Revue-IRS

Revue Internationale de la Recherche Scientifique (Revue-IRS)

ISSN: 2958-8413

Vol. 4, No. 6, novembre 2026

This is an open access article under the CC BY-NC-ND license.

Évolution du trait de côte et perceptions de l'érosion côtière dans la commune des Lacs 1 au Togo, 2000-2024

Komi LOKO[1], Pessièzoum ADJOUSSI[2], Dodji Kouami ADJAHO[2]

[1]Centre d'Excellence Régionale sur les villes durables en Afrique (CERVIDA), Université de Lomé, Togo
[2]Laboratoire de Télédétection Appliquée et de Géo-informatique (LTAG), Université de Lomé, Togo

Résumé : L'érosion côtière peut être abordée à travers l'évolution mesurée du trait de côte et la perception qu'en ont les riverains. Cet article confronte ces deux dimensions dans la commune des Lacs 1 (Togo). Six positions du trait de côte (2000-2024) ont été extraites de composites médians Landsat de saison sèche à l'aide de l'indice MNDWI, puis analysées avec le Digital Shoreline Analysis System (DSAS) sur 191 transects couvrant environ 9,5 km de côte. Les résultats ont été comparés au produit Coastlines de Digital Earth Africa (DEA) et complétés par une enquête auprès de 200 riverains. Le taux d'évolution moyen (EPR) est de -0,87 m/an, mais la médiane du NSM est positive (+3,6 m), ce qui traduit une forte hétérogénéité spatiale. Après prise en compte de l'incertitude, 25,7 % des transects sont en érosion significative, 45,0 % stables et 29,3 % en accrétion. La zone 6, à l'est, enregistre le recul le plus marqué (-5,05 m/an), tandis que les zones 2 et 4 sont en accrétion. La comparaison avec DEA montre une forte concordance (r = 0,971 ; accord de classification de 84,8 %). Selon l'enquête, 70 % des riverains situent le recul le plus rapide entre 2010 et 2020, 70 % l'attribuent aux aménagements portuaires et 60 % perçoivent une atténuation de l'érosion depuis la construction des ouvrages de protection. Ces perceptions convergent avec les mesures dans plusieurs secteurs, mais s'en écartent autour de l'embouchure. L'étude souligne l'intérêt de croiser indicateurs morphodynamiques et perceptions locales.

Mots-clés : Érosion côtière ; trait de côte ; perception des populations ; DSAS ; commune des Lacs 1 ; Togo.

Digital Object Identifier (DOI): https://doi.org/10.5281/zenodo.**24285420**

1 Introduction

Les littoraux sableux constituent des systèmes morphodynamiques particulièrement sensibles aux variations des conditions hydrodynamiques et aux perturbations du transit sédimentaire. Ils représentent environ 31 % du linéaire côtier mondial libre de glace, tandis que près de 24 % de ces côtes connaissent actuellement un recul supérieur à 0,5 m/an (Luijendijk et al., 2018). Cette dynamique pourrait être renforcée dans certaines régions sous l'effet de l'élévation du niveau marin, avec des conséquences importantes pour les espaces habités, les infrastructures et les activités économiques littorales (Vousdoukas et al., 2020 ; IPCC, 2023).

L'érosion côtière figure parmi les principales formes de dégradation de ces espaces. Elle se traduit par un recul du trait de côte et résulte de l'interaction entre les conditions hydrodynamiques, la disponibilité sédimentaire et les interventions humaines qui modifient les équilibres morphosédimentaires.

Dans le golfe de Guinée, cette problématique est particulièrement marquée en raison de la dynamique sédimentaire qui caractérise ses littoraux. La dérive littorale dominante d'ouest en est, associée aux houles australes, assure un transport longitudinal des sédiments le long de la côte. La perturbation de ce transit par les infrastructures portuaires et les ouvrages de protection peut toutefois modifier localement les équilibres sédimentaires et favoriser le recul du trait de côte (Blivi & Adjoussi, 2004 ; MOLOA, 2017). Les enjeux sont considérables dans une région où les espaces côtiers concentrent une part majeure de la population et des activités économiques. À l'échelle de quatre pays de l'Afrique de l'Ouest, à savoir le Bénin, la Côte d'Ivoire, le Sénégal et le Togo, les dommages liés à la dégradation du littoral ont ainsi été estimés à 3,8 milliards de dollars en 2017, dont environ 964 millions de dollars imputables à l'érosion côtière (Croitoru et al., 2019).

Au Togo, le littoral, long d'environ 50 km, constitue un espace fortement urbanisé et aménagé, où les transformations du bilan sédimentaire ont été largement documentées. Les travaux de Blivi (1993), Blivi et Adjoussi (2004), Adjoussi (2008), Adjaho (2021) et Kpekpassi (2020, 2024) montrent que l'évolution du trait de côte résulte de l'interaction entre les processus naturels et les interventions humaines, notamment les infrastructures portuaires et les ouvrages de protection. La construction du port de Lomé et les aménagements successifs du littoral ont été associés à des modifications des conditions de transit et de redistribution des sédiments, dans un contexte marqué par de forts contrastes spatiaux entre secteurs en érosion et secteurs en accrétion.

La commune des Lacs 1, située dans la partie sud-est du littoral togolais, constitue dans ce contexte un secteur particulièrement pertinent pour l'étude de cette dynamique. Son front océanique, long d'environ 9,5 km, est caractérisé par un cordon sableux étroit où se conjuguent zones basses, habitat dense et activités de pêche, de commerce et de tourisme. Ce front est soumis à l'influence de la dérive littorale et de plusieurs facteurs susceptibles de modifier localement le bilan sédimentaire, notamment les infrastructures situées en amont-dérive, les ouvrages de protection et les variations de la configuration de l'embouchure lagunaire. La documentation disponible témoigne d'une dynamique érosive ancienne dans ce secteur, où des travaux de protection ont été réalisés dans le cadre du projet WACA de la Banque mondiale, entre 2022 et 2024.

Le littoral y demeure toutefois un milieu en constante recomposition sous l'effet des processus naturels, des interventions humaines et des événements hydroclimatiques. L'évolution récente du trait de côte nécessite dès lors d'être régulièrement réévaluée afin de tenir compte des transformations intervenues au cours des dernières années. Au-delà de la mesure du recul du trait de côte, l'analyse de l'érosion côtière gagne également à intégrer la manière dont ce phénomène est perçu et vécu par les populations riveraines. Les indicateurs issus de l'imagerie satellitaire permettent de quantifier les déplacements du trait de côte et d'identifier les secteurs les plus affectés, mais ils ne renseignent pas directement sur les changements observés par les populations, les pertes subies ou leur perception de l'évolution du phénomène. La confrontation entre les mesures quantitatives de l'évolution du trait de côte et les perceptions locales permet ainsi de mettre en relation la dynamique physique du littoral avec ses manifestations territoriales et sociales.

Dans cette perspective, la présente étude analyse l'évolution du trait de côte de la commune des Lacs 1 entre 2000 et 2024, à partir d'images Landsat et d'une analyse par transects, puis confronte les tendances mesurées aux perceptions des populations riveraines.

2 Zone d'étude

La commune des Lacs 1 est située dans la région Maritime du Togo, au sein de la préfecture des Lacs. Elle a pour chef-lieu la ville d'Aného. Elle se localise approximativement à 6°14'00'' N et 1°36'00'' E. Elle couvre une superficie d'environ 7 077 hectares, soit 70,8 km², pour une population estimée à 52 994 habitants (INSEED, 2023). Sa position de chef-lieu de préfecture et de carrefour entre les communes voisines des Lacs 2 (Aklakou), Lacs 3 (Agbodrafo) et Lacs 4 (Anfoin) lui confère une fonction de liaison, faisant de la commune un espace de convergence des flux et des échanges à l'échelle préfectorale.

L'ouverture maritime de la commune sur l'océan Atlantique, dans le golfe de Guinée, constitue l'un des principaux éléments structurants de son territoire. Elle se double d'une position transfrontalière stratégique avec le Bénin, matérialisée par la route nationale n° 2 qui, intégrée au corridor Abidjan-Lagos, relie le territoire communal au poste-frontière de Sanvee Kondji/Hillacondji. Sur le plan morphologique, le territoire communal associe plusieurs unités spatiales. Il comprend notamment un cordon littoral sableux relativement étroit, sur lequel se concentrent une partie importante des habitations, des infrastructures et des activités humaines, ainsi qu'un système lagunaire associé au lac Togo et à ses différents chenaux. L'arrière-pays est constitué de secteurs de plateaux sableux occupés par un réseau de villages.

Dans le cadre de la présente étude, l'analyse porte spécifiquement sur le front océanique de la commune, sur un linéaire côtier d'environ 9,5 km s'étendant jusqu'à la frontière béninoise (figure 1). Cette longueur correspond au linéaire géographique retenu pour la présente étude, et non à la limite administrative de la commune.

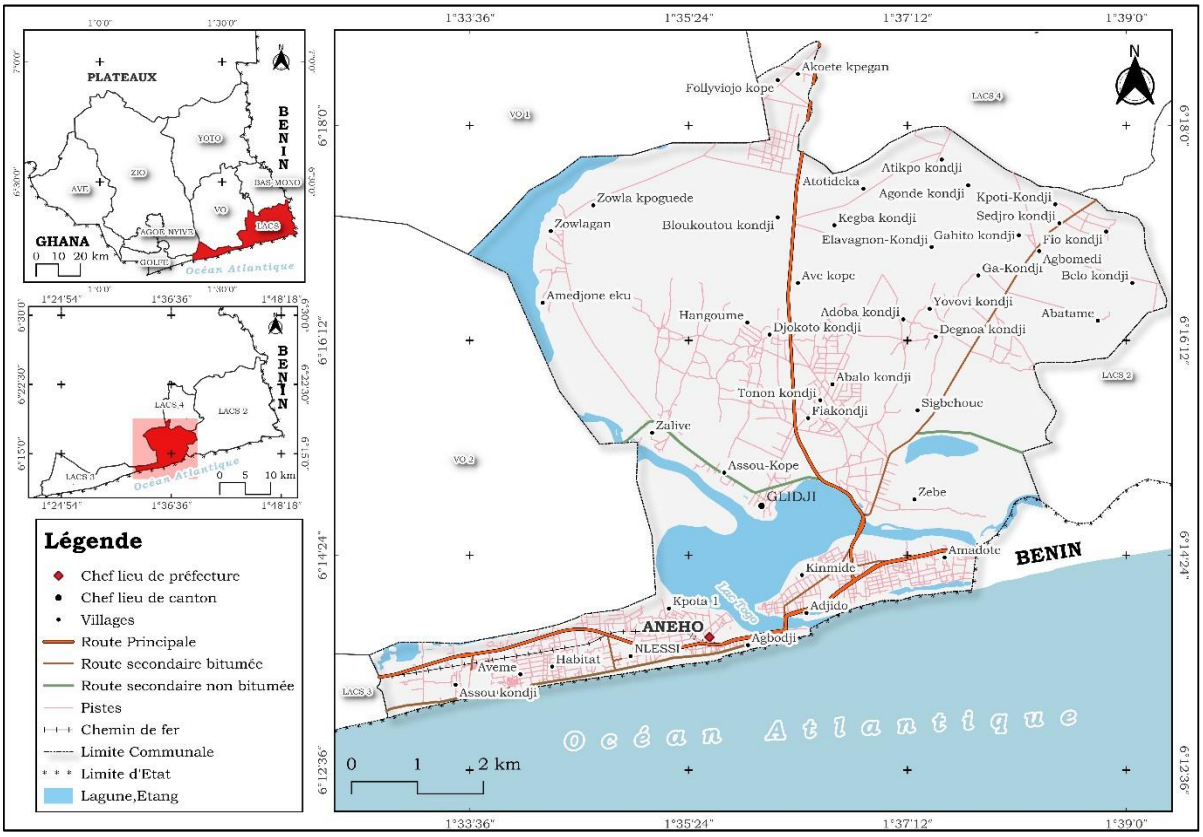


Figure 1. Carte de situation de la commune des Lacs 1.

