Dragage et évolution du trait de côte : quel impact sur la lagune côtière ?



Bouche du Roy, Sud-Ouest du Bénin · avant (2019-2022) et après (2023-2026) le dragage

Nathan Wassi SEFANDE & Henri Sourou TOTIN VODOUNON

Side-Event OMAC-BENIN · 21-22 octobre 2026

Plan de la présentation

01 **Introduction et problème**
Pourquoi le dragage a été engagé et la question posée
diapos 3 à 6

02 **Données et méthode**
Comment les traits de côte ont été extraits et classés
diapos 7 à 8

03 **Résultats**
Trois zones, avant et après, effet net
diapos 9 à 12

04 **Interprétation et suite**
Mécanismes, limites, perspectives
diapos 13 à 17

Introduction : Un cordon littoral au cœur des équilibres côtiers

Les littoraux du golfe de Guinée sont soumis à des pressions conjuguées liées aux dynamiques naturelles, aux aménagements et au changement climatique (Nicholls & Cazenave, 2010 ; Anthony et al., 2019 ; Ghomsi et al., 2024).

Leur évolution dépend notamment de la houle, du transport longitudinal des sédiments et des apports fluviaux, mais aussi des interventions humaines qui modifient le bilan sédimentaire (Syvitski et al., 2005 ; Giardino et al., 2018).

À la Bouche du Roy, au Sud-Ouest du Bénin, la passe relie le système fluvio-lagunaire à l'océan Atlantique et son cordon sableux est mobile. Cette embouchure peut migrer, se fermer ou présenter plusieurs ouvertures, avec une alternance locale de recul et d'avancée du rivage (Laïbi, 2011 ; Lawson et al., 2021 ; Andemi et al., 2021).

Pour répondre aux enjeux de stabilité du cordon, le lac Ahémé et ses chenaux ont été dragués et plus de 4 millions de m^3 de sédiments auraient été refoulés sur environ 7 km de littoral (Amoussou et al., 2026).

Il devient donc essentiel d'évaluer l'évolution du trait de côte avant et après les travaux, tout en distinguant les changements observés des effets qui peuvent réellement être attribués au dragage.





La Bouche du Roy et son cordon sableux

La zone étudiée se situe au Sud-Ouest du Bénin, à la jonction entre le système lagunaire du lac Ahémé et l'océan Atlantique. La zone se situe dans le Sud-Ouest du Bénin (environ 6°29'-6°32' N et 1°55'-2°00' E), au niveau de la Bouche du Roy, qui relie le système lagunaire du lac Ahémé à l'océan Atlantique.

Le littoral a été découpé en trois zones :

Zone draguée

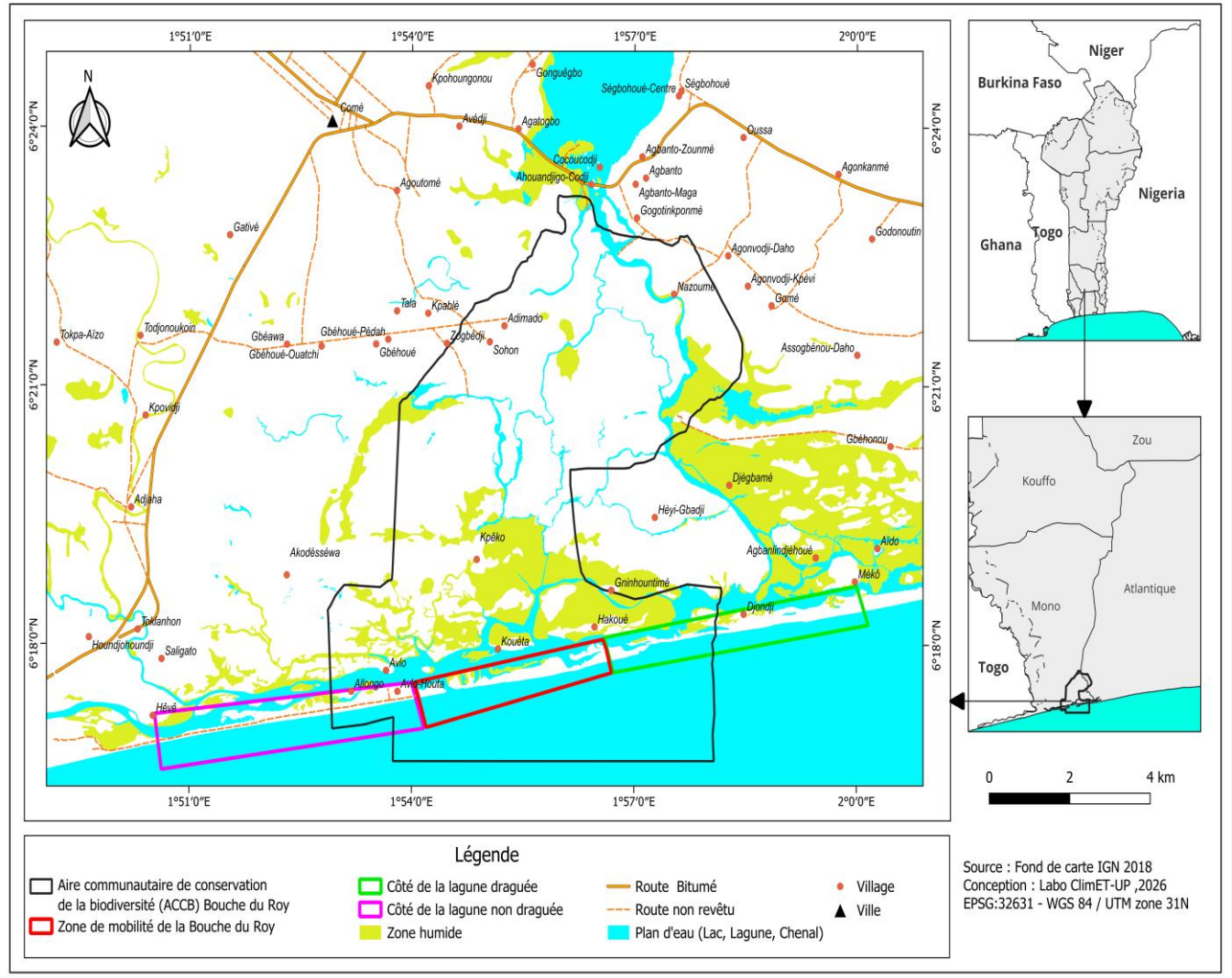
6,5 km concernés par les travaux et le refoulement des sédiments.

