

Contribution des extractions de sables marins à l'accélération de l'érosion côtière dans la région de San Pedro (Côte d'Ivoire)

[Contribution of marine sand extraction to the acceleration of coastal erosion in the San Pedro region (Ivory Coast)]

Lou Soholy Ange Claverie Lassey, Bi Youzan Aimé Gbamble, and Blandine Akissi Egoran

UFR des Sciences De la Mer, Université de San Pedro, 01 BP V 1800, San Pedro, Côte d'Ivoire

Copyright © 2024 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The aim of this study, which focuses on beach sediment extraction, is to highlight the impact of these practices on the accelerated erosion of the San Pedro coastline. These practices, linked to the needs of the local population for construction materials, often have catastrophic repercussions. To carry out the work, data on marine sand production was collected, and systematic observation and interview surveys were carried out at the three marine sand quarries in the village of Digboué and at the mouth of San Pedro. This research revealed that both clandestine and official extractions were taking place on a daily basis in these areas. The annual volume of sediment extracted amounts to more than 15,000 m³, not counting clandestine extractions carried out by local villagers, for which the data remain undefined. These activities have disastrous consequences, such as the gradual depletion of sand stocks and a consequent shortage of sediment, which disrupts the equilibrium of the coastal system, causing the coast to retreat and endangering the environment being exploited. Accelerated flooding poses a real threat to the local population. Marine sand extraction causes a great deal of damage and contributes effectively to coastal erosion. It is essential to take defensive measures against this activity.

KEYWORDS: Beach, sediment, quarry, coastline, sediment budget.

RESUME: Cette étude axée sur les extractions de sédiments de plages a pour objectif de mettre en exergue l'impact de ces pratiques dans l'érosion accélérée du littoral de San Pedro. Ces pratiques liées aux besoins usagers de la population riveraine à une forte demande de matériaux de construction, ont bien souvent des répercussions catastrophiques. Pour mener à bien le travail, des recueils de données relatives aux productions de sables marins ainsi que des enquêtes par observation et interviews systématiques ont été effectués sur les trois carrières de sables marins du village Digboué et celle de l'embouchure de San Pedro. Ces recherches ont permis de découvrir que journalièrement des extractions clandestines comme officielles s'opèrent sur ces zones. Le volume sédimentaire prélevé annuellement s'élève à plus de 15000 m³ sans compter les extractions clandestines dirigées par les villageois riverains dont les données restent indéfinies. Ces activités ont des conséquences désastreuses telles que l'épuisement progressif du stock de sables et donc une pénurie de sédiments ce qui entraîne une rupture de l'équilibre du système côtier, un recul des côtes et le péril du milieu exploité. L'avancée accélérée des eaux constitue une véritable menace pour la population riveraine. Les extractions de sables marins engendrent plusieurs dommages et contribuent efficacement à l'érosion côtière. Il s'avère indispensable que des mesures de défense soient prises contre cette activité.

MOTS-CLEFS: Plage, sédiment, carrière, littoral, budget sédimentaire.

1 INTRODUCTION

L'érosion des côtes est un phénomène qui se produit en de nombreux endroits du monde. C'est un processus naturel qui a toujours existé et qui a façonné la côte et donc perturbé le budget sédimentaire des plages. Le réchauffement climatique actuel, est en partie responsable de l'érosion des côtes de l'Afrique de l'Ouest [1], [2], [3], [4], [5] et [6]. La dynamique morphosédimentaire des plages intertidales est influencée par la combinaison des forçages naturels (à travers les variations

saisonniers du climat) et anthropiques du fait de la forte emprise humaine sur l'ensemble des plages étudiées [7]. Sur l'ensemble de la planète, on estime que 70 % des rivages sableux sont déjà soumis à l'érosion due aux agents météorologiques et marins [8], [9], [10] et majoritairement engendrée par les activités anthropiques. Elles accentuent la vulnérabilité du littoral à l'impact érosif dû au changement climatique, par une pression accrue sur un budget sédimentaire altéré des plages [11], et particulièrement par les activités d'extraction de sable de plages.