3 Données et Méthodes

3.1 Extraction des traits de côte à partir des archives LANDSAT

Six traits de côte de référence ont été constitués pour les années cibles 2000, 2005, 2010, 2015, 2020 et 2024, à partir des données acquises par les missions Landsat 7 ETM+, Landsat 8 OLI et Landsat 9 OLI-2 issues de l'USGS Landsat Collection 2, niveau 2 (Level-2 Surface Reflectance), sur le chemin/ligne (path/row) 192/056 (EROS Center, 2020a, 2020b).

Afin de limiter le bruit lié à la nébulosité, à l'état de mer et à la position instantanée de la marée, chaque année cible est représentée non par une scène unique mais par un composite médian de saison sèche correspondant à la période novembre-février, calculé sous Google Earth Engine. Trente-six images ont été mobilisées au total, soit six images par composite en moyenne (2 à 8 selon les années). La limite terre-eau a été extraite par seuillage de l'indice MNDWI[1] avec un seuil fixé à -0,1, à la résolution native de 30 m. Les résultats ont ensuite été projetés dans le système EPSG:32631 (UTM zone 31N), vectorisés puis lissés afin de limiter l'effet d'escalier associé à la trame raster.

Les caractéristiques des six composites sont détaillées dans le tableau 1. La couverture nuageuse est en moyenne de 15,6 % avec un maximum de 36 % pour le composite 2000, le plus contraint en nombre d'images disponibles. L'erreur quadratique moyenne de géoréférencement des scènes de référence est comprise entre 4,3 et 6,4 m, pour une moyenne de 5,13 m. En tenant compte de cette incertitude géométrique, de l'incertitude de délinéation liée à la résolution spatiale de 30 m et des incertitudes résiduelles liées à la délimitation terre-eau et aux conditions hydrodynamiques, une incertitude prudente de ±10 m est retenue pour chaque position du trait de côte dans les calculs DSAS. Il faut préciser que les dates utilisées dans DSAS correspondent à la date médiane de la fenêtre de composition et non à la date de la scène de référence, ce qui explique les écarts observables dans le tableau 1.

Tableau 1. Inventaire et qualité des composites Landsat utilisés pour l'extraction des six traits de côte

Année cible	Capteur	Scène de référence avec date d'acquisition	Images du composite	Nuages sur terre (%)	RMSE géométrique (m)	Date retenue dans DSAS
2000	LANDSAT 7 ETM+	LE07_L2SP_192056_199911 09_20200918_02_T1	2	36,0	5,07	09/01/2000
2005	LANDSAT 7 ETM+	LE07_L2SP_192056_200411 22_20200915_02_T1	5	10,0	4,53	22/11/2004
2010	LANDSAT 7 ETM+	LE07_L2SP_192056_201001 23_20200911_02_T1	8	8,0	4,43	23/01/2010
2015	LANDSAT 8 OLI	LC08_L2SP_192056_201412 28_20200910_02_T1	7	24,6	4,28	15/01/2015
2020	LANDSAT 8 OLI	LC08_L2SP_192056_202001 27_20200823_02_T1	7	4,6	6,04	15/01/2020
2024	LANDSAT 9 OLI-2	LC09_L2SP_192056_202312 13_20231214_02_T1	7	10,5	6,41	15/01/2024

3.2 Analyse de l'évolution du trait de côte par DSAS

Les six positions du trait de côte ont été analysées à l'aide du Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 6.1 (Henderson et al., 2026). Une ligne de base (baseline) a été construite côté terrestre, parallèlement au rivage, à partir de laquelle 191 transects perpendiculaires au trait de côte ont été générés avec un espacement régulier de 50 m sur environ 9,5 km de linéaire côtier.

Les principaux indicateurs calculés sont le Net Shoreline Movement (NSM), le Shoreline Change Envelope (SCE), l'End Point Rate (EPR) et le Linear Regression Rate (LRR), complétés par le coefficient de détermination R^2 associé à la régression linéaire. L'EPR constitue l'indicateur principal retenu pour caractériser la tendance moyenne du déplacement du trait de côte et établir la classification des transects selon les seuils d'incertitude.

[1] Modified Normalized Difference Water Index

Par convention, une valeur négative de l'EPR traduit un recul du trait de côte, associé à une dynamique d'érosion, tandis qu'une valeur positive traduit une avancée, associée à une accrétion.

Pour l'analyse spatiale, le linéaire côtier a été subdivisé en six zones homogènes, définies à partir de la configuration du rivage, de la position des ouvrages et de celle de l'embouchure lagunaire. Deux secteurs centraux initialement distingués, présentant des taux non significatifs dans les deux séries, ont été regroupés afin de conserver une sectorisation plus cohérente avec les résultats.

L'incertitude de position retenue pour chaque trait de côte étant de ±10 m, l'incertitude associée au taux d'évolution entre les deux positions extrêmes est estimée par propagation quadratique des incertitudes (Thieler et al., 2009) :

$$U_{EPR} = \frac{\sqrt{U_1^2 + U_2^2}}{T} \quad (1)$$

où U_1 et U_2 représentent les incertitudes de position des traits de côte initial et final, exprimées en mètres, et T la durée séparant les deux observations, en années. Pour $U_1 = U_2 = 10$ m et $T = 24$ ans :

$$U_{EPR} = \frac{\sqrt{10^2 + 10^2}}{24} = \frac{14{,}14}{24} = 0{,}589 \text{ m/an}$$

La classification des transects est alors définie selon trois modalités :

$$\begin{cases} \text{EPR} < -U_{EPR} & \rightarrow \text{ érosion} \\ -U_{EPR} \leq \text{EPR} \leq +U_{EPR} & \rightarrow \text{ stabilité} \\ \text{EPR} > +U_{EPR} & \rightarrow \text{ accrétion} \end{cases} \quad (2)$$

Un transect classé comme stable ne signifie donc pas que le rivage est immobile, mais que sa tendance n'est pas statistiquement distinguable de zéro compte tenu de l'incertitude de mesure. Cette classification en trois modalités constitue la base de tous les pourcentages de linéaire présentés dans la section 4.

3.3 Comparaison inter-produits et évaluation de la robustesse avec Digital Earth Africa

Afin d'évaluer la robustesse du diagnostic, une seconde analyse DSAS a été conduite à partir du produit Coastlines de Digital Earth Africa. Ce produit, développé à partir d'une méthode automatisée d'extraction du trait de côte (Bishop-Taylor et al., 2021), fournit des positions annuelles du trait de côte dérivées d'images Landsat.

Le protocole d'analyse a été maintenu identique à celui appliqué à la série Landsat (année cible, baseline, espacement de 50 m), ce qui a permis l'appariement des 191 transects communs. Les mêmes indicateurs d'évolution ont ensuite été calculés, notamment le Net Shoreline Movement (NSM) et l'End Point Rate (EPR).

L'incertitude associée au taux d'évolution a été recalculée pour le produit DEA en conservant l'incertitude de ±10 m pour chacune des positions du trait de côte. Les dates associées aux traits de côte DEA étant nominales et fixées au 1er janvier de chaque année, la durée effective entre les deux positions extrêmes est légèrement plus courte (T = 23,6 ans), contre 24 ans pour la série issue des composites Landsat.

L'incertitude du taux d'évolution est ainsi estimée à :

$$U_{EPR}\ (\text{DEA}) = \frac{\sqrt{10^2 + 10^2}}{23{,}6} = \frac{14{,}14}{23{,}6} = 0{,}599\ \text{m/an} \quad (3)$$

contre 0,589 m/an pour la série Landsat. L'écart entre les deux seuils est donc de 0,010 m/an, soit environ 1,7 %. L'effet de cette différence sur la classification des transects a été vérifié (sections 4.1 et 6.3).

La comparaison est ensuite réalisée transect par transect à partir de quatre indicateurs : le coefficient de corrélation de Pearson sur l'EPR (r), le biais moyen, l'écart absolu moyen (EAM) et le taux d'accord des classes d'évolution (A), définis comme suit :

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2}} \quad (4) \qquad \text{Biais} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(x_i - y_i) \quad (5)$$

$$\text{EAM} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}|x_i - y_i| \quad (6) \qquad \text{A} = \frac{100}{n}\sum_{i=1}^{n}\delta_i \quad (7)$$

où x_i et y_i désignent le taux d'évolution (EPR) du transect i calculé respectivement sur la série LANDSAT et sur la série DEA, $\bar{x}$ et $\bar{y}$ les moyennes correspondantes, n le nombre de transects communs (n = 191), et δ_i un indicateur valant 1(δi=1) lorsque les deux séries attribuent la même classe au transect i et 0 (δi=0) dans le cas contraire. Le taux d'accord A s'exprime en pourcentage.

3.4 Enquête sur les perceptions

Le volet social repose sur une enquête conduite en juin 2026 dans les localités riveraines du front océanique de la commune des Lacs 1. L'échantillon comprend 200 personnes enquêtées, réparties dans les différents quartiers côtiers (figure 2). La sélection des enquêtés a été effectuée de manière à diversifier les profils selon le sexe, l'âge, l'ancienneté de résidence et l'activité principale. Le questionnaire, administré en face à face, couvre plusieurs thèmes, notamment : (i) le profil socio-démographique des enquêtés, (ii) la perception de l'existence et de l'ampleur du recul du trait de côte, (iii) les causes, (iv) les signes morphologiques, (v) les pertes subies et stratégies endogènes et (vi) la perception des ouvrages du projet WACA.

Des entretiens semi-directifs ont complété le questionnaire auprès de chefs traditionnels, de pêcheurs, de responsables communaux et d'experts de la protection de l'environnement marin et côtier. Ils ont permis de préciser l'évolution historique du littoral et les réponses locales. Les quartiers enquêtés ont été géoréférencés et rattachés aux six zones DSAS afin de confronter les perceptions locales aux tendances mesurées du trait de côte. Les données ont été traitées sous Excel à partir de tris à plat et, lorsque c'était pertinent, de tris croisés par zone de résidence.

