l'environnement lagunaire d'Aghien et de Potou (sud-est de la Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat de 3ème Cycle. Université de Cocody- Abidjan, 260 p, 2016.
- [12] Toalo L. K. M-C. Etude sédimentologique et évaluation de la pollution métallique des sédiments superficiels de la lagune Potou en période d'étiage (littoral de la Côte d'Ivoire). Master de l'Université Félix Houphouët Boigny de Cocody, 58P, 2018.
- [13] Diner N., Marchand P. Acoustique et pêche maritime, Masson, Paris, 300 p., 69 figs, 1995.
- [14] Lowrance. LMS-160 et Global Map 1600; Directive d'installation et note technique. Lowrance Electronics, Inc. 75 p,1988.
- [15] Abé J. Contribution à la connaissance de la morphologie et de la dynamique du littoral ivoirien (cas du littoral d'Abidjan). Essais de modélisation en vue d'une gestion rationnelle. Thèse Doctorat d'Etat, Université Cocody, Abidjan, Côte d'Ivoire, 345 p, 2005.
- [16] Castaings J. Etat de l'art des connaissances du phénomène de comblement des milieux lagunaires. Rapport de Master, Université de Montpellier, 100p, 2008.
- [17] Kouame A. F. Apports de la morphobathymétrie à la caractérisation de la dynamique sédimentaire des environnements fluviolagunaires de Côte d'Ivoire au cours des quatre dernières décennies (1975 – 2015). Thèse de Doctorat de 3ème Cycle. Université de Cocody- Abidjan, 209 p, 2017.
- [18] Mahi A. Evolution morphologique de la baie estuarienne de Cocody de 2001 à 2014. Master, Université Félix Houphouët Boigny (Cocody), 70p, 2014.
- [19] Samassy R. Evolution morphobathymétrique et hydrodynamique de la baie estuarienne de Biétry. Master de l'Université Félix Houphouët Boigny de Cocody, 69P, 2014.
- [20] Aka K. La sédimentation quaternaire sur la marge de Côte d'Ivoire: Essai de modélisation. Thèse Doctorat Etat, ès Sc. Nat., Université Côte d'Ivoire. n°146, 233p, 1991.
- [21] Adopo K. L. 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, Université de Cocody, 179p, 2009.
- [22] Amani M. Essais de modélisation hydrodynamique de la circulation des masses d'eau et de la dispersion saline dans un environnement côtier peu profond de la lagune Digboué (San-Pédro, Côte d'Ivoire). Thèse unique, Université Félix Houphouët Boigny de Cocody, 170 p, 2012.
- [23] Tastet J.P. Quelques considérations sur les classifications. La morphologie côtière ivoirienne. *Ann. Univ. Abidjan, (C)*, VIII, 2, pp.135-162,1972,1972.
- [24] Monde S., Toure M., N'guessan Y. A. Recent geomorphological changes in Ebrié lagoon, Côte d'Ivoire, *West Africa International Journal of Scientific & Engineering Research* Volume 2, n°9: pp1-7, 2011.