Dans l'étude de la dynamique sédimentaire des côtes, des experts se sont engagés dans l'analyse des profils des côtes [12] ainsi que l'étude de l'impact morpho-sédimentaire des activités anthropiques [13] telle que l'extraction de sédiments marins [14] tels que le sable. Entrant dans la composition du béton et du verre, et utilisé dans les remblais maritimes, le secteur de la construction est le plus gros consommateur de sable [15]. Mais il n'est pas uniquement présent dans les bâtiments et les routes. Nos ordinateurs, nos cosmétiques, nos voitures en contiennent: il s'agit d'un matériau à partir duquel notre société s'est développée. Avant de rejoindre notre quotidien, le sable est sorti de terre dans des carrières, aspiré par des dragues au fond de l'océan, extrait dans les rivières et sur le littoral [15]. En Côte d'Ivoire et plus précisément dans la région de San Pedro, cette pratique d'extraction de sables marins constitue un véritable fléau. Quel serait donc l'impact des activités d'extractions de sables marins sur les plages ? L'objectif principal est de mettre en exergue la contribution de ces activités dans l'érosion des côtes de San Pedro (Côte d'Ivoire). Dans le souci de mener à bien cette étude, les objectifs spécifiques que nous nous sommes assignés sont de recueillir le bilan des extractions de sable sur des périmètres de plage de San- de Pedro et mener des enquêtes par observation et interviews systématiques sur toutes les méthodes d'extraction de sable. Ce travail consistera à présenter d'abord le matériel et les méthodes d'étude, ensuite les résultats et discussion, et enfin la conclusion.

2 METHODOLOGIE

2.1 PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

L'étude s'est faite sur quatre carrières de sables de la ville de San Pedro. Il s'agit des trois carrières de sables marins du village Digbougé et celle de l'embouchure. Il est important de souligner que ces travaux ont été effectués en deux phases: la première étude a été effectuée en 2013 afin de récolter toutes les données relatives aux trafics. La seconde phase s'est faite sur ces sites en 2023 (dix ans après) afin d'apprécier l'impact de ces activités anthropiques sur ces côtes.



Fig. 1. Carte de localisation des sites étudiés (les trois carrières de Digbougé et celle de l'embouchure)

La figure 1 indique les 4 sites étudiés.

La carrière de Digboué existe depuis environ quarante ans et depuis lors, c'est elle qui servait de ravitaillement à toute la région. En 2012, est subvenue l'ouverture de la carrière de l'embouchure. Il faut ajouter que ces carrières sont légalisées et donc autorisées par le gouvernement ivoirien à extraire le sable marin.

Tableau 1. Tableau des carrières autorisées à produire le sable de mer.

CARRIERES	ATTRIBUTAIRES	N° ARRETE
Digboué	BAMBA Adama	038/MME/DM du 15/09/2003
Digboué	PANAH Pollet	037/MME/DM du 15/09/2003
Digboué	YEHOUN Zacharie	039/MME/DM du 15/09/2003
Carrière de l'embouchure	GNENEZI Apolinaire	054/MME/DGMG/ du 21/ 04/2009

Le tableau 1 indique les différentes carrières autorisées à commercialiser le sable marin.

2.2 ENQUÊTES ET OBSERVATIONS

Pour mener à bien le travail, un appareil photo numérique a été utilisé pour prendre des images témoins, un GPS [GARMIN originaire de l'Amérique] pour la localisation du site et des blocs-notes pour servir de fiche d'enquête. D'abord en 2013, le travail a consisté à rechercher tous les résultats relatifs aux productions des carrières auprès de la direction régionale chargée des mines de San-Pedro, et d'aller sur le terrain pour interroger la population riveraine ainsi que de mener des enquêtes de terrain relatives au réel trafic de ces sédiments. Ensuite en 2023, le travail s'est fait par analyse directe du terrain suivis d'interviews systématiques des riverains et des inspecteurs de la direction des mines afin de recueillir toutes les informations relatives à l'avancement de ces activités et leur impact direct sur les sites.

- **Procédure administrative:** Comme toute procédure administrative, des demandes par courriers ont été formulées. Elles ont consisté à rechercher toutes les informations relatives aux extractions récentes de sable sur le littoral de San-Pedro. Suite à des réponses favorables, des données de prélèvement ont été mises à notre disposition.