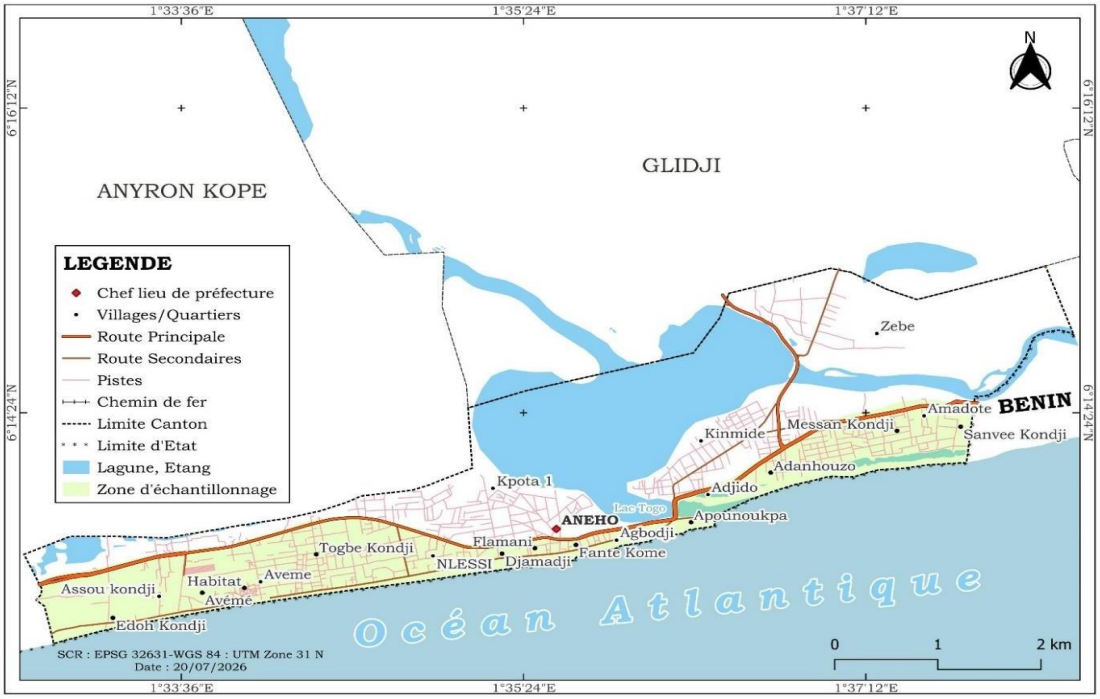


Figure 2. Zone d'échantillonnage de l'enquête

4 Résultats de l'évolution du trait de côte (2000-2024)

4.1 Bilan global

À l'échelle des 191 transects, le trait de côte de la commune des Lacs 1 présente un taux d'évolution moyen de -0,87 m/an selon l'EPR et de -1,15 m/an selon le LRR sur la période 2000-2024. Ces deux indicateurs, calculés selon des approches différentes à partir des mêmes positions du trait de côte, convergent vers un bilan globalement déficitaire. L'EPR repose sur le déplacement entre les positions extrêmes, tandis que le LRR estime une tendance linéaire à partir de l'ensemble des six positions. Rapporté à la durée de la période étudiée, le taux EPR correspond à un déplacement net moyen de l'ordre d'une vingtaine de mètres sur vingt-quatre ans.

Les indicateurs descriptifs NSM et SCE permettent de préciser la nature de ce bilan. Le déplacement net (NSM) est en moyenne de -20,9 m sur les 191 transects, valeur cohérente avec le taux EPR rapporté à la durée de la période. Cette moyenne masque toutefois une distribution fortement asymétrique : la médiane est positive (+3,6 m) et seuls 71 transects (37,2 %) présentent un déplacement net négatif. Le bilan moyen négatif à l'échelle communale est ainsi principalement porté par un nombre limité de transects caractérisés par des reculs importants. Cette dynamique est particulièrement marquée dans le secteur oriental, où le NSM moyen atteint -121,4 m, avec des valeurs individuelles comprises entre -153,3 m et +76,4 m et un écart-type de 61,8 m.

Le SCE (Shoreline Change Envelope) apporte une information complémentaire sur l'amplitude des déplacements du trait de côte au cours de la période. Il s'établit en moyenne à 63,5 m, pour une médiane de 42,5 m, et atteint un maximum de 266,3 m au transect 130. Ce transect, situé dans un secteur intermédiaire, présente toutefois un bilan net légèrement positif. Ce résultat montre qu'une forte mobilité du trait de côte ne correspond pas nécessairement à un recul net durable : certains secteurs peuvent connaître d'importantes fluctuations entre les différentes positions du rivage tout en présentant, sur l'ensemble de la période, un déplacement net faible ou positif.

La classification des transects à partir du seuil d'incertitude de 0,589 m/an confirme cette forte hétérogénéité. Au total, 49 transects (25,7 %) sont classés en érosion significative, 86 (45,0 %) sont considérés comme stables et 56 (29,3 %) comme étant en accrétion (tableau 2). La moyenne communale ne traduit donc pas un recul généralisé du littoral, mais résulte principalement de taux de recul élevés concentrés sur une portion limitée du linéaire.

Cette hétérogénéité s'observe également dans la qualité de l'ajustement linéaire. Seuls 42,4 % des transects présentent un $R^2 \geq 0,5$, ce qui suggère que, sur une part importante du linéaire, l'évolution du rivage ne suit pas une tendance linéaire régulière et peut être marquée par des phases successives d'avancée et de recul. Le profil longitudinal des EPR (figure 3) confirme que le déficit se concentre principalement dans la portion orientale du linéaire, au-delà du transect 145 environ, tandis que les secteurs occidentaux et centraux se situent davantage autour de l'équilibre ou présentent localement une tendance à l'accrétion.

Dans chacune des deux séries, aucun transect ne présente une valeur absolue d'EPR comprise entre 0,589 et 0,599 m/an. Pour une série donnée, l'application de l'un ou l'autre seuil conduit donc à une classification identique. Les différences de répartition entre les séries LANDSAT et DEA (tableau 2) résultent ainsi des écarts entre les taux d'évolution eux-mêmes, et non de la différence entre les seuils.

Tableau 2. Répartition du linéaire par classe d'évolution après application du seuil d'incertitude (2000-2024)

Classe d'évolution	Nb de transects (LANDSAT)	% du linéaire (LANDSAT)	Nb de transects (DEA)	% du linéaire (DEA)
Érosion (EPR < −seuil)	49	25,7 %	51	26,7 %
Stabilité (|EPR| ≤ seuil)	86	45,0 %	81	42,4 %
Accrétion (EPR > +seuil)	56	29,3 %	59	30,9 %
Total	**191**	**100,0 %**	**191**	**100,0 %**

Source : analyse DSAS. Classification selon l'équation (2), avec un seuil d'incertitude de 0,589 m/an pour la série LANDSAT et de 0,599 m/an pour la série DEA.

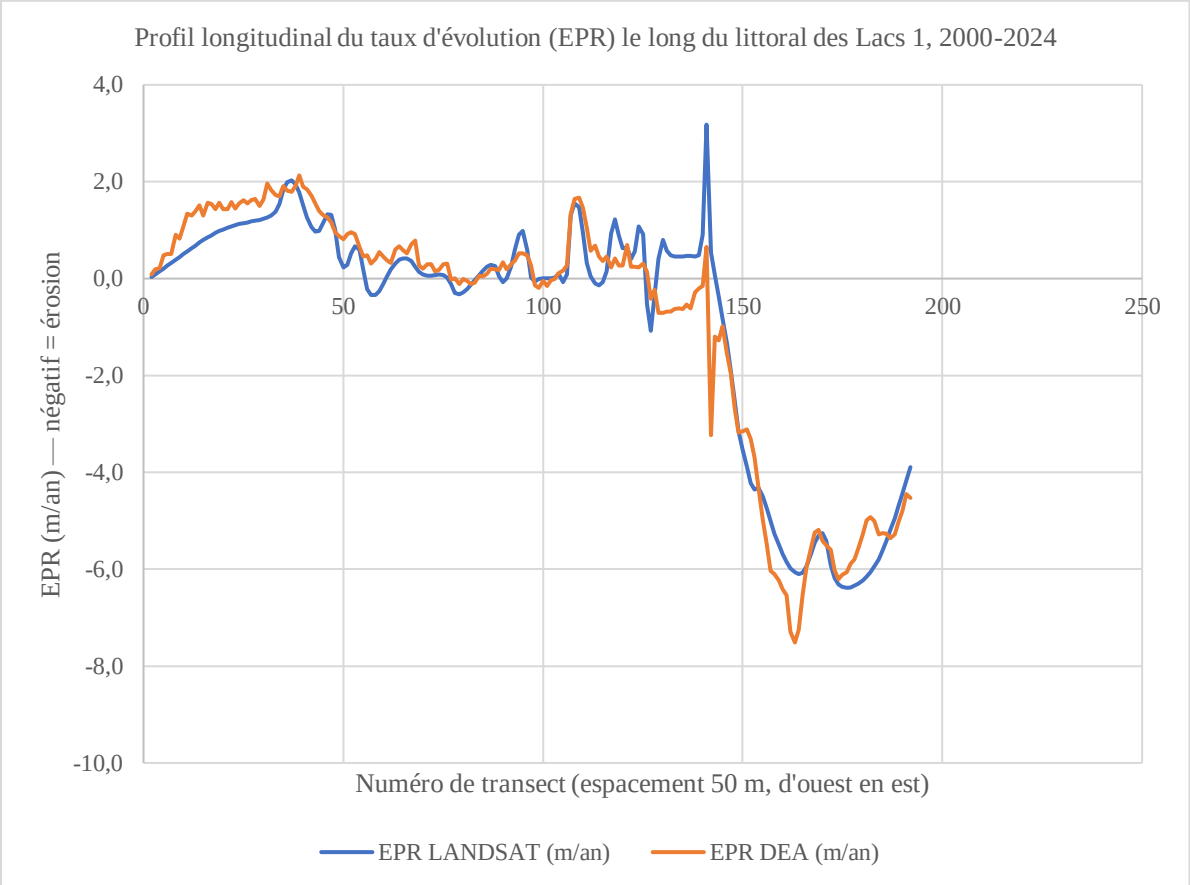


Figure 3. Profil longitudinal du taux d'évolution (EPR, m/an) calculé transect par transect le long du littoral de la commune des Lacs 1, 2000-2024, selon les deux sources de traits de côte.

4.2 Différenciation spatiale : un déficit concentré à l'est, des secteurs en accrétion

Le découpage du linéaire en six zones fait apparaître une organisation spatiale très contrastée (tableau 3, figures 4 et 5). La zone 6, située à l'extrémité orientale du secteur étudié, se distingue nettement par un EPR moyen de -5,05 m/an sur 48 transects. Ce secteur concentre ainsi l'essentiel du déficit observé à l'échelle communale et constitue le *hotspot* de l'érosion. À l'inverse, les zones 2 et 4 présentent des taux d'évolution positifs, respectivement de +1,21 m/an et +0,76 m/an, correspondant à une dynamique d'accrétion significative. Les zones 1, 3 et 5 présentent quant à elles des taux inférieurs au seuil d'incertitude et sont classées comme stables. Cette stabilité ne traduit pas une immobilité du rivage, mais l'absence d'une tendance directionnelle suffisamment importante pour être distinguée de l'incertitude associée à la mesure.

Le contraste spatial observé entre les secteurs en accrétion et le secteur oriental en fort recul est compatible avec une organisation du transit sédimentaire contrôlée par la dérive littorale dominante et par la présence d'ouvrages susceptibles de modifier localement la redistribution des sédiments. L'accrétion observée dans les zones 2 et 4 peut notamment être interprétée comme compatible avec une accumulation sédimentaire à proximité des ouvrages, tandis que le recul marqué de la zone 6 pourrait traduire un déficit sédimentaire persistant dans le secteur oriental. Le rôle de l'embouchure lagunaire constitue également un facteur susceptible de contribuer à cette différenciation spatiale.

Tableau 3. Taux d'évolution moyen (EPR, m/an) par zone et comparaison des deux sources de traits de côte

Zone	n transects (LANDSAT)	EPR LANDSAT (m/an)	n transects (DEA)	EPR DEA (m/an)	Écart (L − D)	Classe dominante LANDSAT	Classe dominante DEA	Diagnostic concordant
Zone 1	10	0,297	6	0,332	-0,035	Stable	Stable	Oui
Zone 2	37	1,206	47	1,442	-0,236	Accrétion	Accrétion	Oui
Zone 3	68	0,193	52	0,242	-0,048	Stable	Stable	Oui
Zone 4	7	0,756	6	1,292	-0,535	Accrétion	Accrétion	Oui
Zone 5	21	0,472	29	-0,050	0,523	Stable	Stable	Oui
Zone 6	48	-5,054	51	-4,895	-0,159	Érosion	Érosion	Oui
Total commune	**191**	**-0,872**	**191**	**-0,843**	**-0,029**	**Érosion**	**Érosion**	**Oui**

Ces résultats montrent ainsi que l'érosion n'est pas distribuée uniformément le long du front océanique communal. Le contraste entre les secteurs occidentaux et centraux, globalement stables ou en accrétion, et la zone 6, caractérisée par un recul moyen supérieur à 5 m/an, souligne l'existence de dynamiques morphosédimentaires fortement différenciées à l'échelle du littoral étudié.

