



Granulométrie des Sédiments Superficiels du Linéaire Côtier Bargny-Yenne (Petite-Côte, Sénégal)

Ndoune Séne
Cheikh Omar Tidjani Cissé
Souleymane Niang

Université Gaston BERGER (UGB), Saint-Louis, Sénégal
Laboratoire Leïdi «Dynamiques des Territoires et Développement » (DTD)
Département de Géographie

[Doi:10.19044/esj.2023.v19n23p69](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n23p69)

Submitted: 12 June 2023
Accepted: 10 August 2023
Published: 31 August 2023

Copyright 2023 Author(s)
Under Creative Commons CC-BY 4.0
OPEN ACCESS

Cite As:

Séne N., Tidjani Cissé C.O. & Niang S. (2023). *Granulométrie des Sédiments Superficiels du Linéaire Côtier Bargny-Yenne (Petite-Côte, Sénégal)*. European Scientific Journal, ESJ, 19 (23), 69. <https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n23p69>

Résumé

Ce travail a pour objectifs de faire une caractérisation texturale du faciès sédimentaire des plages de Yenne, Yenne-Todd et de Bargny, mais aussi de mettre en lumière la répartition des sédiments sur les différentes séquences morphologiques desdites plages. Ainsi, pour atteindre ces objectifs, une analyse granulométrique a été effectuée dont le prélèvement des échantillons s'est fait suivant des transects cross shore (perpendiculaire à la ligne de rivage). Sur chaque transect, trois échantillons ont été prélevés suivant les différentes unités ou séquences morphologiques de la plage. Ces échantillons ont été analysés au laboratoire selon la norme AFNOR. Les résultats indiquent un faciès sédimentaire identique sur les trois plages, d'une part, les fractions moyennes sont majoritairement présentes sur les différentes séquences morphologiques de toutes les plages étudiées, d'autre part. Les résultats obtenus montrent en outre une certaine homogénéité des caractéristiques sédimentaires pour les sites de Yenne et de Yenne-Todd, mais avec une légère différence à Bargny. A Yenne et à Yenne-Todd, les caractéristiques topographiques similaires ainsi que la faible largeur des plages permet à l'agent responsable du tri-sédimentaire d'homogénéiser toute la plage. Concernant le site de Bargny, la légère différence sédimentologique pourrait résulter de la variabilité des conditions de dépôt ou des sources

sédimentaires distinctes avec la présence de la lagune (marigot de Bargny) située tout juste derrière le cordon sableux. In fine, les résultats révèlent un granoclassement inverse qui se lit à travers la présence effective des particules grossières sur la partie haute de la plage (cordon et haut de plage), contrairement à la limite inférieure de la plage (basse plage).

Mots clés: Texturale, facies, répartition, séquence morphologique, cross shore, homogénéité, granoclassement inverse

Granulometry of Surface Sediments along the Bargny-Yenne Coastal Line (Petite-Côte, Senegal)

Ndoune Séne

Cheikh Omar Tidjani Cissé

Souleymane Niang

Université Gaston BERGER (UGB), Saint-Louis, Sénégal

Laboratoire Leïdi «Dynamiques des Territoires et Développement » (DTD)

Département de Géographie

Abstract

This work aims to make a textural characterization of the sedimentary facies of the beaches of Yenne, Yenne-Todd, and Bargny, but also to highlight the distribution of sediments on the different morphological sequences of the sand beaches. Thus, to achieve this objective, a granulometric analysis was carried out and the samples were collected along cross-shore transects (perpendicular to the shoreline). On each transect, three samples were taken following the different morphological units or sequences of the beach. These samples were analyzed in the laboratory based on the standard AFNOR. At the end of this analysis, the results indicate identical sedimentary facies on the three beaches and that the average fractions are predominantly present on the different morphological sequences of all the beaches studied. The results also show a certain homogeneity of sediment characteristics for the Yenne and Yenne-Todd sites but with a slight difference at Bargny. At Yenne and Yenne-Todd, the similar topographic characteristics as well as the small width of the beaches allow the agent responsible for the sediment sorting to homogenize the entire beach. At the Bargny site, the slight sedimentological difference could result from the variability of depositional conditions or distinct sedimentary sources with the presence of the lagoon (Bargny marigot) located just behind the sandy barrier. In fine, the results reveal an inverse grano classification that can be read through the effective presence of coarse particles

on the upper part of the beach (barrier and upper beach), contrary to the lower limit of the beach (lower beach).