Dans la région de San-Pedro, l'acquisition des données sur les productions des carrières se fait dans un système déclaratif. Lorsque les extractions sont faites, elles sont enregistrées par un agent de la direction des mines chargé des contrôles et de la vérification des quantités prélevées. L'administration se contente des données déclarées et fournit chaque année un bilan de production de sable.

- **Procédure sur le terrain:** A chaque étape, des prises de photo des extractions qui s'opéraient sur place étaient d'abord faites. Ensuite, des approches auprès des extracteurs et de la population riveraine étaient entamer afin d'obtenir de plus amples informations sur le déroulement des activités. Des interviews systématiques ont été effectués à l'aide d'une fiche d'enquête comportant des questionnaires.

Toutes les personnes qui sur place procédaient aux prélèvements ont été interrogées. Pour finir, les valeurs approximatives des extractions journalières qui se faisaient hors des heures de fonctionnement des carrières ont été recensées au cours de l'enquête.

Tableau 2. Fiche d'enquête

POPULATION RIVERAINE	-Qui extrait le sable marin ? -A quoi sert-il ? -Quels sont les moyens d'extraction observés ? -Quel est le rythme des extractions sur la zone ?
EXTRACTEURS	-Quelles sont les motivations des extractions ? -Quelles sont le mode d'utilisation et les quantités prélevées habituellement ?

Le tableau 2 présente la fiche d'enquête pour le questionnement des extracteurs et des riverains.

3 RESULTATS

3.1 PHASE 1: BILAN DES EXTRACTIONS DE SABLES SUR LES SITES ÉTUDIÉS EN 2013

Sur les carrières du village Digboué et celle de l'embouchure, nous avons observé une forte exploitation de sables marins à l'aide de gros camions (*figures 2 et 3*). En effet, l'extraction sur ces carrières étant légalisée, toute extraction sur ces sites se fait donc avec des techniques performantes. Les extracteurs y travaillent librement et exploitent le sable selon leur bon vouloir.



Fig. 2. Extraction de sable marin sur le site Digboué à San-Pedro (26/12/2013).

La figure 2 permet d'observer les extractions faites sur une large plage riche en sédiments qui est le site Digboué.



Fig. 3. Utilisation des gros camions pour les prélèvements de sable sur la carrière de l'embouchure de San-Pedro (27/12/2013).

La figure 3 laisse voir des prélèvements sur la carrière de l'embouchure riches en sédiments bordant la côte.

Par le canal de la direction régionale des mines et de l'Énergie, nous sommes rentrés en possession des données relatives aux extractions de sable marin des carrières de Digboué et de l'embouchure de 2004 à 2013.

Tableau 3. Bilan de production (m³) de sable de mer des carrières de Digboué et de l'embouchure (2004-2013).

ANNEES	BAMBA Adama	PANAH Pollet	YEHOUN Zacharie	GNENEZI Apolinaire	TOTAL
2013	5 150	3 300	1 850	3 750	14 050
2012	6 000	4 750	8 276	7 800	26 826
2011	9 500	6 350	Aucune activité	Non existant	14 950
2009-2010	9 280	9 940	Aucune activité	Non existant	19 220
2008	3 020	4 640	3 400	Non existant	11 060
2007	4 640	5 800	4 040	Non existant	14 480
2006	3 608	4 880	2 470	Non existant	10 958
2005	2 700	3 900	4 550	Non existant	11 150
2004	4 620	8 504	5 400	Non existant	18 524
TOTAL DES PRODUCTIONS				141 218	

Source: Direction des mines et de l'énergie de San-Pedro.

Le tableau 3 présente la production de sables sur les différentes carrières étudiées.