Zone témoin

6,5 km sans intervention directe, utilisée comme référence.

Zone de mobilité de l'embouchure

Secteur de la passe, caractérisé par une forte variabilité morphologique et des changements d'ouverture.





© PRESIDENCE DU BENIN

L'intervention : Dragage et recharge sédimentaire du cordon

Le dragage a été associé au refoulement du sable sur le cordon littoral, dans une logique de rehaussement et de stabilisation.

Cette opération peut modifier localement la disponibilité des sédiments ; l'analyse du trait de côte permet de vérifier si la fréquence du recul marqué a évolué dans les secteurs étudiés.

Les volumes et sites précis de dépôt devront être confrontés aux transects pour tester le mécanisme.



> 4 millions m^3

Volume de sédiments indiqué dans Amoussou et al. (2026)

≈ 7 km

Longueur de cordon rechargée selon la source

Source du volume et du linéaire : Amoussou et al. (2026). Confirmer les dates et volumes exacts à partir des documents de chantier.

Bouche du Roy • Sentinel-2 • QSCAT • Avant 2019–2022 / Après 2023–2026

Méthode : de l'image satellite au classement des transects



1 Images

Sentinel-2, **une image de janvier** par an (Drusch et al., 2012)

2 Trait de côte

Limite eau-terre par :
MNDWI = (Vert − MIR) / (Vert + MIR) (Xu, 2006 ; McFeeters, 1996) B3 : bande verte ; B11 : infrarouge moyen (MIR). La combinaison améliore la séparation des surfaces en eau et des surfaces terrestres.

3 Transects

Une ligne de base est définie, puis des transects perpendiculaires au rivage sont espacés régulièrement d'environ 50 m. QSCAT calcule les indicateurs à chaque intersection.
(Facun et al., 2024 ; Thieler et al., 2009)

4 Indicateurs

NSM = distance à la date récente et ancienne. NSM négatif : recul ; NSM positif : avancée.
EPR = NSM / 3 ans ·
SCE mesure la mobilité totale du trait de côte entre les dates, même si le rivage revient près de sa position initiale.