Keywords: Textural, facies, distribution, morphological sequence, cross shore, homogenous, inverse grano classification

Introduction

Les espaces côtiers sont des interfaces très dynamiques en tant que zones de transition soumises aux influences marines et continentales (Cordier, 2007). Vu son ouverture sur la façade Atlantique, le Sénégal dispose 718 km de linéaire côtier composé majoritairement de plages sableuses (Niang-Diop, 1995), les côtes sénégalaises présentent une forte vulnérabilité surtout dans un contexte de changement climatique. Du fait de leur topographie basse et leur facies sableux (roche sédimentaire meuble), les côtes sablonneuses sont très sensibles à l'érosion (Weissenberger et al., 2016 ; Bouvier, 2019). Actuellement, la plupart des régions côtières du Sénégal sont affectées par l'érosion, qui provoque la destruction des infrastructures, bâtiments, enjeux patrimoniaux. Sur la Petite Côte, l'érosion constitue aussi une véritable menace économique (Diombera, 2011). Sur cette partie du littoral sénégalais, le linéaire Mbao-Bargny, Ngaparou-Mbour et Djiffere sont les plus exposés à l'érosion (Dabo et al., 2015 ; Diadhiou et al., 2016).

Dans ce cadre, de nombreux travaux réalisés sur les côtes sénégalaises révèlent une vulnérabilité accrue des côtes face au risque d'érosion côtière. De nombreux auteurs s'intéressant sur l'érosion des côtes sénégalaises ont convoqué les facteurs naturels (forçages hydrodynamiques et changement climatique) et anthropiques comme étant les causes fondamentales de ce phénomène (Sow, 2020; Bruning, 2022). Les facteurs naturels sont liés aux forçages hydrodynamiques qui régissent l'évolution morphologique et sédimentaire des plages (Proust et al., 2013 ; Tine et al., 2022). *En sus* des facteurs climatiques, l'érosion côtière observée sur les côtes sénégalaises résulte de la forte urbanisation des côtes ainsi que la multiplication et la diversification des enjeux côtiers (Sow, 2020). Les activités anthropiques provoquent le processus érosif des côtes sénégalaises, car l'occupation rapide (construction d'infrastructures) et l'extraction des granulats marins perturbent le bilan sédimentaire des côtes et modifient leur morphologie (Adjoussi, 2001). Ainsi, l'étude des caractéristiques sédimentologiques constitue un bon indicateur pour appréhender la vulnérabilité physique du linéaire à l'étude de l'érosion. Sur ce linéaire, on note une insuffisance de la production scientifique sur la dynamique morphosédimentaire. Or, selon Aouiche et al. (2017), Tine et al. (2022), l'évolution du littoral est conditionnée par la dynamique sédimentaire. Ce déficit d'informations constitue la principale motivation de cet article. Ce dernier vise à faire une caractérisation

sédimentologique des plages du linéaire Bargny-Yenne et de mettre en évidence la répartition spatiale des sédiments sur les différentes unités morphologiques de la plage.

1. Présentation de l'espace d'étude

L'axe Yenne-Bargny est un segment côtier de 15 km au tracé légèrement concave orienté nord-ouest – sud-est. Il correspond à l'extrémité méridionale de la Baie de Gorée et à la limite septentrionale de la bordure littorale de la côte à falaise du massif de Ndiass, au sud de la presqu'île du Cap-Vert (figure 1).