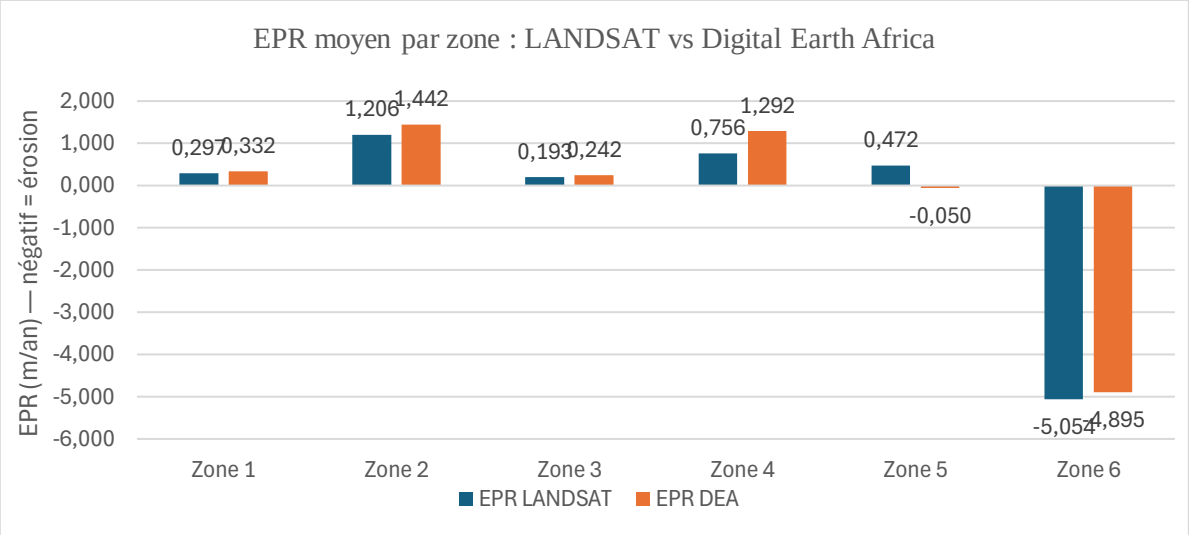


Figure 4. Taux d'évolution moyen (EPR, m/an) par zone selon les deux sources de traits de côte.

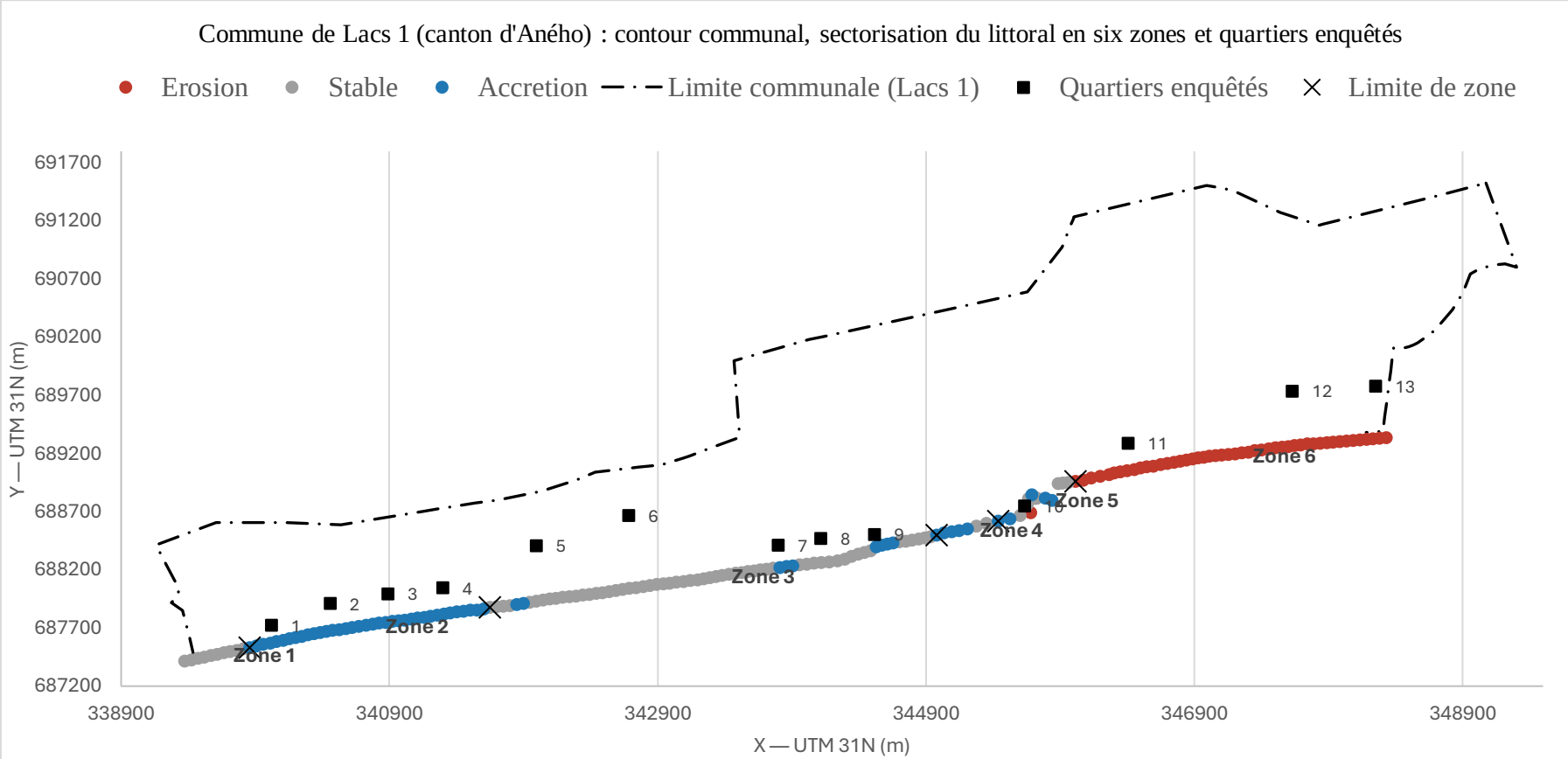


Figure 5. Classification des 191 transects selon la tendance d'évolution 2000-2024 (érosion, stabilité, accrétion). Projection EPSG:32631 (UTM 31N), traitement DSAS v6.1.

4.3 Comparaison inter-produits avec DEA

La comparaison des deux analyses DSAS, l'une fondée sur les traits de côte extraits des composites LANDSAT et l'autre sur le produit Coastlines de Digital Earth Africa, montre une forte concordance des taux d'évolution (tableau 4 et figure 6). Le coefficient de corrélation de Pearson calculé sur l'EPR atteint 0,971 (R^2 = 0,942), tandis que le biais moyen est négligeable (-0,03 m/an) et l'écart absolu moyen (0,46 m/an) reste inférieur au seuil d'incertitude retenu. À l'échelle des classes, 84,8 % des transects reçoivent le même diagnostic dans les deux analyses. Les taux moyens à l'échelle communale sont également proches, avec -0,87 m/an pour la série LANDSAT contre -0,84 m/an pour le produit DEA, tandis que les taux LRR diffèrent de 0,07 m/an.

Tableau 4. Indicateurs de concordance entre l'analyse LANDSAT et l'analyse Digital Earth Africa

Indicateur de concordance	Valeur
Coefficient de corrélation r (EPR)	0,971
Coefficient de détermination R^2	0,942
Biais moyen (m/an)	-0,029
Écart absolu moyen (m/an)	0,462
Taux d'accord des classes	84,8 %
EPR moyen LANDSAT (m/an)	-0,87
EPR moyen DEA (m/an)	-0,84

Les divergences résiduelles sont concentrées principalement sur des transects situés au voisinage de l'embouchure lagunaire. Dans ce secteur, la délimitation terre-eau est instable et peut être particulièrement sensible aux effets de la turbidité, à la largeur du chenal et à la résolution spatiale des données. Sur ces transects, l'écart entre les deux produits dépasse 1 m/an et on note des changements de signe du taux d'évolution.

Ces résultats doivent être interprétés avec prudence, compte tenu de la sensibilité de l'extraction dans ce secteur morphologiquement complexe. Ils ne permettent pas, à eux seuls, d'attribuer les écarts à une évolution géomorphologique réelle. La concordance obtenue entre les deux traitements constitue ainsi un élément de robustesse du diagnostic, en montrant que l'organisation spatiale générale du recul et de l'accrétion est peu sensible au choix du produit de trait de côte utilisé.

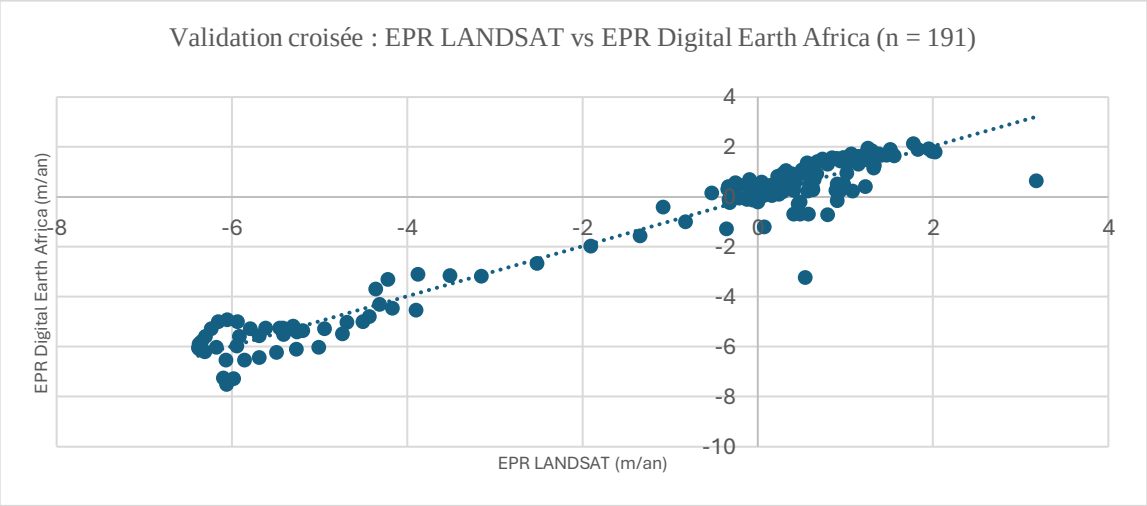


Figure 6. Nuage de points des taux d'évolution (EPR) ; côté LANDSAT (abscisses) et DEA (ordonnées).

5 Résultats des perceptions sociales de l'érosion

5.1 Profil des enquêtés et conditions d'observation

L'enquête a été conduite en juin 2026 auprès de 200 personnes résidant dans les quartiers côtiers de la commune (figure 2). L'échantillon a été constitué en tenant compte du sexe, de l'âge, de l'ancienneté de résidence et de l'activité principale, de manière à privilégier les ménages installés antérieurement à la période analysée et disposant, de ce fait, d'une mémoire directe de l'évolution du rivage. Des entretiens semi-directifs complémentaires, conduits auprès de chefs traditionnels, de pêcheurs, de responsables communaux et de spécialistes de la protection du littoral, permettent de replacer les réponses individuelles dans l'évolution de long terme du secteur. Les activités déclarées sont dominées par la pêche artisanale, la transformation des produits halieutiques, le maraîchage, le petit commerce et les services liés à la fréquentation balnéaire. Ces activités témoignent de la forte dépendance d'une partie des populations aux ressources et aux espaces littoraux et soulignent, de ce fait, leur sensibilité aux transformations du trait de côte.