Comment on classe chaque transect : le seuil de 30 m

Recul marqué	Stable	Avancée marquée
NSM < −30 m	−30 m ≤ NSM ≤ +30 m	NSM > +30 m

Indicateur principal : part des transects en recul marqué

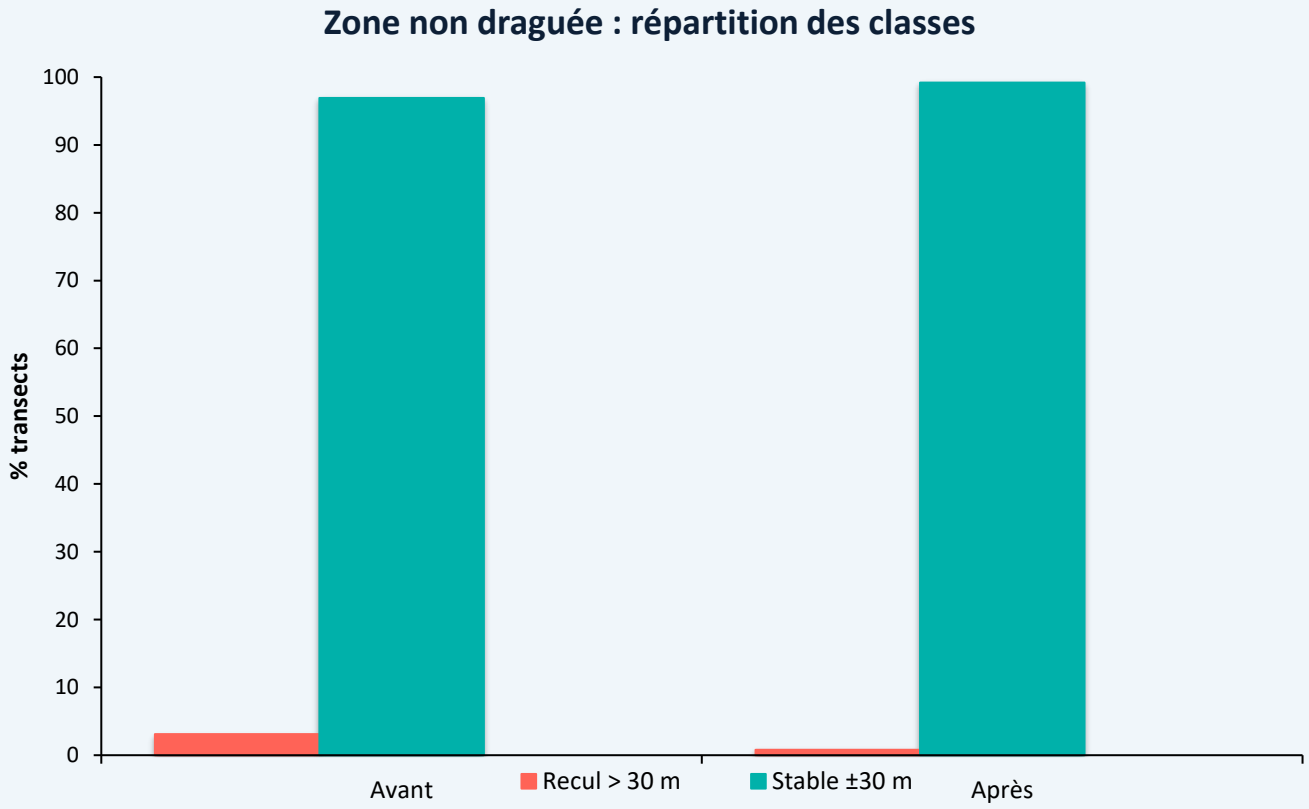
Seuil ≈ 1,5 pixel · limite le bruit de mesure, dont l'image 2019 (Angelini et al., 2024)

Longueur de côte · part des transects × 6,5 km

Test de Fisher · compare avant et après dans chaque zone

Effet net · différence des différences, bootstrap 5 000 tirages

La zone témoin est stable : le changement n’est pas général



4 → 1 transect

Le nombre de lignes en recul marqué passe de 4 sur 130 à 1 sur 130.

p = 0,37

La différence de proportion n’est pas statistiquement significative au test exact de Fisher.