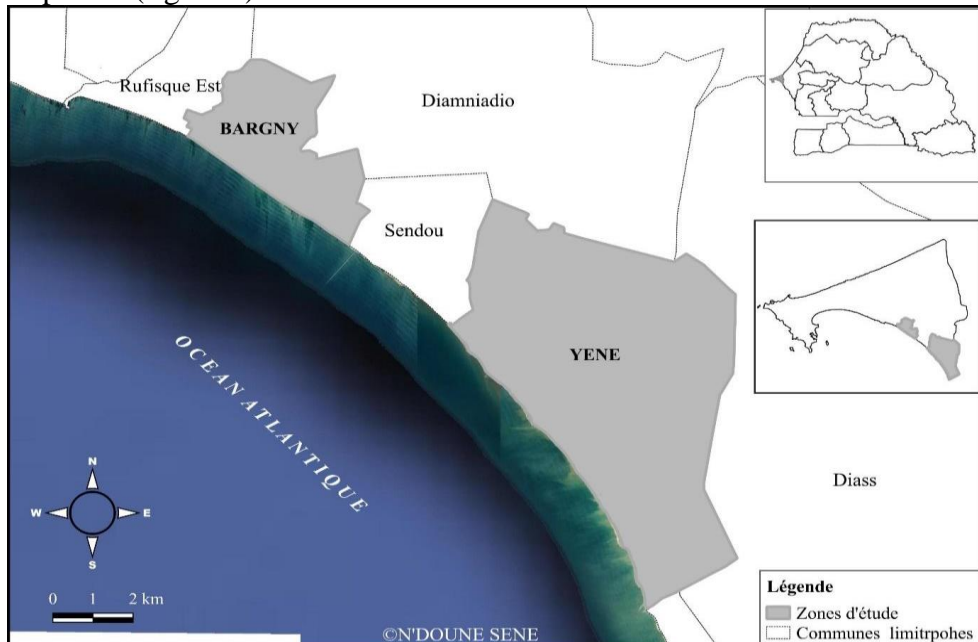


Figure 1. Localisation du linéaire côtier à l'étude

Ce site présente une plage de 27 m de large en moyenne bordée localement d'un cordon littoral où se crée un grau par lequel passe les eaux marines en période de forte marée de vive-eau ou de situation extrême météorologique. Le régime de marée y est semi-diurne et est micro-tidal (Niang-Diop, 1995). La majorité de la côte sénégalaise est alignée sur une dérive sableuse due à un fort transport sédimentaire Nord/Sud, d'environ 300 000 m³/an (Almar *et al.*, 2019). Un changement dans le schéma régional de transport sédimentaire *long shore* causé par de forts événements de houles peut affecter et compromettre la stabilité de la côte (Anthony, 1995). Le régime de houle de l'espace cible vient principalement de la direction Nord-Ouest, avec une hauteur significative de vagues annuelle de HS = 1.5 m et une période pic de vagues TP = 9.2 s (Sadio *et al.*, 2017). Au-delà de la houle de direction nord-ouest, les côtes sénégalaises sont aussi affectées par la houle sud-ouest.

L'énergie libérée par ces houles est très importante. Car, excepté la réfraction entraînée par les hauts fonds marins du plateau continental la majeure partie de l'énergie de cette houle arrive à la côte (Niang-Diop, 1995). La Petite côte où se situe le linéaire à l'étude est cependant plus affectée par les houles du sud-ouest (Almar *et al.*, 2019 ; Cissé *et al.*, 2022) qui sont observables pendant la saison des pluies (Figure 1). Elles sont la cause d'inondations côtières lors des événements de tempête (Ndour, 2015) en été boréal/hiver austral avec une saisonnalité différente des houles de Nord dominantes les mois d'hiver, et jouent un rôle non-négligeable dans le phénomène d'érosion côtière au sud de Dakar (Diallo, 1982).

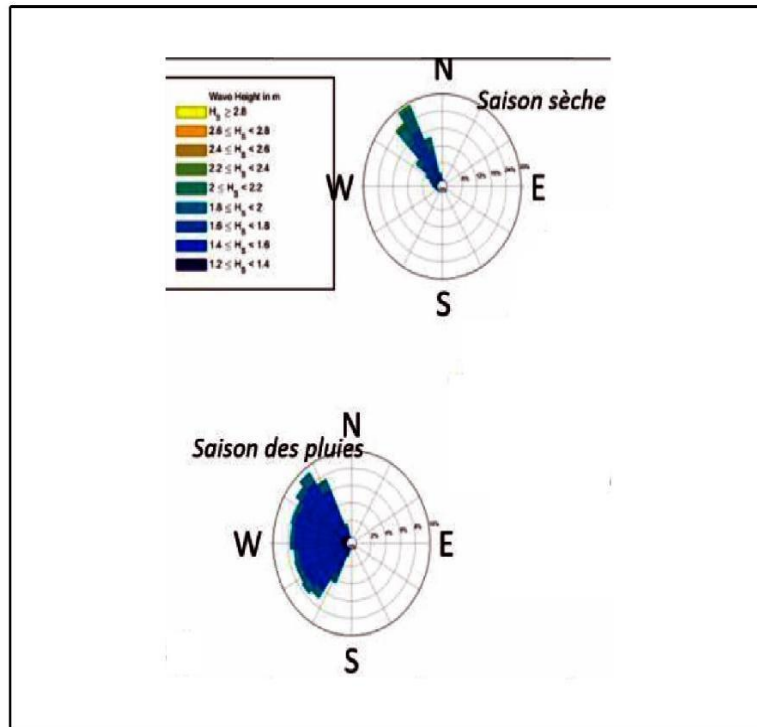


Figure 2. Rose des houles

2. Matériels et méthodes

Des campagnes de prélèvements superficiels ont été effectuées en décembre 2021 sur les plages de Yenne, Yenne-Todd et Bargny. Le dispositif utilisé comprend: une truelle pour creuser des puits de 30 cm, un GPS Garmin, des sachets à échantillons, des marqueurs et un appareil photo.

2.1. Échantillonnage

Les prélèvements de sable ont concerné les différentes séquences ou segments de plage du linéaire côtier Yenne-Bargny : Yenne, Yenne-Todd, Bargny. Pour le prélèvement des échantillons, des transects partant du cordon

à la Basse plage, ont été tracés. Le long de chaque transect, trois puits ont été creusés et notés respectivement P1, P2, P3 et chaque puits est profond de 30 cm. Le choix de cette profondeur permet de détecter les différents horizons. Sur la profondeur de chaque puits on fait un prélèvement et l'échantillon est noté T1S1P1 avec : T = transect, S = séquence et P = puits, soit un total de 03 Transects de 09 échantillons prélevés et tout cela sur une distance de 15 km de côtes (de Bargny à Yenne).