5.2 Perception de l'ampleur et de la temporalité du recul

Les enquêtés décrivent un littoral dont la largeur s'est fortement réduite au cours des deux à trois dernières décennies. Invités à caractériser la plage d'Aného telle qu'elle se présentait il y a vingt à trente ans, ils évoquent une plage très large, support d'activités de pêche, d'un terrain de football et d'habitations en bordure de mer. Ils décrivent aujourd'hui une plage fortement rétrécie, un recul marqué du trait de côte et la disparition ou le déplacement de certains espaces de vie (tableau 5). Cette perception est compatible avec le bilan morphodynamique établi sur l'ensemble de la période étudiée : le taux moyen de -0,87 m/an correspond à un déplacement net de l'ordre d'une vingtaine de mètres entre 2000 et 2024, tandis que le taux de -5,05 m/an observé dans la zone 6 correspondrait, s'il était constant sur l'ensemble de la période, à un recul net moyen de 120 m (NSM).

Tableau 5. Perception des caractéristiques de la plage d'Aného il y a 20 à 30 ans et aujourd'hui

Caractéristiques	Il y a 20-30 ans	Aujourd'hui
Largeur de la plage	Plage très large	Plage fortement réduite
Pêche	Activités de pêche importantes	Activités de pêche réduites
Football	Existence d'un terrain de football	Terrain de football disparu
Habitations	Nombreuses habitations en bord de mer	Habitations détruites ou déplacées
Trait de côte	Côte stable	Recul marqué du trait de côte

Source : enquêtes de terrain et analyse des données, 2026

La temporalité perçue apporte un éclairage complémentaire sur l'évolution du phénomène. Interrogés sur la période au cours de laquelle le recul leur a paru le plus rapide, 70 % des enquêtés désignent la décennie 2010-2020, contre 15 % pour la période 2000-2010 et 6 % pour les années antérieures à 2000. Seuls 5 % situent la période de recul la plus rapide après 2020, tandis que 4 % ne se prononcent pas (figure 7a).

Cette concentration des réponses sur la décennie 2010-2020 est particulièrement intéressante au regard de la dynamique d'aménagement du littoral togolais, marquée notamment par les travaux de construction de la digue de LCT au port de Lomé en 2012 et ceux du port de pêche entre 2017 et 2019. La perception du rôle de ces aménagements est examinée plus spécifiquement dans la section suivante (section 5.3).

Toutefois, l'analyse diachronique réalisée dans cette étude repose sur la comparaison des positions du trait de côte entre 2000 et 2024 et ne permet pas de caractériser directement les variations du taux d'érosion au cours des différentes sous-périodes. La période 2010-2020 est donc interprétée ici comme une période de recul particulièrement marquée dans la perception des populations, et non comme une phase d'accélération établie à partir des données satellitaires. Cette perception constitue néanmoins un indicateur important de la lecture sociale de l'évolution du littoral.

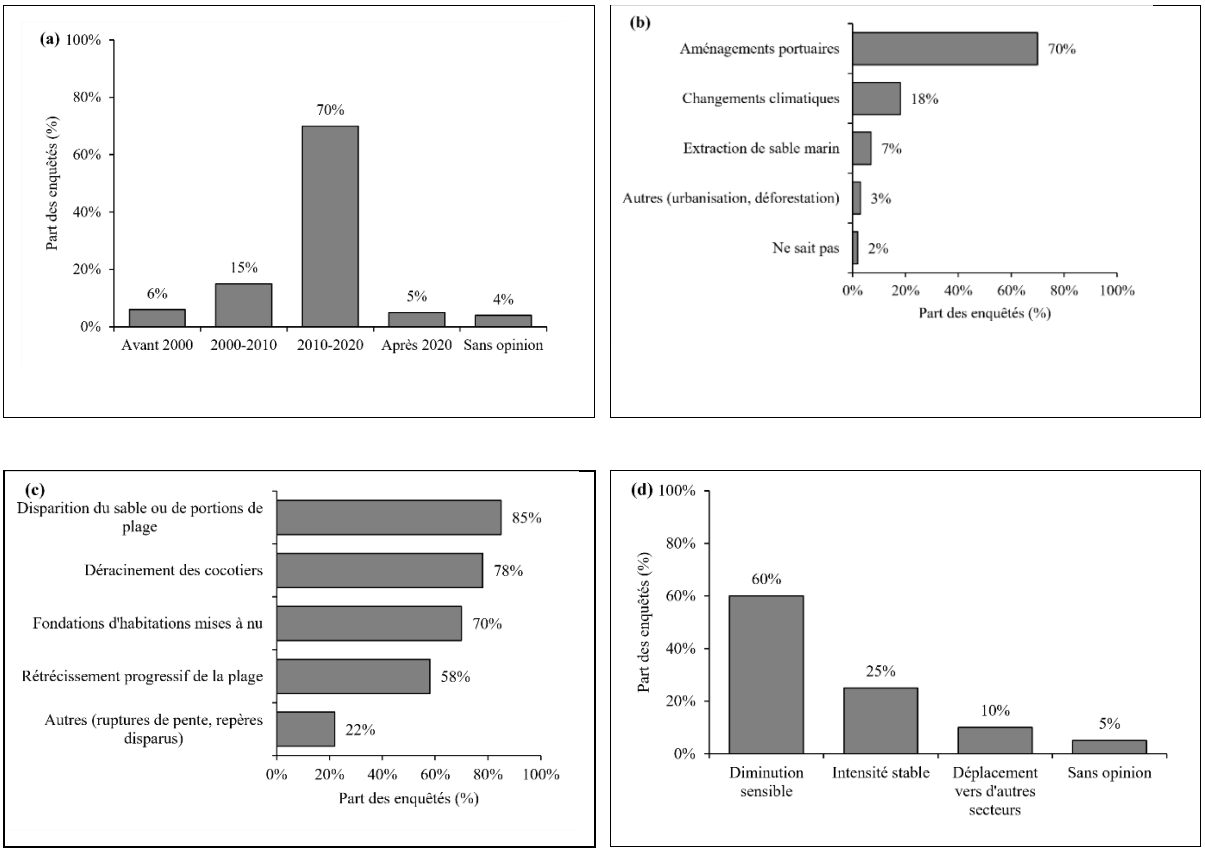


Figure 7. Perceptions de l'érosion côtière dans la commune des Lacs 1 (n = 200). (a) Période au cours de laquelle le recul a été perçu comme le plus rapide ; (b) causes principales citées ; (c) signes morphologiques observés (question à réponses multiples, total supérieur à 100 %) ; (d) évolution perçue de l'érosion depuis la mise en service des ouvrages de protection. Source : enquête de terrain, juin 2026.

5.3 Causes perçues et saisonnalité

Les causes perçues du recul apparaissent fortement polarisées. Les aménagements portuaires, notamment le port de Lomé, le port de pêche et les ouvrages associés, sont désignés comme cause principale par 70 % des enquêtés. Ils sont suivis par les changements climatiques (18 %), évoqués notamment à travers l'élévation du niveau marin et l'augmentation de la force des houles, puis par l'extraction de sable marin (7 %). L'urbanisation du littoral et la déforestation représentent 3 % des réponses, tandis que 2 % des enquêtés déclarent ne pas savoir (figure 7b).

Cette répartition montre que les populations associent majoritairement le recul du trait de côte aux infrastructures et aux aménagements portuaires. Cette perception peut être rapprochée de la différenciation spatiale mise en évidence par l'analyse DSAS : les zones 2 et 4, situées à l'ouest et au centre-est, présentent des taux d'accrétion respectifs de +1,21 m/an et +0,76 m/an, tandis que la zone 6, située à l'est, enregistre un recul moyen de -5,05 m/an (tableau 3, figures 4 et 5). Ce contraste spatial est compatible avec l'hypothèse d'une redistribution sédimentaire différenciée le long du littoral, susceptible d'être influencée par les ouvrages implantés en amont-dérive, et rejoint les mécanismes de perturbation du transit sédimentaire documentés dans les travaux antérieurs sur le littoral togolais.

Toutefois, cette cohérence ne permet pas, à elle seule, d'établir une relation causale entre les aménagements portuaires et les taux d'évolution mesurés à l'échelle de la commune. Les données de perception renseignent sur l'interprétation que les populations font du phénomène, tandis que l'analyse DSAS caractérise son expression spatiale et temporelle. L'établissement d'une relation causale nécessiterait des données complémentaires permettant notamment de caractériser l'évolution du transit sédimentaire et la dynamique du littoral avant et après les différents aménagements.

Les réponses relatives à une éventuelle saisonnalité de l'érosion apparaissent, quant à elles, dispersées et ne font ressortir aucune période dominante. Contrairement à d'autres aléas observés dans la commune, notamment la pollution et la submersion marine, auxquels les enquêtés associent des périodes saisonnières plus précises, l'érosion est principalement décrite comme un processus continu et progressif. Cette représentation est compatible avec le caractère chronique de l'évolution du trait de côte sur ce littoral, où le recul peut résulter d'une perturbation durable du bilan sédimentaire plutôt que d'événements ponctuels. Elle doit toutefois être considérée comme une perception du rythme du phénomène, et non comme une mesure directe de sa variabilité saisonnière.

5.4 Signes morphologiques mobilisés par les populations

Les populations identifient l'érosion à travers plusieurs manifestations directement observables sur le littoral. La disparition totale du sable ou de portions entières de plage constitue la manifestation la plus fréquemment citée (85 % des enquêtés), suivie du déracinement des cocotiers (78 %), de la mise à nu des fondations d'anciennes habitations (70 %) et du rétrécissement progressif de la plage (58 %). D'autres manifestations sont également mentionnées par 22 % des enquêtés, notamment la formation de ruptures de pente et la disparition d'anciens repères paysagers (figure 7c). Ces perceptions sont étayées par les documents photographiques consultés. Les clichés réalisés en mai 2024 par les services techniques de la commune dans le quartier d'Adanhouzo illustrent notamment l'amincissement du cordon sableux au contact du bâti, l'exposition des systèmes racinaires, la présence d'une rupture de pente continue et d'un escarpement d'érosion de plusieurs dizaines de centimètres (figure 8).

L'ensemble de ces éléments met ainsi en évidence des marqueurs morphologiques et paysagers associés au recul du rivage, identifiés à la fois dans les témoignages des populations et dans les observations photographiques. Ces indices sont particulièrement documentés dans la portion orientale du littoral, où l'analyse DSAS met également en évidence les taux de recul les plus importants. À l'échelle de la commune, 49 transects (25,7 %) sont classés en érosion significative après application du seuil d'incertitude de 0,589 m/an (tableau 2). La convergence spatiale entre les observations de terrain et les résultats de l'analyse DSAS apporte ainsi un élément supplémentaire de cohérence entre les manifestations locales du recul et la dynamique mesurée du trait de côte.