Sur la carrière de l'embouchure, les quantités prélevées sont effectivement celles qui sont enregistrées par la Direction des mines. En effet, en dehors des heures de service, aucune extraction ne s'y fait. Par contre, au village Digboué, au-delà des heures de service des carrières, des prélèvements se poursuivent sous la supervision et au bénéfice des villageois autochtones. Etant donné que la Direction se trouve dans un système déclaratif, les productions enregistrées par les carrières sont donc dans une marge de 30 à 50 % de vérité des réelles extractions faites journalièrement. En plus, les valeurs d'extractions déclarées ne sont toujours pas les réelles, vu qu'il existe bien souvent des personnes qui font de fausses déclarations, juste pour empocher le surplus des redevances. La Direction ne dispose pas de moyens de contrôle des travaux sur toutes les 24 heures de la journée mais seulement veille au contrôle des carrières à leurs heures de service qui débutent à 7h 00 min du matin et s'arrêtent à 16h 30 min de la journée. La Direction se charge de l'encaissement des taxes (100 francs CFA pour 1 m³) et redevances dues sur les prélèvements journaliers. En dehors des heures de service des carrières, les villageois procèdent à la commercialisation des sédiments en prétendant devoir bénéficier de leur terre et utilisent les frais d'accès des camions pour renforcer leur caisse de solidarité. Cela constitue un véritable « business » pour eux, car pour la majorité c'est un bon moyen pour s'enrichir. Le sable extrait dans la journée ne peut être réellement quantifié puisque la plupart de ces villageois est analphabète.

3.2 ÉTAT ACTUEL DE L'IMPACT DES EXTRACTIONS DE SABLES SUR LES PLAGES DE SAN PEDRO

Jusqu'à nos jours, ce sont essentiellement les carrières de Digboué et celle de l'embouchure qui continuent d'approvisionner toute la région de San-Pedro en sable. Ces activités s'y poursuivent aisément et entraînent des conséquences désastreuses sur ces sites d'approvisionnement. En plus de l'érosion qui se fait naturellement, les extractions agissent directement sur le budget sédimentaire et donc aggrave à grande allure l'érosion côtière. Malgré l'état alarmant de ces côtes, les extracteurs poursuivent leurs activités jusqu'à prélever le peu de sédiments rescapés. Le stock sédimentaire restant sur ces plages est en voie de disparition et laisse observer la terre ferme. L'eau avance à grand pas et est aujourd'hui en contact direct avec la terre ferme du village. Les riverains se déplacent constamment en s'éloignant de la côte. La population est permanemment en danger face à l'avancée de l'eau qui s'avère souvent très menaçante. Le rivage de stockage des pirogues de pêche est également en phase de disparition et ceci constitue également une réelle crainte pour ces villageois qui ont la pêche comme activité principale.



Fig. 4. Cortège sédimentaire en voie de disparition

La figure 4 montre que le stock sédimentaire restant sur ces plages est en voie de disparition et laisse observer la terre ferme.



Fig. 5. Érosion de la plage du village Digboué

La figure 5 présente la plage du village Digboué qui est en voie de disparition.



Fig. 6. Érosion accentuée de la plage au profit de l'exposition de la terre du village Digboué (Jeudi 13/07/23)

La figure 6 laisse voir les traces du contact direct de l'eau avec la terre ferme du village.



Fig. 7. Avancement de l'eau vers les habitations des villageois

La figure 7 présente le rapprochement des eaux vers les habitations et donc indique combien la population est constamment en danger.



Fig. 8. Le rivage de stockage des pirogues de pêche en voie de disparition

La figure 8 montre que le rivage de stockage des pirogues de pêche est également en phase de disparition.

3.3 COMPARAISON DE LA PLAGE DES CARRIÈRES DU VILLAGE DIGBOUÉ DE 2013 ET DE 2023

Les analyses faites sur les sites en ces deux différentes périodes ont laissé constater un état alarmant et regrettable des côtes dû aux activités de prélèvements de sables de plages. Les côtes qui autrefois étaient vastes et engraisées sont aujourd'hui exagérément amaigries et quasi inexistantes.



Fig. 9. Plage engraisée et enrichie en sédiments sur le site de Digboué (27/12/2013).

La figure 9 montre les côtes du village Digboué qui autrefois (an 2013) étaient vastes et engraisées.



Fig. 10. Plage fortement appauvrie en sédiments et érodée jusqu'à l'atteinte de la bande de terresur le site de Dighboué (13/07/23)

La figure 10 présente les côtes du village Dighboué qui aujourd'hui (an 2023) sont exagérément amaigries et quasi inexistantes.