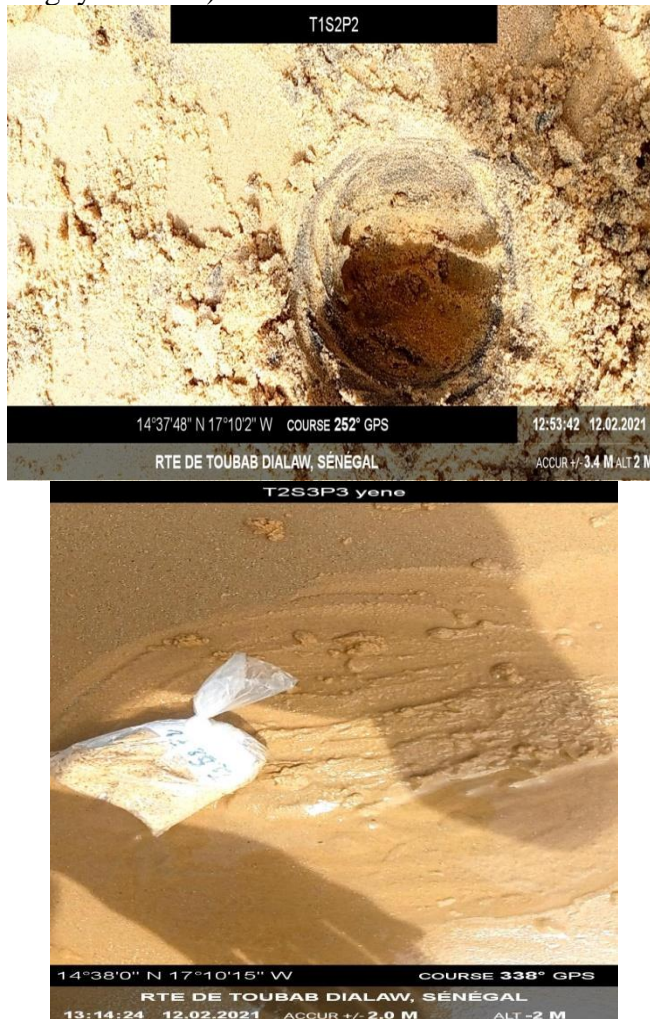


Photo 1.Un puit creusée au niveau de l'estra de Yenne (N. Séné, 02.12.2022)

Photo 2. Puit creusée dans la Basse plage (N. Séné, 02.12.2022)

2.2. Analyse

Les échantillons sont étalés sur les portoirs en aluminium et séchés à l'air libre dans le laboratoire d'analyse deux jours à une semaine selon leurs degrés d'humidité, et sans risque de contamination par la poussière ou par d'autres facteurs. Les échantillons sont ensuite soigneusement broyés dans un

mortier avant d'être passés au tamis de 2 mm. Les composants de diamètre supérieur à 2 mm (ou refus) ne sont pas conservés si leur détermination n'est pas demandée ; dans le cas contraire, ils sont transférés dans un récipient et sont pesés pour déterminer leur pourcentage. La fraction de sable qui est passée par les mailles de 2 mm est bien mélangée et stockée dans des sachets en plastique. Sur chaque échantillon 100 grammes de sable sont prélevés et pesés à l'aide d'une balance électronique.



Photo 3. Stockage d'échantillon, (précision 0,001)



Photo 4. Balance électronique

Cliché N. Séné 17.11.2022 utilisé pour le pesé, cliché N. Séné, 17.11.2022

Ensuite, les 100 grammes prélevés sur l'échantillon sont versés sur l'agitateur tournant avec un tamis de taille adapté pour les différentes fractions avec fond et couvercle de tamis adapté. Dans notre cas les tamis utilisés sont : Argiles (inférieur à 0.002 mm), Limons (0.05-0.02 mm), Sables fins (0.25-0.1 mm), Sables moyens (0.5-0.25 mm), Sables grossiers (1-0.5 mm), Sables très grossiers (2-1 mm). Au bout de 15 minutes d'agitation à 100 tours par minute les contenus des tamis sont pesés et les données des fractions sont traitées pour la détermination de la texture.



Photo 5. Triage des fractions grossières (N. Séné, 17.11. 2022) au laboratoire Leïdi/UGB

2.3. Traitement

Après l'analyse, les données obtenues : masse de refus cumulés, pourcentage de refus cumulé et le pourcentage de passant cumulé sont répertoriés dans le logiciel Excel et ont fait l'objet de traitement dans le but de calculer le pourcentage des populations granulométriques, ce qui a permis de produire des résultats.

3. Résultats

3.1. Caractéristiques sédimentologiques des unités morphologiques

Les sédiments superficiels des plages du linéaire à l'étude présente un faciès sableux. Ainsi, pour mieux saisir la distribution des sédiments le long de la toposéquence (du cordon à la Basse plage), l'analyse sédimentologique des plages de Yenne, Yenne-Todd et de Bargny s'est faite sur les différentes séquences morphologiques de lesdites plages.