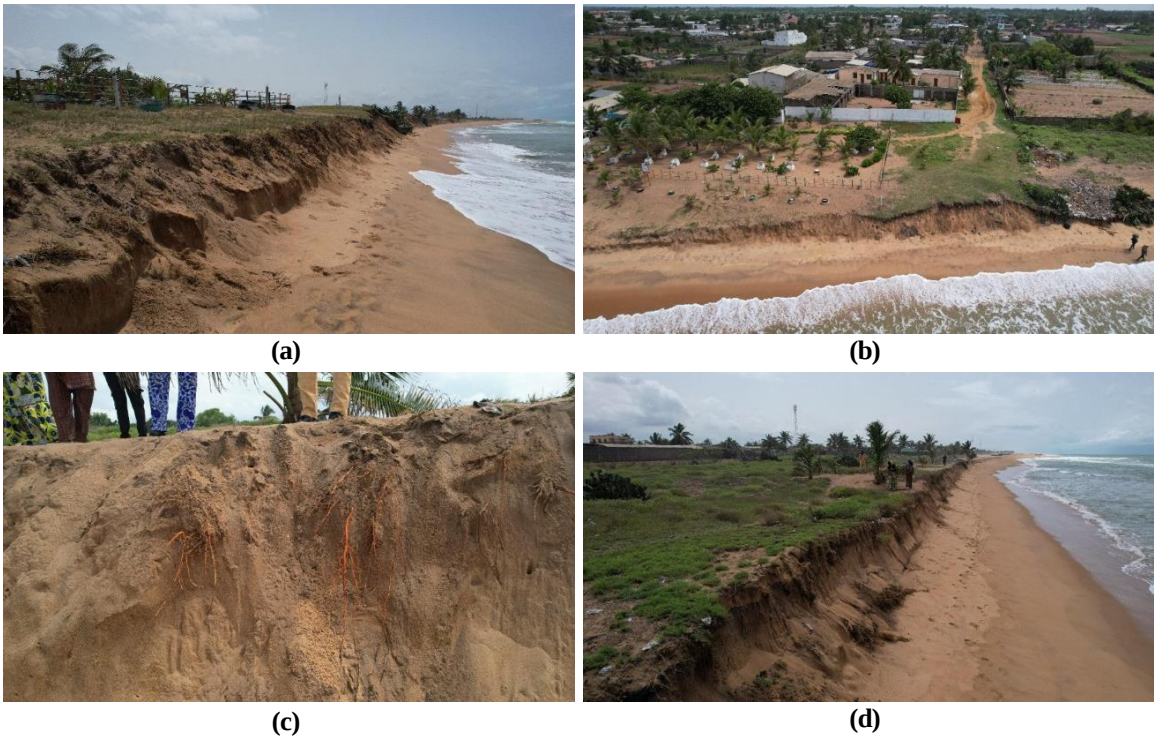


Figure 8. Marqueurs d'érosion active dans le quartier d'Adanhouzo. (a) Escarpement d'érosion frais entaillant le cordon sableux, avec plage résiduelle étroite ; (b) vue aérienne du front de mer, où l'escarpement atteint les parcelles plantées et les habitations ; (c) systèmes racinaires déchaussés dans la paroi de l'escarpement ; (d) rupture de pente continue sur le front végétalisé et cordon sableux aminci. Source : services techniques de la commune des Lacs 1, mai 2024.

5.5 Pertes subies

Les pertes déclarées concernent principalement l'habitat, les portions de voirie et plusieurs espaces d'activité situés sur ou à proximité du front de mer (tableau 6). Les secteurs les plus fréquemment désignés comme durement affectés s'étendent d'Assoukondji (zones 1 et 2) à Apounoukpa (zone 5), ainsi que sur les plages situées à l'est de l'embouchure d'Aného. Cette perception ne recoupe qu'en partie la dynamique mesurée : les secteurs orientaux correspondent à la zone 6, caractérisée par le bilan le plus déficitaire, tandis que le segment d'Assoukondji à Apounoukpa relève de zones classées stables ou en accrétion sur la période 2000-2024 (tableau 3). Les pertes déclarées dans ces derniers secteurs peuvent ainsi renvoyer à des épisodes antérieurs à la période analysée ou à des événements ponctuels que ne permet pas de restituer un bilan moyen calculé sur vingt-quatre ans.

Tableau 6. Pertes déclarées par les populations, secteurs concernés et lieux disparus

Type de perte	Éléments déclarés	Secteurs concernés
Habitat	Habitations détruites ou déplacées en front de mer	D'Assoukondji à Apounoukpa
Infrastructures	Portions de voirie emportées	Front de mer communal
Espaces d'activité	Aires de pêche et de transformation des produits halieutiques, terrain de football	Aného et quartiers littoraux
Repères et continuités territoriales	Lagune s'étendant de l'embouchure d'Aného à la frontière béninoise, aujourd'hui disparue, et habitations de sa rive orientale	Adanhouzo, Messan Kondji, Sanvee Kondji

Source : enquêtes de terrain et entretiens semi-directifs, juin 2026.

Les témoignages recueillis font notamment état d'habitations détruites ou déplacées, de portions de voirie affectées ainsi que de la disparition d'espaces utilisés pour la pêche, la transformation des produits halieutiques ou d'autres activités communautaires. Les photographies de terrain illustrent également la présence d'anciennes structures bâties aujourd'hui dégradées ou abandonnées à proximité immédiate du littoral (figure 9a-b).



(a) **(b)**

Figure 9. Pertes d'habitat liées au recul du trait de côte à la plage d'Edoh Kondji. (a) Ruines d'habitations en front de mer, à quelques mètres de l'estran actuel ; (b) vestiges d'une église abandonnée. Source : enquêtes de terrain, juin 2026.

Dans les localités orientales (zone 6), notamment à Adanhouzo, Messan Kondji et Sanvee Kondji, plusieurs ménages rapportent l'existence ancienne d'une lagune qui, selon leurs témoignages, s'étendait de l'embouchure d'Aného jusqu'à la frontière béninoise, et dont les rives étaient fréquentées et, par endroits, habitées. Les observations de terrain et les entretiens indiquent que cette configuration paysagère n'est plus observée aujourd'hui

sous l'effet du recul du trait de côte et des réajustements morphologiques du cordon littoral. Ces témoignages, corroborés par les entretiens conduits auprès des personnes ressources et par les travaux antérieurs réalisés sur le littoral togolais, documentent ainsi une transformation du territoire qui ne se réduit pas à une perte de superficie : elle concerne également des repères paysagers, des usages et des continuités territoriales aujourd'hui disparus.

5.6 Stratégies endogènes

Avant la réalisation des ouvrages de protection côtière, les riverains ont eu recours à des mesures de protection endogènes, notamment : la pose de sacs de sable en bordure des habitations, mentionnée par 80 % des enquêtés, et la plantation de végétation, principalement de cocotiers, destinée à fixer le substrat et à atténuer l'impact des vagues, citée par 60 % (tableau 7). Ces dispositifs se sont toutefois révélés inopérants : les sacs de sable étaient régulièrement emportés par les fortes houles et les cocotiers plantés comme barrière ont été progressivement déracinés, leurs souches constituant aujourd'hui l'un des signes d'érosion les plus visibles. La totalité des répondants juge ces mesures inefficaces pour enrayer durablement le phénomène. Les réponses locales relèvent ainsi principalement de mesures individuelles et ponctuelles de protection, dont l'efficacité apparaît limitée au regard des témoignages recueillis. Ce constat contribue à expliquer le basculement vers des interventions structurelles à partir de 2022.

Tableau 7. Stratégies endogènes[2] de protection mises en œuvre avant les ouvrages publics et efficacité rapportée (réponses multiples, n = 200)

Mesure mise en œuvre	Effectif (n)	Part des enquêtés (%)	Devenir du dispositif
Pose de sacs de sable en bordure des habitations	160	80,0	Régulièrement emportés par les fortes houles
Plantation de végétation (cocotiers) pour fixer le substrat	120	60,0	Plants progressivement déracinés ; souches visibles sur l'estran
Pneus ou murets	0	0,0	Non mobilisés
Déplacement de l'habitation à l'initiative du ménage	0	0,0	Non déclaré
Aucune mesure	0	0,0	Non déclaré

Source : enquêtes de terrain, juin 2026.

5.7 Perception des ouvrages de protection du projet WACA

Les enquêtes de terrain révèlent une perception majoritairement favorable des effets des ouvrages[3] de protection côtière. Interrogés sur l'évolution de l'érosion depuis leur mise en service, 60 % des enquêtés estiment qu'elle a sensiblement diminué et 25 % que son intensité est restée stable, tandis que 10 % considèrent qu'elle s'est déplacée vers d'autres secteurs, principalement à l'est des ouvrages, et 5 % ne se prononcent pas (figure 7d). Dans la plupart des localités parcourues, les habitants expriment un sentiment de soulagement et estiment que les habitations, les voies de circulation et les activités installées en bordure du littoral sont mieux sécurisées qu'avant les travaux.

Cette satisfaction demeure cependant assortie d'attentes qui excèdent les objectifs techniques du projet. Plusieurs enquêtés espéraient que les ouvrages permettraient non seulement d'arrêter le recul du trait de côte, mais également de favoriser une récupération des terres perdues, la stabilisation actuelle ne compensant pas, selon eux, les pertes foncières déjà subies. D'autres souhaitent que la protection, restée localisée, soit étendue à l'ensemble du littoral communal jusqu'à la frontière béninoise, certains secteurs demeurant exposés. Les échanges avec les responsables communaux font également ressortir la persistance de situations de recul dans certains quartiers, notamment à Adanhouzo, Djamadji et Apounoukpa. Ces secteurs correspondent respectivement à la zone 6, dans la partie

[2] Question à réponses multiples; le total excède 100 %. La totalité des répondants juge ces mesures inefficaces pour freiner durablement le recul.

[3] Les travaux conduits entre 2022 et 2024 dans le cadre du projet WACA ResIP, ont comporté la construction, la réhabilitation et l'extension de treize épis ainsi que le rechargement en sable des casiers et la reconstitution d'une digue végétalisée à Aného.

orientale de la commune, à la zone 3, dans la partie centrale du linéaire, et à la zone 5, au voisinage de l'embouchure (tableau 8).

Tableau 8. Secteurs encore cités comme affectés par l'érosion et correspondance avec les zones DSAS

Secteur cité	Zone DSAS correspondante	Dynamique mesurée 2000-2024
Adanhouzo	Zone 6	Recul marqué
Djamadji	Zone 3	Stable
Apounoukpa	Zone 5	Stable

Source : entretiens avec les responsables communaux, juin 2026 ; analyse DSAS.

La confrontation avec le diagnostic satellitaire met en évidence des degrés de concordance variables selon les secteurs. Le cas d'Adanhouzo présente une concordance nette avec la tendance mesurée : situé dans la zone 6, ce secteur appartient à la portion du littoral caractérisée par le recul le plus important, avec un EPR moyen de -5,05 m/an. À Apounoukpa, au voisinage de l'embouchure, la perception d'un recul persistant doit être mise en regard d'une zone 5 classée stable sur la période 2000-2024. Cette stabilité correspond toutefois à un taux inférieur au seuil d'incertitude retenu et ne signifie pas une absence de mobilité du trait de côte ; le secteur présente par ailleurs une forte variabilité de sa position au cours de la période étudiée. Le cas de Djamadji, situé en zone 3, présente également un décalage entre la perception rapportée lors des entretiens et la tendance moyenne mesurée, la zone étant classée stable sur la période 2000-2024.

Ces écarts montrent que la perception des effets des ouvrages ne repose pas uniquement sur l'évolution mesurée du trait de côte. Elle intègre également la sécurité des biens et des personnes, la mémoire des pertes antérieures et les attentes relatives à l'extension de la protection vers les secteurs encore perçus comme exposés. Ainsi, une stabilisation du trait de côte ne signifie pas nécessairement, du point de vue des populations, que les effets des épisodes d'érosion antérieurs sont résorbés ou que les besoins de protection sont entièrement satisfaits.