4 DISCUSSION

A San-Pedro, on assiste à une extraction abusive du sable marin. Ce trafic est devenu aujourd'hui un véritable commerce et le littoral de San-Pedro en souffre véritablement. D'énormes conséquences découlent de ces activités:

4.1 SENSIBILITÉ DU MILIEU EXPLOITÉ AUX RISQUES NATURELS FAVORISANT L'ÉROSION CÔTIÈRE ET MENACE POUR LA POPULATION RIVERAINE

Les sédiments qui se trouvent dans le système « budget sédimentaire », deviennent insuffisants pour le maintien de l'équilibre sédimentaire quand il y a enlèvement. Souvent, suite au creusement causé par les extractions, on observe un comblement par apport de sédiments de la mer. Certains pensent alors que les sédiments extraits sont ensuite remplacés par la mer, ce qui leur donne de croire que les extractions n'ont pas d'impact sur le littoral. Pour eux, le sable de plage est un bien légitime offert par la nature qui régularise le régime chaque fois qu'il y a prélèvement [16], ce qui n'est pas du tout le cas. En effet, le sable transite entre la plage sous-marine et la plage aérienne. En période de faible agitation, la plage sous-marine s'érode au profit de la plage aérienne [17]. On observe pendant cette période un engraissement de la plage aérienne. Comme dans un système, en période de forte agitation c'est l'inverse qui se produit. On constate que les plages alternent avec des variations morphologiques, héritages de processus d'engraissement et d'amaigrissement, qui maintiennent leur résilience naturelle [18]. Cette alternance des profils apparaît dépendante de l'énergie de l'agitation marine saisonnière. En effet, les plages connaissent des variations saisonnières qui font alterner des phases de démaigrissement et des phases d'engraissement. Aux latitudes tempérées, pendant l'hiver, les vagues de tempête leur enlèvent des sédiments qui s'accumulent sur l'avant-côte sous la forme de bancs immergés. Ils seront ensuite restitués pendant les périodes de beau temps qui voient ces bancs s'effacer. Ce processus naturel de restauration peut être plus ou moins long. C'est seulement lorsqu'il est incomplet que l'on doit conclure à un état d'érosion sur le long terme. Souvent, la méconnaissance de cette évolution naturelle fait que l'on décide parfois à la hâte, après de grandes tempêtes, de faire des travaux de défense contre la mer qui ne sont pas justifiés si la situation de crise est seulement passagère [19], ou de faire des prélèvements quand il y a engraissement. Alors, il est indispensable de comprendre qu'extraire les sables marins entraîne une perte en sédiments tendant ainsi à déséquilibrer le système sédimentaire et à aggraver donc l'érosion côtière. Si naturellement l'érosion avance sur les côtes, essayons d'estimer les dégâts que pourrait engendrer le déséquilibre du littoral. Souvent, les extracteurs et même les riverains ne se rendent pas compte de l'avancée de l'érosion sur la côte. C'est surtout lors des fléaux naturels tels que les tempêtes et les tsunamis qu'ils s'aperçoivent des effets irrévocables de l'érosion. Il est avantageux de savoir que toute extraction de sable a un impact direct sur l'équilibre du système du littoral. Le démaigrissement d'une plage est généralement la conséquence de la rupture de l'équilibre entre les apports et les départ des matériaux. Les plages soumises à des extractions massives de sable ont des profils concaves tandis que celles qui n'en pas soumises sont convexes [18]. Cela justifie clairement l'effet des prélèvements sur les côtes.