3.1.1. Cordon

L'analyse sédimentologique sur cette séquence révèle une prédominance des fractions moyennes constituant 69 % de l'échantillon à Yenne contre 55 % à Yenne-Todd et 97 % à Bargny. Les fractions fines limoneuses sont absentes dans les échantillons hormis la plage de Yenne et de Yenne -Todd où elles apparaissent faiblement (figure 3). A s'y ajoute la présence des fractions grossières à très grosses dans les sites de Yenne et de Yenne-Todd. Sur ces deux sites, ces deux fractions représentent en moyenne 18 % de l'échantillon, tandis qu'à Bargny on observe une absence des sables très grossiers sur le cordon. Le site de Yenne présente, ce qui est observé à Yenne-Todd. Cela traduit une certaine homogénéité des faciès et des caractéristiques granulométriques similaires, contrairement à la plage de Bargny qui est marquée par l'absence de la fraction grossière mais aussi des fractions fines : argiles et limons.

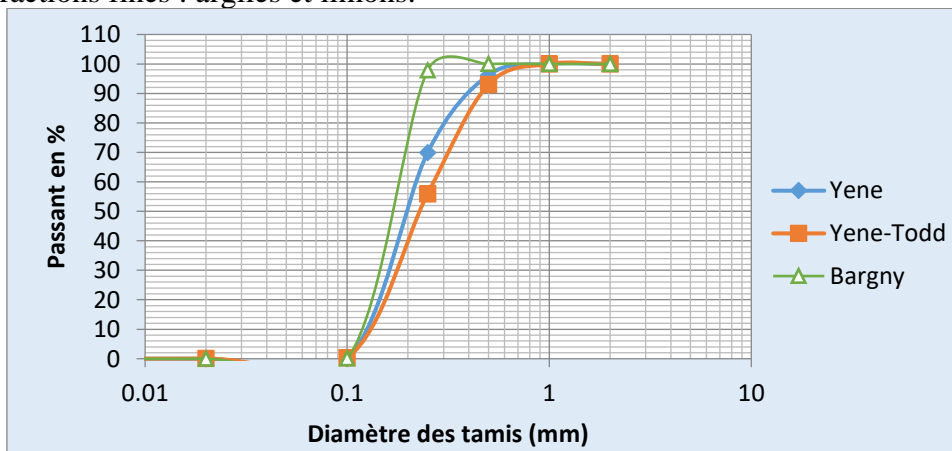


Figure 3. Granulométrie du cordon des sites de Yenne, Yenne-Todd et de Bargny

3.1.2. Haute plage

Le Haut de plage des trois sites étudiés présente des caractéristiques sédimentologiques quasi-similaires. En effet, on observe une forte prédominance des particules moyennes, soit 59 % à Yenne, 50 % à Yenne-Todd et 74 % à Bargny. Au-delà des fractions moyennes, le Haut de plage des sites précités sont marqués par la présence des fractions grossières à très grossières. Les fractions fines sont inexistantes sur cette séquence morphologique excepté la plage de Yenne où elle affleure légèrement sur la figure 4. A y regarder de près, la figure 4 révèle la prédominance des particules sédimentaires moyennes, grossières et très grossières, ce qui correspond à une forte énergie qui ne laisse pas les sédiments fins de se déposer. Cette situation confirme ce qui a été observé sur les cordons sableux des sites de Yenne et Yenne-Tode. Sur l'ensemble des toposéquences des plages étudiées, le Haut de plage constitue la seule séquence morphologique où la proportion des particules grossières est assez considérable. Cette situation résulte de l'action de la houle et des caractéristiques topo-morphologiques des plages, notamment la pente.

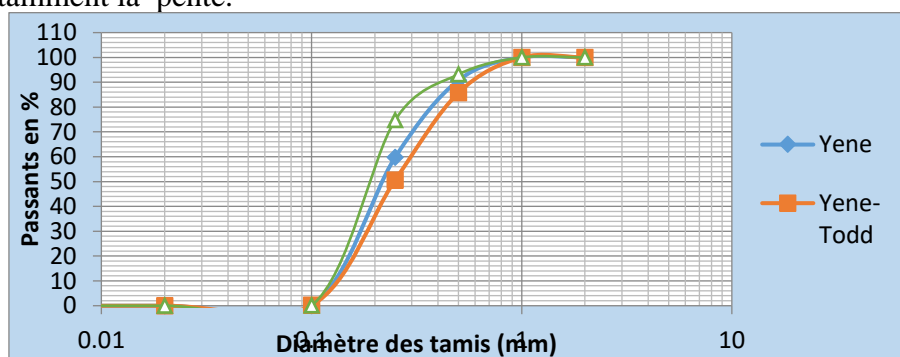


Figure 4. Granulométrie de la Haute plage des sites de Yenne, Yenne-Todd et de Bargny

3.1.3. Basse plage

Tout comme le cordon, le Bas de plage des secteurs d'étude est aussi marqué par la prédominance des particules moyennes avec des proportions relativement identiques. A Yenne, 99 % de l'échantillon sont constitués de fractions moyennes, 50 % à Yenne-Todd et 74 % à Bargny. Cette section de la plage présente une légère variabilité qui se traduit par la faible présence de sable fin et grossier à Bargny, Yenne et Yenne-Todd, soit 0,06; 0,07 et 0,012 % pour les sables fins respectivement et de 6,6, 10,7 et 0,15 % pour les fractions grossières. La faible présence des particules fines témoigne que cette unité morphologique de la plage est soumise constamment à l'action de la houle ainsi que celle de la marée et que ces agents hydrodynamiques ne facilitent pas le dépôt des fractions fines.