6 Discussion

6.1 Confronter la mesure et le vécu : convergences et décalages

Le croisement du taux d'évolution mesuré par zone et des perceptions recueillies dans les secteurs correspondants fait apparaître trois configurations. La première correspond à une concordance entre la mesure et le vécu de l'érosion, observée dans la partie orientale de la commune. La zone 6, caractérisée par un EPR moyen de -5,05 m/an, correspond aux secteurs d'Adanhouzo, Messan Kondji et Sanvee Kondji, où les entretiens et observations de terrain font état de reculs persistants et de pertes affectant notamment l'habitat et certains espaces d'activité. Dans ces secteurs, les tendances mesurées par le DSAS et les manifestations rapportées localement convergent, ce qui renforce la cohérence du diagnostic établi pour cette partie du littoral.

La deuxième configuration est une concordance en stabilité ou en accrétion, dans les secteurs occidentaux et centraux. Les zones 1 à 5 présentent des taux moyens soit non significatifs, soit positifs, avec notamment une accrétion dans les zones 2 et 4. Cette situation contraste avec la dynamique fortement érosive observée dans la zone 6 et permet de mettre en évidence une différenciation spatiale nette de l'évolution du trait de côte.

La troisième configuration, particulièrement instructive, correspond à un décalage localisé, notamment à Apounoukpa, au voisinage de l'embouchure d'Aného. Ce secteur est cité lors des entretiens parmi les quartiers où le recul demeure perçu comme préoccupant, alors que la zone 5 est classée comme stable sur la période 2000-2024. Cette apparente discordance doit toutefois être interprétée avec prudence. La classification « stable » signifie que le taux d'évolution moyen reste inférieur au seuil d'incertitude retenu et ne traduit pas une absence de mobilité du trait de côte au cours de la période étudiée.

La configuration morphologique de l'embouchure peut également contribuer à cette divergence. La mobilité du rivage dans ce secteur, associée aux limites de résolution spatiale des images Landsat, est susceptible d'affecter l'extraction de la limite terre-eau et la caractérisation des tendances locales. Par ailleurs, les perceptions recueillies

auprès des riverains peuvent intégrer des épisodes ponctuels, des changements récents ou des pertes antérieures qui ne sont pas nécessairement restitués par un taux moyen calculé sur vingt-quatre ans.

Sur le plan morphodynamique, un taux moyen proche de zéro peut en outre résulter de la succession de phases de recul et d'avancée de forte amplitude, liées notamment aux variations de position et de largeur de l'embouchure lagunaire, plutôt que d'une réelle stabilité du rivage. Cette hypothèse est cohérente avec deux éléments : les écarts entre les produits Landsat et Digital Earth Africa se concentrent sur les transects voisins de l'embouchure, où ils dépassent 1 m/an et s'accompagnent de changements de signe du taux d'évolution (section 4.3), et des travaux antérieurs y rapportent des reculs locaux nettement supérieurs à la moyenne communale (Kpekpassi, 2020 ; voir section 6.4). Une analyse par sous-périodes, appuyée sur des images de plus haute résolution spatiale (Sentinel-2 notamment) et sur des levés DGPS, permettrait de préciser cette dynamique et de mieux confronter la mémoire des riverains aux variations effectivement mesurées.

La confrontation des deux sources d'information montre ainsi que la perception locale ne se superpose pas systématiquement à la tendance moyenne du trait de côte. La comparaison entre les deux approches permet de distinguer les secteurs où la tendance morphodynamique et le vécu local convergent de ceux où ils présentent des décalages, ces derniers constituant des points d'attention pour l'interprétation de la dynamique récente du littoral.

6.2 Ce que la perception apporte à la chronologie, et l'irréversibilité sociale des pertes

Le second apport de la confrontation est d'ordre temporel. Les taux calculés ici sont annualisés sur l'ensemble de la période 2000-2024 et ne permettent donc pas de distinguer les sous-périodes. Les enquêtés situent massivement la phase de recul la plus rapide dans la décennie 2010-2020 (70 %) et seulement 5 % après 2020, tandis que 60 % déclarent observer une diminution de l'érosion depuis la mise en service des ouvrages. Ces deux résultats apportent un éclairage complémentaire sur la chronologie vécue du phénomène : ils suggèrent, du point de vue des personnes interrogées, une période de recul particulièrement marquée au cours des années 2010, suivie d'une perception plus favorable de la situation depuis la réalisation des ouvrages.

La confrontation met par ailleurs en évidence une dissociation entre la dynamique physique et la mémoire des pertes. Les enquêtés peuvent constater une amélioration récente tout en conservant le souvenir de terrains, d'habitations ou d'espaces d'activité disparus. Une éventuelle stabilisation ou accrétion récente ne restitue donc pas nécessairement les pertes foncières et sociales antérieures. Cette asymétrie entre évolution physique du rivage et mémoire des pertes constitue un élément important pour comprendre les attentes exprimées à l'égard des ouvrages de protection. Celles-ci s'expriment notamment selon deux registres : la récupération des terres perdues et l'extension des ouvrages jusqu'à la frontière béninoise, y compris dans des secteurs que le diagnostic technique classe actuellement comme stables ou moins exposés.

6.3 Portée et robustesse du diagnostic satellitaire

La comparaison des deux produits de trait de côte, issus de chaînes d'extraction distinctes, montre une forte concordance des résultats, avec un coefficient de corrélation de $r = 0,971$, un accord de classification de 84,8 % et un biais moyen de -0,03 m/an. Ces résultats indiquent que, dans les conditions de cette étude, l'organisation spatiale générale du recul et de l'accrétion est peu sensible au choix du produit de trait de côte utilisé.

Cette concordance constitue un élément de robustesse du diagnostic établi à l'échelle de la commune. Elle montre également que le produit Digital Earth Africa Coastlines peut être utilisé comme source complémentaire de comparaison pour l'analyse de l'évolution du trait de côte dans le secteur étudié. Toutefois, les divergences observées au voisinage de l'embouchure montrent que la concordance entre les deux produits n'est pas uniforme sur l'ensemble du linéaire. Les secteurs caractérisés par une configuration morphologique complexe doivent donc faire l'objet d'une interprétation plus prudente.

La comparaison des seuils d'incertitude renforce ce constat. Le seuil retenu pour l'analyse fondée sur les positions extraites des composites Landsat est de ±0,589 m/an, contre ±0,599 m/an pour le produit Digital Earth Africa, cette différence résultant de la durée effective légèrement différente des deux séries temporelles. Aucun transect, dans l'une ou l'autre série, ne présente un EPR dont la valeur absolue est comprise entre ces deux seuils. Cette

différence de seuil n'a donc aucune incidence sur la classification. Les 15,2 % de transects classés différemment par les deux traitements s'expliquent uniquement par les écarts entre les taux d'évolution mesurés.

Ces résultats soulignent enfin l'importance de la prise en compte explicite de l'incertitude dans l'analyse du changement du trait de côte. Sans seuil d'incertitude, des variations de faible amplitude pourraient être interprétées à tort comme des tendances d'érosion ou d'accrétion. L'intégration de cette incertitude permet ainsi de distinguer les variations réellement significatives des fluctuations qui restent dans la marge d'erreur de la mesure.

6.4 Comparaison avec les travaux antérieurs au Togo et dans la région

Les taux obtenus ici se situent dans l'ordre de grandeur des travaux menés sur le littoral togolais, tout en précisant leur répartition spatiale. À l'échelle nationale et sur la période 2005-2022, Mangola et al. (2026) rapportent des maxima d'érosion atteignant 9,53 m/an dans certains secteurs, tandis qu'Ozer et al. (2017) documentent, dans le golfe du Bénin, des reculs annuels pouvant atteindre une dizaine de mètres en aval-dérive des ouvrages portuaires. À l'échelle du secteur lui-même, la chronique est plus ancienne : Blivi (1993) mesurait dès les années 1980 un recul de 1 à 3 m/an dans le secteur d'Aného, et Kpekpassi (2020) établit un recul moyen de 2,4 m/an entre 2000 et 2018 dans la commune des Lacs 1, avec des taux atteignant localement 8 à 10 m/an au voisinage de l'embouchure. La moyenne communale mesurée ici, -0,87 m/an, est plus faible, mais elle agrège des situations opposées : la zone 6, avec -5,05 m/an sur 48 transects, s'inscrit pleinement dans la gamme rapportée par ces travaux, alors que les zones 2 et 4, en accrétion, compensent partiellement le déficit. La comparaison confirme donc le diagnostic régional tout en montrant qu'une moyenne établie sur un linéaire hétérogène masque le secteur qui concentre les taux de recul les plus élevés.

L'organisation spatiale observée prolonge par ailleurs les acquis des travaux conduits à l'échelle du littoral togolais et de la cellule sédimentaire dont il relève. Konko et al. (2020), à partir de techniques géospatiales appliquées à la côte togolaise, et Adjaho (2021), dans son analyse prévisionnelle de la dynamique du trait de côte dans la cellule de Keta-Lomé, décrivent le même enchaînement : interruption du transit longitudinal ouest-est par les infrastructures portuaires, engraissement en amont-dérive et report du déficit vers l'aval. Ce mécanisme est d'autant plus important que le littoral togolais, long d'à peine 50 km et dépourvu d'apports fluviaux significatifs, est fortement dépendant du transit sédimentaire longitudinal. Les travaux antérieurs ont notamment associé la construction de la jetée du port de Lomé à un engraissement du secteur situé à l'ouest de l'ouvrage et à une extension du déficit sédimentaire vers les secteurs situés à l'est sur près de 40 km. Cette situation est décrite depuis plusieurs décennies comme un déséquilibre durable du bilan sédimentaire, voire comme une famine sédimentaire. Les ouvrages de protection eux-mêmes prolongent cette logique par un transfert d'érosion vers l'aval-dérive, où les secteurs non protégés deviennent les nouveaux points critiques (Adjaho, 2021). Les résultats présentés ici sont compatibles avec ce schéma, dont ils pourraient constituer une expression communale : le contraste s'établit sur quelques kilomètres entre des zones en accrétion, en amont-dérive des ouvrages, et un secteur oriental en recul rapide. Cette correspondance reste toutefois de nature spatiale et ne permet pas d'isoler la part propre des aménagements portuaires ; d'autres facteurs, tels que le régime des houles, la dynamique de l'embouchure, l'extraction de sable ou les ouvrages de protection récents, peuvent également contribuer au déficit observé.

Le même constat vaut à l'échelle ouest-africaine. Les reculs mesurés au nord de l'estuaire de la Casamance, de l'ordre de 5,3 m/an entre 2004 et 2019 (Thior et al., 2021, cités par Mangola et al., 2026), ou ceux relevés sur la côte orientale du Ghana par Jayson-Quashigah et al. (2013), où le blocage de plus d'un million de mètres cubes de sable par an prive d'alimentation un continuum de plus de 100 km, de Keta à Grand-Popo en passant par Lomé et Aného, paraissent relever d'une configuration comparable : un déficit sédimentaire entretenu par l'interruption du transit longitudinal et par la proximité des embouchures. La convergence de ces résultats, obtenus sur des périodes et avec des chaînes d'extraction différentes, renforce l'interprétation proposée ici. Elle invite cependant à la prudence dans la mise en regard des chiffres : la période retenue, la source des traits de côte et, surtout, le traitement de l'incertitude conditionnent l'ampleur des taux publiés, comme le rappelle le rôle du seuil d'incertitude discuté plus haut.