Zone non draguée

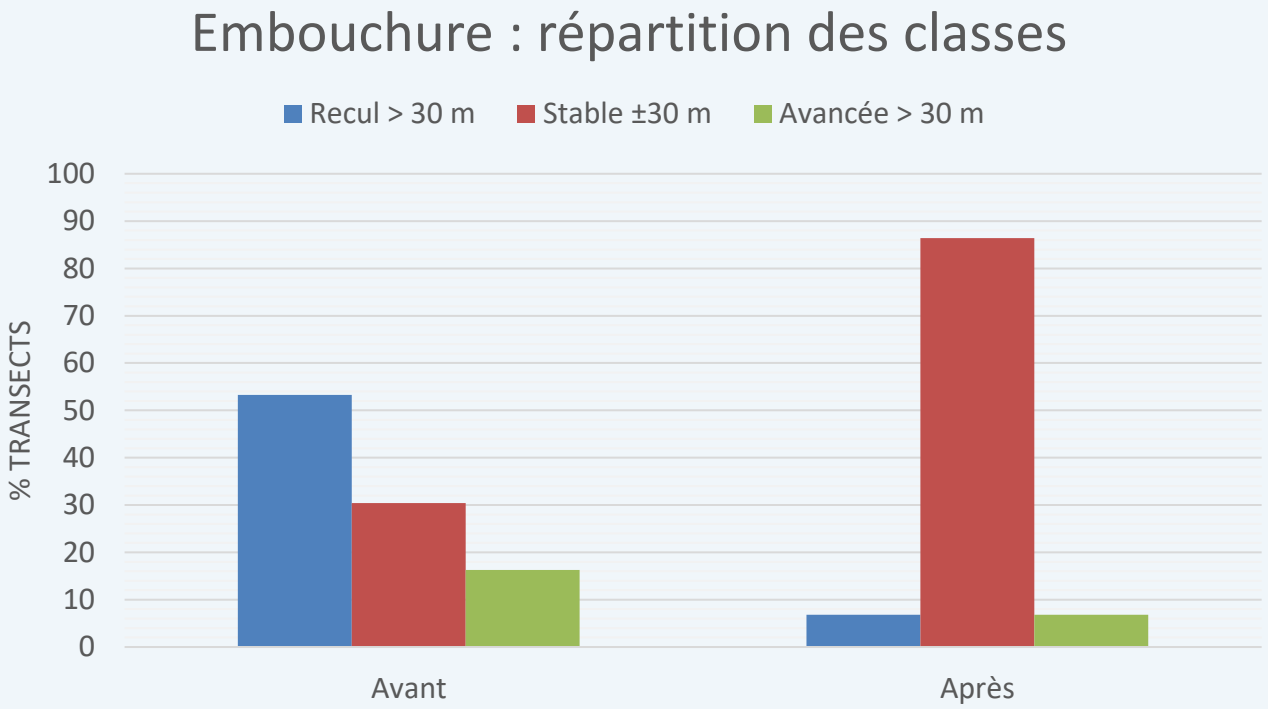
6,5 km · référence

130 → 130 lignes

La zone témoin permet de replacer l’évolution de la zone draguée dans le contexte des variations communes aux deux périodes.

Source : résultats de l’article, section 3.2.