Le sable est indispensable. Les habitants se sont toujours servis de cette ressource pour divers travaux: construction, réfection de bâtiments, remblaiement des cours, de concession et de routes, etc. Les quantités prélevées étaient jusque-là supportables et les risques moindres. Mais l'extension des zones urbaines, et la création de nouveaux quartiers avec l'ouverture simultanée des chantiers de construction ont suffisamment contribué au renforcement de la pression humaine sur la ressource. En plus, les exploitants considèrent les politiques de gestion comme une entrave à leur autonomie ce qui rend les choses plus difficiles. Dans le passé, la carrière Digboué était la seule à ravitailler toute la ville de San-Pedro. Des temps plus tard, s'est ajoutée la carrière de l'embouchure. L'on se rend compte que la ville de San-Pedro couvre un réel trafic de sable marin. Même si cela devrait être une nécessité pour la population de faire recours au littoral, la nature et ses fléaux quant à eux, ne sont malheureusement pas compatissants face aux réalités humaines. L'élévation du niveau de la mer accélère déjà l'érosion des côtes, tandis que le littoral ivoirien, est également exposé à des risques naturels: activité sismique, inondation, tempête, typhons, tsunamis, éboulement,... Alors, les côtes de San-Pedro, face à toutes ces influences, sont donc exposées à une croissance exponentielle d'érosion. L'érosion engendre une exposition des biens et des personnes riveraines aux risques d'inondation, de submersion et d'érosion [18]. Il est important pour ces derniers de comprendre ainsi le risque qu'ils courent quotidiennement à être acteurs dans la commercialisation de ces trésors territoriaux.

Tenant compte de l'évolution du réchauffement climatique entraînant l'élévation du niveau de la mer, l'on se rend compte tout de suite de l'intérêt qu'il y a à recourir à toutes mesures de précaution pour protéger la zone côtière. Il serait donc avantageux de réfléchir à des moyens de suspendre l'exploitation du sable de mer car l'équilibre de la plage est un véritable moyen de lutte contre l'avancée de la mer.

4.2 IMPACT DES EXTRACTIONS DE SAN-PEDRO DANS L'AGGRAVATION DE L'ÉROSION CÔTIÈRE DE LA PARTIE SUD-EST DU LITTORAL IVOIRIEN

Ces extractions ne mettent pas uniquement en péril le secteur exploité, elles se répercutent également sur l'équilibre des plages situées à l'aval [20]. Il est indispensable de savoir que les prélèvements de sédiments dans l'Ouest du littoral diminuent également le transit sédimentaire Ouest -Est, favorisant ainsi l'érosion de la partie Ouest du littoral ivoirien. La dérive littorale a une influence prépondérante sur les phénomènes d'érosion et de dépôt et donc sur la morphologie de la côte [21]. Or, d'une manière générale, l'obliquité de la houle par rapport à la côte engendre une importante dérive littorale de direction Ouest-Est. La présence de massifs rocheux, l'extraction de sables dans le Sud-ouest et la présence du canal de Vridi dans le Sud-est contribuent à un faible transit sédimentaire selon la direction de la dérive littorale (Ouest-est). L'Est du littoral est déjà atteint par une érosion aggravée, alors toute activité consistant à réduire la quantité de sédiments arrivant sur la côte ne fera qu'empirer l'érosion de la côte. Cela en est une raison de plus pour suspendre les prélèvements de sable marin sur la côte de San-Pedro. En définitive, les extractions ont introduit des perturbations importantes en rompant l'équilibre du système côtier [20]. Mais des problèmes continuent de se poser: les extracteurs ont besoin de ce travail, les chefs locaux s'enrichiraient en taxant le sable et les entreprises de construction ont besoin d'un apport régulier pour continuer leur travail. L'extraction et la consommation de sédiments marins sont liées aux économies régionales et varient très fortement selon les régions du monde, certains pays émergents peu réglementés en la matière doivent faire face bien souvent au vol de leur ressource, alors que les pays européens et notamment la France, disposent d'un arsenal juridique de recherche et d'exploitation contraignant. L'activité d'extraction de granulats marins y est donc réglementée, contrôlée et cadrée afin de prendre en compte la ressource, les autres activités et les enjeux environnementaux [22]. La protection, la gestion et la mise en valeur des milieux marins et côtiers apparaissent désormais comme des impératifs fondamentaux [23]. Déjà, plusieurs travaux tels que [24] et [25] se sont engagés dans la gestion intégrée des zones côtières. Le littoral est une zone d'interface conflictuelle où il convient de mettre en place une politique coordonnée de protection. Les travaux de [25] recensent les éléments de la politique de préservation du patrimoine naturel dans le cadre d'une gestion intégrée; Toutefois, pour interdire l'extraction du sable marin dans la région de San-Pedro, il serait nécessaire au préalable de prévoir d'autres sources de prélèvement de sable.