6.5 Limites

Quelques limites doivent être prises en compte dans l'interprétation des résultats. La résolution spatiale de 30 m des images Landsat reste relativement grossière au regard de la largeur de certaines plages observées, malgré le recours à des composites médians et le lissage des limites vectorisées. L'extraction a en outre été réalisée à l'échelle du pixel, sans interpolation sous-pixellaire, contrairement au produit DEA Coastlines. L'incertitude de position retenue de ±10 m par trait de côte en découle, de sorte que les taux dont la valeur absolue est inférieure à 0,589 m/an ne peuvent pas être distingués de l'incertitude associée à la mesure et sont classés comme stables dans le protocole adopté.

La position du rivage extraite correspond par ailleurs à une limite terre-eau instantanée, qui n'a pas fait l'objet d'une correction explicite des effets de la marée et du run-up. Le recours à des composites de saison sèche permet de limiter certaines variations liées aux conditions d'observation, mais ne supprime pas cette source d'incertitude. Aucune validation par levé GPS ou DGPS n'a pu non plus être réalisée sur le terrain. La comparaison inter-produits effectuée dans cette étude repose sur deux chaînes d'extraction distinctes, mais dont les produits sont tous deux principalement fondés sur des observations Landsat ; elle ne constitue donc pas une validation indépendante au sens strict.

La comparaison spatiale entre les deux traitements présente également certaines limites. Après regroupement des secteurs centraux, les bornes des six zones présentent des décalages de trois à onze transects, soit environ 150 à 550 m. Ces différences de délimitation doivent être prises en compte lors de l'interprétation des résultats à l'échelle des zones. Enfin, le volet consacré aux perceptions repose sur des données déclaratives recueillies à un moment unique, en 2026, après la réalisation des ouvrages de protection. Cette configuration peut favoriser une lecture rétrospective plus favorable de la période récente. Par ailleurs, les proportions issues des questions à réponses multiples ne sont pas additives.

7 Conclusion

L'analyse de six positions de référence du trait de côte, extraites à partir d'archives Landsat et analysées sous DSAS le long de 191 transects, montre que le littoral de la commune des Lacs 1 présente, entre 2000 et 2024, un taux d'évolution moyen de -0,87 m/an selon l'EPR. Cette moyenne masque toutefois une forte hétérogénéité spatiale : 25,7 % des transects sont classés en érosion significative, tandis que la zone 6 atteint un taux moyen de -5,05 m/an et que certains secteurs occidentaux présentent une dynamique d'accrétion. La comparaison avec le produit Coastlines de Digital Earth Africa montre par ailleurs une forte concordance entre les deux traitements, avec un coefficient de corrélation de r = 0,971 et un accord de classification de 84,8 %, ce qui renforce la robustesse du diagnostic spatial établi dans le cadre de cette étude.

L'enquête menée auprès de 200 riverains montre que l'expérience sociale du phénomène apporte une information complémentaire à la mesure satellitaire. Ainsi, 70 % des enquêtés situent la phase de recul la plus marquée entre 2010 et 2020, tandis que 70 % identifient les aménagements portuaires comme principale cause perçue du recul. Les manifestations citées renvoient notamment à la disparition du sable, au déracinement des cocotiers et à la mise à nu des fondations d'anciennes habitations. Par ailleurs, 60 % des enquêtés déclarent percevoir une diminution de l'érosion depuis la mise en service des ouvrages du projet WACA.

La confrontation entre les données satellitaires et les perceptions locales met ainsi en évidence à la fois des convergences spatiales et des décalages localisés, notamment dans le secteur de l'embouchure. Elle montre également que l'évolution du trait de côte ne rend pas compte, à elle seule, de l'ensemble de l'expérience sociale de l'érosion : les pertes historiques, les transformations du cadre de vie et les attentes relatives à la protection demeurent présentes dans les représentations des populations, y compris dans les secteurs où le taux moyen d'évolution est aujourd'hui classé comme stable.

L'étude met ainsi en évidence l'intérêt d'une lecture croisée de la dynamique morphologique et des perceptions locales pour caractériser l'évolution récente du littoral des Lacs 1. Elle souligne également la nécessité d'un suivi différencié des secteurs côtiers, compte tenu de la forte hétérogénéité spatiale observée. La densification de la série temporelle, notamment à partir d'images Sentinel-2, l'acquisition de mesures DGPS et la répétition des enquêtes

de perception permettraient d'affiner le suivi des évolutions récentes et de mieux documenter les changements intervenus après la mise en service des ouvrages de protection.

RÉFÉRENCES

[1] Adjaho, K. D. (2021). Analyse prévisionnelle des impacts de la dynamique du trait de côte dans la cellule de Keta-Lomé (littoral Togo-Ghana). Thèse de doctorat unique en géographie, Université de Lomé, Lomé, 239 p.

[2] Adjoussi, P. (2008). Vulnérabilité des systèmes côtiers à l'élévation du niveau marin entre la Volta et le Mono dans le golfe du Bénin (Afrique de l'Ouest). Thèse de doctorat, Université de Lomé, 416 p.

[3] Bishop-Taylor, R., Nanson, R., Sagar, S. & Lymburner, L. (2021). Mapping Australia's dynamic coastline at mean sea level using three decades of Landsat imagery. Remote Sensing of Environment, 267, 112734. DOI : https://doi.org/10.1016/j.rse.2021.112734.

[4] Blivi, A. B. (1993). Géomorphologie et dynamique actuelle du littoral du golfe du Bénin (Afrique de l'Ouest). Thèse de doctorat, Université Michel de Montaigne, Bordeaux, 458 p.

[5] Blivi, A. B. (2000). Vulnérabilité de la côte togolaise à l'élévation du niveau marin : une analyse de prévision et d'impact. Patrimoines 2000, 10, 643-660.

[6] Blivi, A. B. (2001). Impact de l'érosion côtière et éléments d'étude de vulnérabilité : exemple du Togo (golfe de Guinée). Revue de l'Université de Moncton, 32(1-2), 289-308.

[7] Blivi, A. B. & Adjoussi, P. (2004). La cinématique du trait de côte au Togo vue par télédétection. Geo-Eco-Trop, 28(1-2), 27-38.

[8] Croitoru, L., Miranda, J. J. & Sarraf, M. (2019). The Cost of Coastal Zone Degradation in West Africa: Benin, Côte d'Ivoire, Senegal and Togo. Washington, Banque mondiale, 76 p.

[9] Digital Earth Africa. (2025). Digital Earth Africa Coastlines: Coastlines Monitoring Product specifications. https://docs.digitalearthafrica.org/en/latest/data_specs/Coastlines_specs.html

[10] Earth Resources Observation and Science (EROS) Center. (2020a). Landsat 7 Enhanced Thematic Mapper Plus Level-2, Collection 2 (Dataset). U.S. Geological Survey. https://doi.org/10.5066/P9C7I13B

[11] Earth Resources Observation and Science (EROS) Center. (2020b). Landsat 8-9 Operational Land Imager/Thermal Infrared Sensor Level-2, Collection 2 (Dataset). U.S. Geological Survey. https://doi.org/10.5066/P9OGBGM6

[12] Henderson, R. E., Farris, A. S., Kratzmann, M. G., Bartlett, M. K., Ergul, A., McAndrews, J., Cibaj, R., Zichichi, J. L., Himmelstoss, E. A. & Thieler, E. R. (2026). Digital Shoreline Analysis System version 6.1. U.S. Geological Survey Software Release. https://doi.org/10.5066/P1NHMJNC

[13] Institut national de la statistique et des études économiques et démographiques (INSEED) (2023). Cinquième recensement général de la population et de l'habitat (RGPH-5) : résultats définitifs. Lomé.

[14] IPCC (2023). Technical summary. In Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (p. 35-144). Cambridge, Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009157896.002

[15] Jayson-Quashigah, P. N., Appeaning Addo, K. & Kufogbe, S. S. (2013). Medium resolution satellite imagery as a tool for monitoring shoreline change: case study of the eastern coast of Ghana. Journal of Coastal Research, Special Issue 65, 511-516.

[16] Journal officiel de la République togolaise (2017). Loi n° 2017-008 du 29 juin 2017 portant création de communes au Togo. Lomé.

[17] Kamalo, S. (2020). Les tendances actuelles de l'érosion côtière entre Baguida et Kossi-Agbavi au Togo. Mémoire de master, Université de Lomé, 117 p.

[18] Konko, Y., Okhimambe, A., Nimon, P., Asaana, J., Rudant, J.-P. & Kokou, K. (2020). Coastline change modelling induced by climate change using geospatial techniques in Togo (West Africa). Advances in Remote Sensing, 9(2), 85-100. https://doi.org/10.4236/ars.2020.92005

[19] Kpekpassi, A. (2020). État actuel du secteur du littoral protégé contre l'érosion côtière au Togo : bilan et perspectives. Mémoire de master, Université de Lomé, 96 p.

[20] Kpekpassi, A. (2024). Dynamique du trait de côte togolais et vulnérabilité des systèmes littoraux dans le contexte de changement climatique. Mémoire de master, Centre régional AGRHYMET / Université de Lomé, 72 p.

[21] Luijendijk, A., Hagenaars, G., Ranasinghe, R., Baart, F., Donchyts, G. & Aarninkhof, S. (2018). The State of the World's Beaches. Scientific Reports, 8, 11381.

[22] Mangola, B., Gatonnou, K. M., Sodjinou, K. E., Frimousse, S. & Tia, J. C. (2026). Dynamique de l'érosion côtière et ses impacts sur les occupations du sol sur le littoral du Togo (Afrique de l'Ouest). ESI Preprints. https://doi.org/10.19044/esipreprint.5.2026.p281

[23] Ozer, P., Hountondji, Y.-C. & De Longueville, F. (2017). Évolution récente du trait de côte dans le golfe du Bénin : exemples du Togo et du Bénin. Géo-Éco-Trop, 41(3), 529-541.

[24] Rossi, G. (1989). L'érosion du littoral dans le golfe du Bénin : un exemple de perturbation d'un équilibre morphodynamique. Zeitschrift für Geomorphologie, 73, 139-165.

[25] Slangen, A. B. A., Church, J. A., Agosta, C., Fettweis, X., Marzeion, B. & Richter, K. (2016). Anthropogenic forcing dominates global mean sea-level rise since 1970. Nature Climate Change, 6(7), 701-705. https://doi.org/10.1038/nclimate2991

[26] Thieler, E. R. & Danforth, W. W. (1994). Historical shoreline mapping (I): improving spatial and temporal accuracy. Journal of Coastal Research, 10(3), 549-588.

[27] Thieler, E. R., Himmelstoss, E. A., Zichichi, J. L. & Ergul, A. (2009). Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0. An ArcGIS extension for calculating shoreline change. U.S. Geological Survey Open-File Report 2008-1278.

[28] Thior, M., Sy, A. A., Cissé, I., Dièye, E. H. B., Sané, T., Ba, B. D., Solly, B. & Descroix, L. (2021). Approche cartographique de l'évolution du trait de côte dans l'estuaire de la Casamance. Mappemonde, 131. https://doi.org/10.4000/mappemonde.5939

[29] UEMOA/MOLOA (2017). Rapport sur l'état du littoral en Afrique de l'Ouest. Ouagadougou : Union économique et monétaire ouest-africaine / Mission d'observation du Littoral Ouest-Africain, 156 p.

[30] Vousdoukas, M. I., Ranasinghe, R., Mentaschi, L., Plomaritis, T. A., Athanasiou, P., Luijendijk, A. & Feyen, L. (2020). Sandy coastlines under threat of erosion. Nature Climate Change, 10, 260-263.

[31] WACA / World Bank (2022). Étude d'impact environnemental et social (EIES) du projet de protection côtière du segment Agbodrafo (Togo) - Grand-Popo (Bénin). Rapport final, Washington, D.C.