L’embouchure devient plus calme, mais reste un cas particulier



−223 m
recul extrême avant

−85 m
recul extrême après

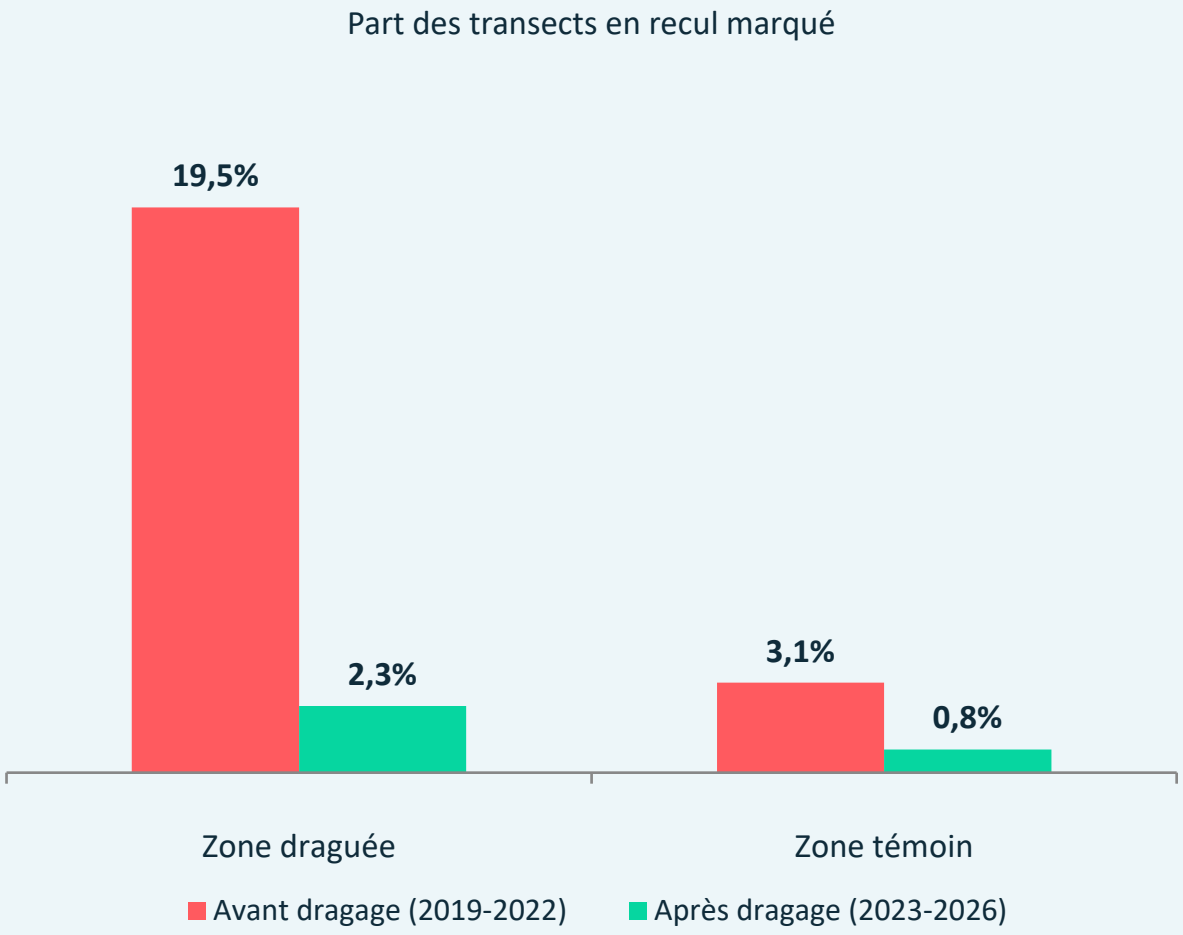
161 m
SCE médian avant

40 m
SCE médian après



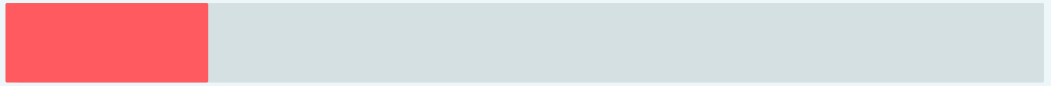
Le recul et l’avancée diminuent tous deux : cela évoque une stabilisation de la passe, pas une simple accrétion.

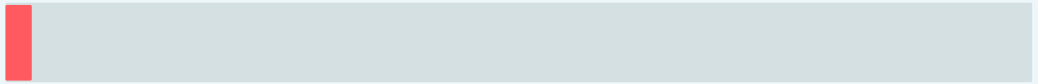
Zone draguée : le recul marqué passe de 19,5 % à 2,3 %



1,27 km → 0,15 km

- de côte en **recul marqué** sur 6,5 km (24 sur 123 avant, contre 3 sur 132 après).
- La part stable passe de 74,8 % à 89,4 %.





- L'accrétion augmente légèrement, mais cet effet n'est pas statistiquement démontré.

Fisher : **p < 0,0001**. Zone témoin : p = 0,37, **non significatif**.