La Côte d'Ivoire souffre des problèmes d'érosion côtière. La planification côtière manque de législation sur la côte dans la région de San Pedro. Il faut à cet effet mettre en œuvre des mesures urgentes. Ces mesures concernent le cadre institutionnel et réglementaire, la planification et la gestion du littoral, la préservation de la bande du littoral d'où la lutte contre les extractions de sables marins.

5 CONCLUSION

Le littoral ivoirien rencontre des problèmes environnementaux majeurs dont l'érosion côtière où les activités anthropiques jouent un rôle primordial. Les activités de prélèvements de sable sur les plages ont un impact direct sur les côtes entraînant le déséquilibre du système sédimentaire et donc l'érosion côtière. L'érosion détruit les plages, les habitations et menace la vie des populations riveraines. La surface terrestre demeure le seul cadre de vie des humains. Étant donné que la mer combat journalièrement cette partie restreinte de la terre, il serait donc avantageux pour les hommes de s'engager incessamment dans

la défense de l'environnement. Quelques soient les raisons, il est indispensable, pour la sauvegarde des littoraux, de procéder à l'interruption des activités d'extraction de sables marins. Plusieurs pays ont déjà pris des dispositions pour protéger leurs littoraux. La Côte d'Ivoire peut aussi le faire.

REMERCIEMENTS

Je remercie l'ex-Doyen de l'UFR-STRM Professeur Boffoué pour sa promptitude démontrée face à toutes mes sollicitations. Toute ma gratitude au Professeur MONDE Sylvain de l'Université Félix Houphouët Boigny pour m'avoir permis de bénéficier de ce stage au Centre de Recherche Océanologique duquel découle ce travail. Merci au personnel de ce Centre de Recherche qui a contribué à l'acquisition des données et en particulier merci au Professeur ABE Jacques et au Docteur YAO Salomon. Ma reconnaissance va aussi à l'endroit des agents de la Direction des Mines et de l'énergie de San Pedro pour leur bonne collaboration lors de l'effectivité des travaux sur le terrain. Merci à toute ma famille pour le soutien moral, spirituel et financier. Je remercie infiniment le gouvernement ivoirien qui m'a soutenu financièrement par une bourse durant cette période. Au-dessus de tout, je remercie mon Dieu de m'avoir aidé à accomplir cette étude.