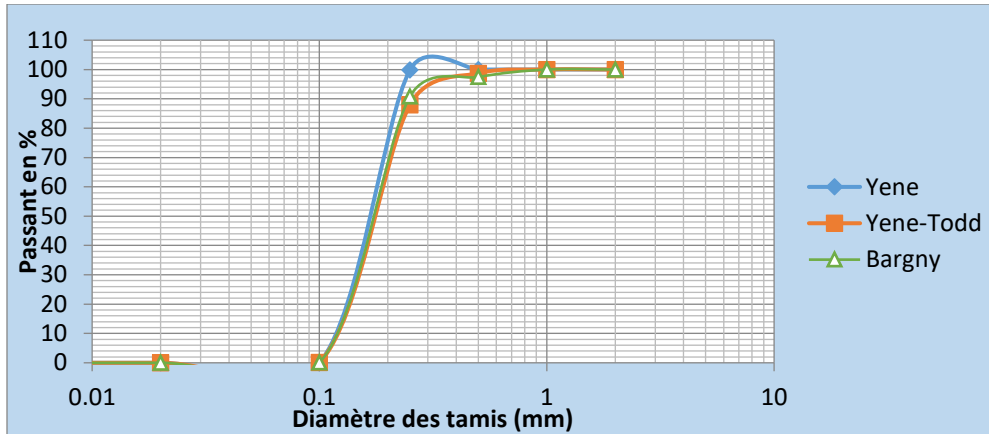


Figure 5. Granulométrie de la Basse plage des sites de Yenne, Yenne-Todd et de Bargny

4. Discussion

L'analyse granulométrique des sédiments prélevés sur les sites cibles a permis une caractérisation texturale du faciès sédimentaire du linéaire côtier. Les résultats obtenus montrent une certaine homogénéité des caractéristiques sédimentaires pour les sites de Yenne et de Yenne-Todd, mais avec une légère différence à Bargny. La détermination des caractéristiques sédimentologiques des plages le long de la frange littorale allant de Bargny à Yenne, montre un éventail granulométrique allant de sables fins aux sables grossiers avec la prépondérance nette des sables moyens (figures 3, 4 et 5). La distribution des particules sédimentaires sur les différentes séquences morphologiques montre une certaine variabilité granulométrique, mais les fractions moyennes sont les plus présentes. Les sédiments de taille moyenne sont majoritairement présents sur la toposéquence de toutes les plages étudiées. Cette disposition transversale (avec la présence majoritaire des fractions moyennes) aurait témoigné un éventuel échange sédimentaire entre les différences séquences morphologiques des plages. Cette répartition homogène des sédiments pourrait résulter des caractéristiques topo-morphologiques de la plage (faible largeur) qui permettraient à l'action de la houle d'homogénéiser toute la plage (Sagne *et al.*, 2019). Les plages du linéaire à l'étude présentent des caractéristiques sédimentologiques similaires (Yenne et Yenne-Todd), mais une légère différence s'observe à Bargny. Cette homogénéité des sédiments notée à la plage de Yenne et de Yenne-Todd indique que les apports seraient assurés par un seul agent de transport et que les conditions hydrodynamiques seraient similaires (Benali et El Moutchou, 2016; Gbangbot *et al.*, 2019; Tine, 2022). Contrairement à ce qui est observé à Yenne et à Yenne-Todd, la plage de Bargny est caractérisée par une certaine hétérogénéité granulométrique qui témoigne d'une variabilité des conditions de dépôt (Ndour, 2015; Sow, 2020) ou des sources sédimentaires distinctes avec la présence de la lagune (marigot

de Bargny) située tout juste derrière le cordon sableux (photo 6). Cette légère différence sédimentologique de la plage de Bargny comparée à celle de Yenne et de Yenne-Todd pourrait être expliquée par les caractéristiques topographiques de la plage. Dans ce cadre, Cissé *et al.* (2019), El Badaoui *et al.* (2021) affirment que la variation de la granulométrie est généralement tributaire de la topographie de la plage. Des travaux portant sur la caractérisation sédimentologique des plages, menés sur les plages de Rufisque (Sénégal) par Niang-Diop, (1995), Ndour (2015), Cissé *et al.* (2019), en Casamance par Tine *et al.* (2022), à Limbe (Sud-Ouest du Cameroun) par Kouekam *et al.* (2019), en Côte d'Ivoire par N'guessan *et al.* (2013), montrent des résultats similaires.