Trois zones, deux périodes, 695 lignes de mesure

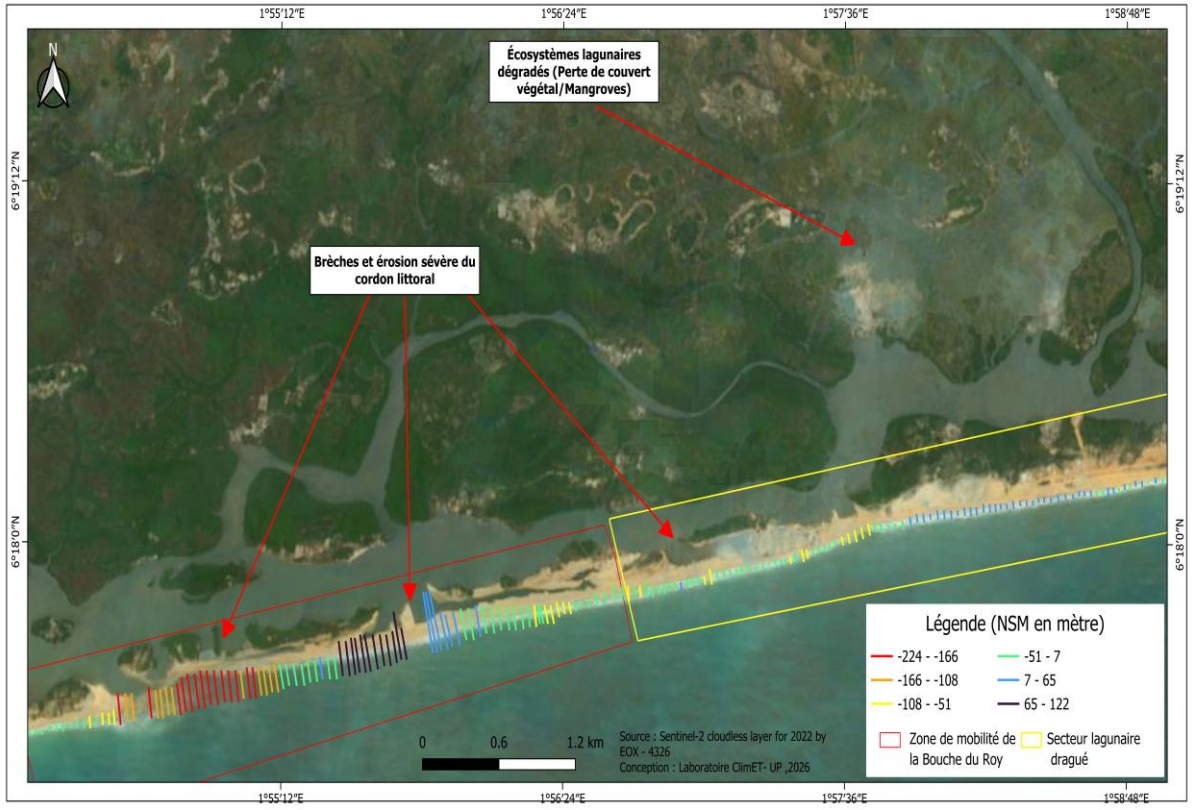


Figure 2 : Cartographie de référence de la zone de dragage (2022), illustrant l'état de surface antérieur au lancement des opérations (Données Sentinel-2)

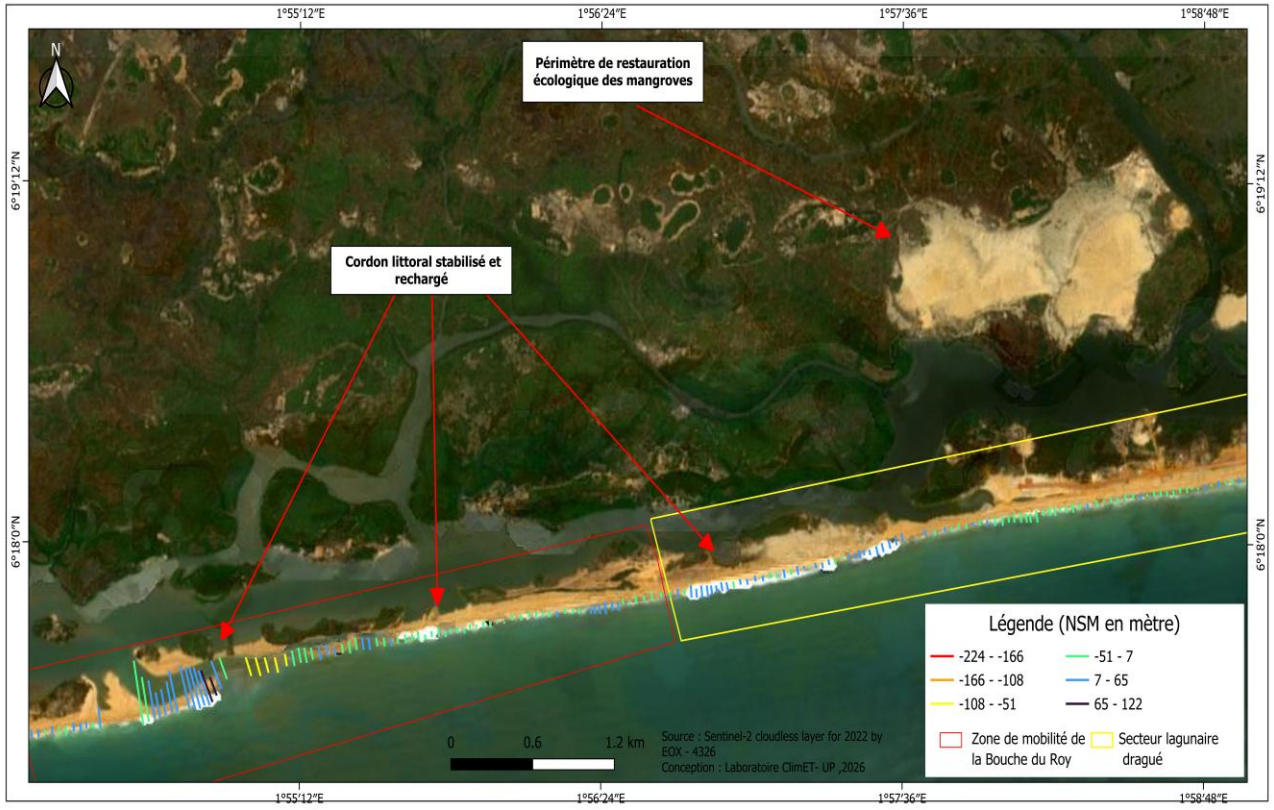
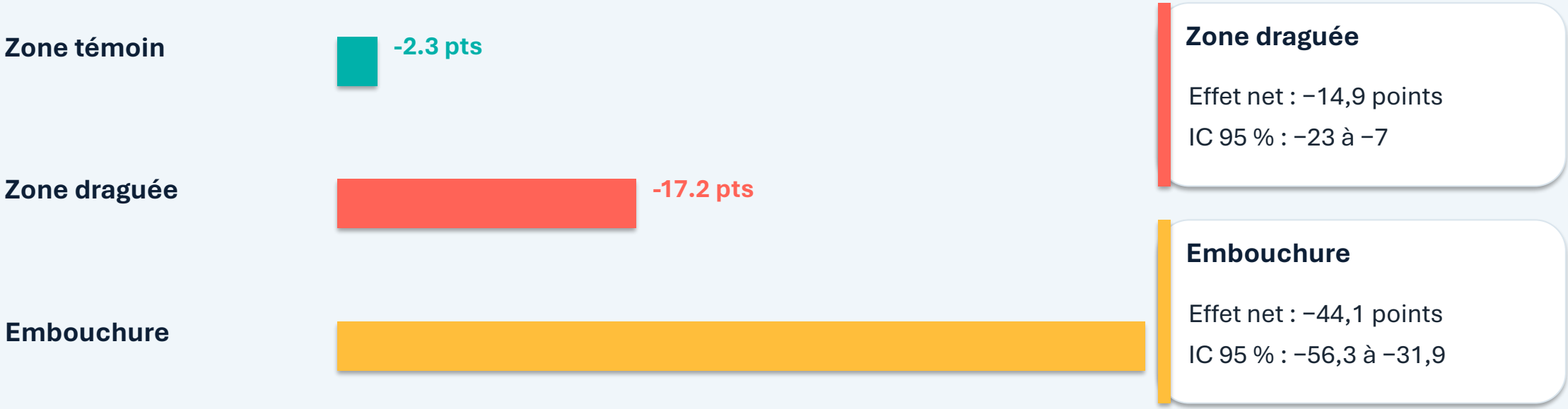