REFERENCES

- [1] Monde S., «Etude et modélisation hydrodynamique de la circulation des masses d'eau dans la lagune Ebrié (Côte d'Ivoire)», Thèse de Doctorat d'Etat, Université Cocody, 325 p, 2004.
- [2] Konan K.E., «Impacts des vagues géantes d'Août 2007 sur le cordon littoral ivoirien: cas du littoral d'Abidjan à Grand-Bassam (Côte d'Ivoire)», Mémoire de Master, Université de Liège, 60 p, 2011.
- [3] Konan K.E., «Etude morpho-dynamique et sensibilité aux événements »exceptionnels« du cordon littoral sableux ivoirien à l'Est d'Abidjan (Abidjan-Aforenou)», Thèse Unique de Doctorat, Université Félix Houphouët Boigny d'Abidjan, 206 p, 2012.
- [4] Yao K.S., «Etude de la dynamique sédimentaire du littoral occidental ivoirien entre Tabou et Sassandra: Approches morpho-bathymétriques, sédimentologiques et exoscopiques», Thèse de Doctorat unique, Université Félix Houphouët Boigny de Cocody-Abidjan, 197 p, 2012.
- [5] Touré B., Kouamé K.F., Souleye W., Collet C., Affian K., Ozer A., Rudant J. P., Biémi J., «L'influence des actions anthropiques dans l'évolution historique d'un littoral sableux à forte dérive sédimentaire: la baie de Port-Bouët (Abidjan, Côte d'Ivoire)», *Géomorphologie: relief, processus, environnement*, n° 3, pp113-126, 2012.
- [6] Abe J., N'doufou, G. H. C., Konan K. E., Yao K. S., Bamba S. B., «Relations entre les points critiques d'érosion et le transit littoral en Côte d'Ivoire», *Africa Geoscience Review*, vol 21, N° 1 et 2, pp 1-14, 2014.
- [7] Mouyalou V. M. T., «Dynamique morphosédimentaire d'un segment côtier sableux: du Lycée Léon Mba (Libreville) à la Sablière (Baie d'Akouango)», Thèse de Doctorat, 339 p, 2017.
- [8] Abe J., «Contribution à la connaissance de la morphologie et de la dynamique sédimentaire du littoral ivoirien (cas du littoral d'Abidjan). Essais de modélisation en vue d'une gestion rationnelle», Thèse de Doctorat d'Etat, Univ. Cocody, 337 p, 2005.
- [9] Paskoff R., «Côtes en danger», Colloque « *Pratiques de la Géographie* », Paris, Masson, 250 p, 1993.
- [10] Konan E. K., J. Abe, K. Aka, U. Neumeier, J. Nyssen et A. Ozer, «Impacts des houles exceptionnelles sur le littoral ivoirien du Golfe de Guinée», *Géomorphologie: relief, processus, environnement*, vol 22, n°3, pp 105-120, 2016.
- [11] Lewsey, C, Cid G. et Kruse E., «Assessing climate change impacts on coastal infrastructure in the Eastern Caribbean», *Marine Policy*, vol. 28, n° 25, pp. 393-403, 2004.
- [12] Abé J. et Kaba N., «Côte d'Ivoire, Profil Environnemental de la Zone Côtière», Ed. CEDA, 87 p, 1997.
- [13] Thibault L., Ayman E.-S. et Olivier D., «Impact des activités humaines sur l'érosion littorale», Planet Terre, <https://planet-terre.ens-lyon.fr/ressource/erosion-littorale.xml>, 2018.
- [14] Duclos P. A., «Impacts morpho-sédimentaires de l'extraction de granulats marins - Application au bassin oriental de la manche», Thèse de doctorat de l'Université de Rouen, 272 p, 2012.
- [15] Bernon, N. «Le sable, une ressource essentielle en voie de disparition», *Observatoire de la Côte Nouvelle-Aquitaine*, 2019. [Online] Available: <http://www.observatoire-cote-aquitaine.fr/le-sable,une-ressource-essentielle-en-voie-de-disparition>, 2019.
- [16] Adjoussi P., «Impacts 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, p3, 2001.
- [17] Gbessi A., «Impact de la marée exceptionnelle d'Août 2011 sur le périmètre littoral portuaire de San-Pedro», *Bioterre*, Vol.15, no 0, pp. 8-19, 2017.

- [18] Sinane K., David G., Pennober G. et Troadec R., «Fragilisation et modification des formations littorales meubles sur l'île d'Anjouan (Comores): Quand l'érosion d'origine anthropique se conjugue au changement climatique», *Vertigo*, Vol. 10 / no 3, 2011.
- [19] Paskoff R., «La crise des plages: Pénurie de sédiments», *Persée*, pp. 11-15, 1998.
- [20] Cesaraccio M., Thomas Y.-F., Diaw A.-T., Ouegnimaoua L., «Impact des activités humaines sur la dynamique littorale: prélèvements de sables sur le site de Pointe Sarène, Sénégal», *Géomorphologie: relief, processus, environnement*, vol. 10, n°1, -pp. 55-63, 2004.
- [21] Wognin A. I. V., Aoua S. C., Akobé A. C., Mondé S. et Aka K., «Morphologie du littoral et cinématique du trait de côte de Vridi à Grand-Bassam (Côte d'Ivoire)», *Journal of environmental hydrology*, vol. 21, pp 1-10, 2013.
- [22] Valero C., «Les granulats marins, ressources spécifiques», *ISEMAR*, n° 228, p1, 2021.
- [23] Dejeant-Pons M., «Annuaire Français de Droit International», *Persée*, n° 33, pp. 689-718, 1987.
- [24] Bayeba M. C., «*Gestion intégrée des zones côtières en Afrique de l'Ouest: le cas de la Côte d'Ivoire*», Thèse de Doctorat, Université du Littoral Côte d'Opale, 639 p, 2019.
- [25] Dauvin J. -C., «Gestion intégrée des zones côtières: outils et perspectives pour la préservation du patrimoine naturel», Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 352 p, 2002.