Photo 6. Plage du site de Bargny

Dans les trois sites étudiés, les proportions d'éléments grossiers les plus importantes sont observées du niveau du cordon et de la Haute plage, contrairement à la Basse plage. Cette situation est en osmose à ce qui est généralement trouvé sur les côtes où les particules grossières se situent sur la Basse plage et la plage sous-marine soumises à des conditions hydrodynamiques énergétiques. Par contre, c'est l'inverse qui est observé sur la frange littorale étudiée. Il s'agit d'un «*granoclassement*» inverse. Cette observation a été déjà reportée sur les plages de la Petite Côte par différents auteurs (Niang-Diop 1995; Ndour, 2015; Cissé *et al.*, 2019).

Même si les résultats ont permis d'avoir un aperçu sur la distribution spatiale des sédiments entre les différentes unités morphologiques des plages à l'étude, les résultats doivent être relativisés au vu de l'insuffisance des échantillons et le nombre limité de campagnes de collecte d'échantillons. Selon Cissé *et al.* (2019), l'essentiel des études sédimentologiques effectuées sur la Petite Côte ont été faites de manière périodique en tenant bien compte de la saisonnalité. Cela permet de bien faire ressortir les caractéristiques sédimentaires des plages. Cependant, sur le linéaire côtier à l'étude (Bargny-Yenne), les recherches devraient être orientées sur une analyse des paramètres

hydrodynamiques responsables de la dynamique sédimentaire et aussi une analyse, granulométrique, sédimentologique et paléoenvironnement des sédiments superficiels et en profondeurs des plages du linéaire.

Conclusion

L'étude sédimentologique révèle que les trois sites étudiés présentent un faciès sableux. En outre, elle indique la prépondérance des particules moyennes sur les différentes unités morphologiques des plages de Yenne, Yenne-Todd et de Bargny. Les plages de Yenne et Yenne-Todd présentent des caractéristiques sédimentologiques similaires tandis celle de Bargny présente une certaine particularité. Cette différence sédimentologique résulterait de la diversité des sources d'apports sédimentaires et des caractéristiques morphologiques des plages. Ce travail a permis de faire une caractérisation sédimentologique des plages du linéaire Bargny-Yenne et de comprendre la distribution spatiale des particules sédimentaires sur les différentes séquences morphologiques de la plage.

Conflit d'intérêts : Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données : Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

Déclaration de financement : Les auteurs n'ont obtenu aucun financement pour cette recherche.

References:

1. Adjoussi, P. (2001). Impact du prélèvement du sable marin sur l'évolution du trait de côte à Yoff: essai d'étude de vulnérabilité (Presqu'île du Cap-Vert, Sénégal), mémoire de DEA de géographie, *Université Cheikh Anta Diop*, 73 p.
2. Almar, R., Kestenare, E., and Boucharel, J. (2019). On the key influence of remote climate variability from tropical cyclones, north and south Atlantic midlatitude storms on the Senegalese coast (West Africa). *Environ. Res. Commun.* 1 (7), 071001. doi: 10.1088/2515-7620/ab2ec6.
3. Aouiche, I., Daoud, L., Elmimouni, A, Ihbachi, FZ, Sedrati, M et Ouahmane, B. (2017). Dynamique morphosédimentaire de la baie d'Agadir: caractérisation sédimentologique et évolution des petits fonds. *Revue Marocaine de Géomorphologie*, N°1, pp. 31- 46.
4. Benali, H. et El Moutchou, B. (2016). Caractérisation de la dynamique sédimentaire le long des sites littoraux du bassin versant côtier de la région de Ksar Eshgir (Tanger, Maroc). *XIVèmes Journées Nationales*