Figure 3 : État de la zone d'étude en 2026, après la réalisation des opérations de dragage et de refoulement des sédiments (Image Sentinel-2 2025).

L’effet net : −14,9 points dans la zone draguée

Variation de la part des transects en recul marqué (après − avant)



Zone draguée

Effet net : −14,9 points

IC 95 % : −23 à −7

Embouchure

Effet net : −44,1 points

IC 95 % : −56,3 à −31,9

La diminution du recul dans la zone draguée dépasse celle du témoin ; cela soutient une association avec les travaux, sans suffire à prouver une causalité complète.

Différence des différences sur les proportions de transects érodés ; intervalles bootstrap à 95 % (5 000 tirages).

Trois mécanismes plausibles, à confirmer

1

Sable redistribué

Le refoulement du sable sur le cordon peut réduire localement le déficit sédimentaire et limiter le recul. Les secteurs en accrétion doivent être comparés aux emplacements et dates de dépôt.

2

Fonds plus profonds

Une bathymétrie modifiée peut changer les échanges hydrauliques et les niveaux d'eau. L'hypothèse selon laquelle la profondeur ralentit la submersion du cordon doit être vérifiée par des données bathymétriques et hydrologiques.

3

Passe plus stable

Le recul et l'avancée diminuent simultanément à l'embouchure. Cela est compatible avec une mobilité réduite, mais peut aussi refléter un retour après une phase d'érosion intense.

Cohérent avec les résultats ne veut pas dire démontré

Ces mécanismes sont cohérents avec les observations, mais l'étude ne mesure directement ni les volumes déposés par secteur, ni les changements bathymétriques, ni la submersion.

Pourquoi la stabilité du cordon compte pour la lagune

- Séparation lagune–océan : **le cordon joue un rôle de barrière physique et sa rupture peut modifier brutalement les échanges.**
- **Risque de brèche et de submersion : la stabilité observée peut être pertinente pour la gestion du risque, mais elle n'est pas une mesure directe du risque de submersion.**
- **Circulation hydraulique : la géométrie de la passe et la profondeur des fonds peuvent influencer les échanges entre la lagune et la mer.**
- **Suivi intégré nécessaire : associer le trait de côte à la bathymétrie, aux niveaux d'eau, à la salinité et aux données de chantier.**



Les conséquences pour la lagune sont des implications plausibles, à vérifier par des mesures dédiées.

Bouche du Roy • Sentinel-2 • QSCAT • Avant 2019–2022 / Après 2023–2026

Limites à exposer clairement

- **Image 2019 moins nette :** un décalage potentiel d'environ un pixel peut affecter les moyennes de la phase avant ; le seuil de 30 m limite ce biais sans l'éliminer.
- **Résolution spatiale :** Sentinel-2 offre 10 m pour la bande verte et 20 m pour B11 ; les mouvements proches de 20–40 m doivent être interprétés avec prudence.
- **Peu de dates par phase :** quatre images et trois intervalles par phase ; NSM/EPR repose sur les deux dates extrêmes et peut masquer des oscillations intermédiaires.
- **Transects non appariés :** les lignes de base et les transects sont différents entre phases ; les comparaisons sont réalisées par zone, pas transect par transect.
- **Embouchure naturellement mobile :** crues, apports fluviaux, houle et migration de la passe compliquent l'attribution des changements au dragage.
- **Effets indirects possibles :** le sable redistribué ou les changements de profondeur peuvent aussi influencer les secteurs voisins et réduire le contraste avec le témoin.
- **Durabilité inconnue :** le suivi postérieur à 2026 est nécessaire pour savoir si la stabilisation se maintient.

Limites synthétisées de la section 4.4 de l'article.

Le recul marqué a fortement diminué dans la zone draguée.

19,5 % → 2,3 % des transects en recul ; environ 1,27 km → 0,15 km de côte concernée.

La zone témoin est restée globalement stable.

La baisse dépasse celle du témoin de 14,9 points (IC 95 % : −23 à −7).

Les résultats sont compatibles avec un effet bénéfique, sans prouver toute la causalité.

L’accrétion n’est pas démontrée ; la bathymétrie, les dépôts et la durabilité doivent être suivis.

Questions : réponses préparées

Peut-on dire que le dragage est responsable ?

Les résultats soutiennent une association et un effet net par rapport au témoin ; la causalité complète reste à établir.

Pourquoi ne pas conclure à l'accrétion ?

La proportion en accrétion passe de 5,7 % à 8,3 %, mais l'effet net estimé n'est pas significatif.

Pourquoi un seuil de 30 m ?

Il réduit la sensibilité aux petits écarts de position et tient compte de l'incertitude liée à la résolution et à l'extraction.

La lagune est-elle moins submergée ?

L'étude ne mesure pas la submersion ; cette hypothèse nécessite des données de profondeur et de niveaux d'eau.

La stabilité va-t-elle durer ?

Impossible de le savoir avec quatre années par phase : un suivi après 2026 est indispensable.

Références bibliographiques essentielles

AMOUSSOU E. et al. (2026). Dynamique des cordons littoraux dans la zone de la Bouche du Roy au Bénin dans le contexte du dragage du lac Ahémé et de ses chenaux. GEOTROPE, 01, 25–34.

ANDEMI H. G. et al. (2021). Hydro-Sedimentary Dynamics of the Grand-Popo Lagoon Located Upstream of the Mobile Embouchure “Bouche du Roy” in South-Western Benin. Journal of Geoscience and Environment Protection, 9(11). https://doi.org/10.4236/gep.2021.911008

ANTHONY E. J. et al. (2019). Response of the Bight of Benin coastline to anthropogenic and natural forcing, Part 2. Continental Shelf Research, 173, 93–103. https://doi.org/10.1016/j.csr.2018.12.006

DRUSCH M. et al. (2012). Sentinel-2: ESA's Optical High-Resolution Mission for GMES Operational Services. Remote Sensing of Environment, 120, 25–36. https://doi.org/10.1016/j.rse.2011.11.026

FACUN L. P. et al. (2024). QGIS Shoreline Change Analysis Tool (QSCAT). Zenodo. https://doi.org/10.5281/zenodo.12771120

HIMMELSTOSS E. A. et al. (2018). Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 5.0 user guide. USGS Open-File Report 2018–1179. https://doi.org/10.3133/ofr20181179

LAÏBI R. A. (2011). Dynamique actuelle d’une embouchure fluviale estuarienne à flèche sableuse : la Bouche du Roy (Bénin, Golfe de Guinée). Thèse de doctorat.

LAWSON S. K. et al. (2021). Morphodynamics and Evolution of Estuarine Sandspits along the Bight of Benin Coast, West Africa. Water, 13(21), 2977. https://doi.org/10.3390/w13212977

MCFEETERS S. K. (1996). The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. International Journal of Remote Sensing, 17(7), 1425–1432. https://doi.org/10.1080/01431169608948714

NICHOLLS R. J. & CAZENAVE A. (2010). Sea-level rise and its impact on coastal zones. Science, 328, 1517–1520. https://doi.org/10.1126/science.1185782

PARKINSON R. W. & OGURCAK D. E. (2018). Beach nourishment is not a sustainable strategy to mitigate climate change. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 212, 203–209. https://doi.org/10.1016/j.ecss.2018.07.011

SYVITSKI J. P. M. et al. (2005). Impact of humans on the flux of terrestrial sediment to the global coastal ocean. Science, 308, 376–380. https://doi.org/10.1126/science.1109454

THIELER E. R. et al. (2009). Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0. USGS Open-File Report 2008–1278. https://doi.org/10.3133/ofr20081278

XU H. (2006). Modification of normalised difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery. International Journal of Remote Sensing, 27(14), 3025–3033. https://doi.org/10.1080/01431160600589179