Génie Côtier – Génie Civil 29 juin au 1er juillet
DOI:10.5150/jngcgc.2016.018

5. Bouvier C., (2019). Barres d'avant côte et trait de côte: dynamique, couplage et effets induits par la mise en place d'un atténuateur de houle, thèse de doctorat physique de l'environnement, *université de Bordeaux*, 221 p.
6. Brüning L. (2022). Érosion côtière au Nord du Sénégal: migrations et stratégies d'adaptation, thèse de doctorat, *Institut de Géographie, Université Neuchâtel, suisse*, 262 p.
7. Cisse, C.O.T., Sow, S. A., Faye, C.A.T. et Sy B. A., 2019. Caractéristiques sédimentologiques des plages du littoral de Rufisque, Ouest du Sénégal. *Afrique Science Internationale*, 15(3) : 289-301. [En ligne : <https://www.afriquescience.net/PDF/15/3/22.pdf>]
8. Cisse, COT., Almar, R., Youm, JPM, Jolicoeur, S., Taveneau, A. Sy. B. A., Sakho, I. Sow, B. A., and Dieng, H. (2022). Extreme coastal water levels evolution at Dakar (Senegal, West Africa). *Climate*, 11, 6. <https://doi.org/10.3390/cli11010006>
9. Cordier, E. (2007). Dynamique hydrosédimentaire du récif frangeant de l'Hermitage / La Saline (La Réunion) : Processus physiques et flux sédimentaires, these de doctorat en océanographie physique, *université de la réunion*, 209 p.
10. Diadhiou et al. (2016). Étude comparative de l'évolution du trait de côte sur deux flèches sableuses de la Petite Côte (Sénégal): cas de Joal et de Djiffere. *Noroi*, vol 3, n°240, pp 25-42.
11. Diallo S., 1982. Evolution géomorphologique du littoral sur la Petite Côte à Rufisque, mémoire de maîtrise de Géographie, *université Cheikh Anta Diop de Dakar*, 117 p.
12. Diombera M. (2011). Aménagement et gestion touristiques durables du littoral sénégalais de la Petite Côte et de la Basse Casamance, thèse de doctorat en tourisme, Université Gaston Berger de Saint-Louis, 343 p.
13. El Badaoui, K., Algouti, A, Algouti, A et Hadach, F. (2021). Analyse des sédiments de la rivière du Toudgha et l'évolution de l'occupation du sol du bassin versant, (Flanc sud du haut Atlas central. Maroc). *Journal International Sciences et Technique de l'Eau et de l'Environnement*, Vol. (vi), No. 1, Avril 2021, pp. 9-20 ISSN Online: 1737-9350; ISSN Print: 1737-6688, Open Access
14. Gbangbot, JMK., Assale, FYP et Yao, KC. (2019). Caractérisation sédimentologique et minéralogique des formations du tertiaire-Quaternaire de la région d'Abidjan Nord (sud de la Côte d'Ivoire). *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, 33, 214 - 228. ISSN 1813-3290, <http://www.revist.ci>

15. Kouekam, K. ., Togue, FPG, K. F., Ngueguim, J. R., Dingong, A. T. G. (2019). Importance des Paramètres Hydrodynamiques dans la Répartition Spatiale des Sediments Superficiels des Plages de Limbe (Sud-Ouest Cameroun). *European Scientific Journal*, Vol.15, No.18 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431. Doi: 10.19044/esj.2019.v15n18p270
URL:<http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n18p270>
16. N'guessan, YA., Wognin, V, Coulibaly, A, Monde, S, Wango, TE. et Aka, K. (2011). Analyse granulométrique et environnement de dépôts des sables superficiels de la lagune Adjin (Côte d'Ivoire). *Revue Paralia*, Volume 4, pp 6.1-6.14
17. Niang-Diop, I. (1995). L'érosion côtière sur la petite côte du Sénégal à partir de l'exemple de Rufisque, thèse de doctorat, *université d'Anger*, 285 p.
18. Proust, JN., Tessier, B. et Chaumillon, E. (2013). Sédimentation littorale : état des lieux et recherches en cours. *Géosciences*, numéro 17, pp 26-34.
19. Ndour A. (2015). Évolution morphosédimentaire et impacts des ouvrages de protection sur le littoral de Rufisque, Petite côte, thèse de doctorat, *Université Cheikh Anta Diop*, 243 p.
20. Sadio, M., Anthony, EJ., Diaw, AT., Dussouillez, P., Fleury, JT., Kane, A., Almar, R., and Kestenare, E. (2017). Shoreline changes on the wave-influenced Senegal river delta, west africa: The roles of natural processes and human interventions. *Water*. 9(5):357, 2017
21. Sagne, P., Fall, B., Ba, K et Sow, E.H. (2019). Évolution morphosédimentaire des plages des Mamelles et de Ouakam (Dakar, Sénégal). *EWASH & TI Journal*, 2019 Volume 3 Issue 4, Page 238-252.
22. Sow A. (2020). Évolution morphosédimentaire des plages de la Petite Côte : cas de la station balnéaire de Saly (Sénégal), mémoire de master, Univ.Assane Seck de Ziguinchor, 115 p.
23. Tine, D., Faye, M, Atoui, A et Faye, G. (2022). Caractérisation granulométrique et dynamique sédimentaire dans les plages septentrionales des rivières du sud : cas de la basse Casamance. *Afrique Science Internationale*, 21(3) (2022) 157 – 173. ISSN 1813-548X, <http://www.afriquescience.net>
24. Weissenberge S., Noblet M, Plante S, Chouinard O, Guillemot J, Aube M, Meur-Ferec, Catherine, Michel-Guillou E, Gaye N, Kane A, Kane, C, Niang, A, et Seck, A. (2016). Changements climatiques, changements du littoral et évolution de la vulnérabilité côtière au fil du temps : comparaison de territoires français, Canadien et sénégalais. *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement*,

Volume 16 numéro 3, Vulnérabilités environnementales : perspectives historiques, pp 2-33. URL [http:// vertigo.revues.org/18050](http://vertigo.revues.org/18050) ; DOI : 10.4000/vertigo.18050