

**Travail de fin d'études: "Etude de la dynamique du trait de côte et des stratégies de gestion du risque d'érosion côtière : cas de Cotonou au Bénin de 1955 à 2018"**

**Auteur :** Assogba, Liliane Philippine

**Promoteur(s) :** Ozer, Pierre; 5864

**Faculté :** Faculté des Sciences

**Diplôme :** Master de spécialisation en gestion des risques et des catastrophes

**Année académique :** 2017-2018

**URI/URL :** <http://hdl.handle.net/2268.2/5569>

---

*Avertissement à l'attention des usagers :*

*Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.*

*Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.*

---

**FACULTE DES SCIENCES**

**Département des Sciences et Gestion de l'Environnement**

**Année académique 2017-2018**

**Etude de la dynamique du trait de côte et des stratégies de  
gestion du risque d'érosion côtière : cas de Cotonou au  
Bénin de 1955 à 2018**

**Mémoire présenté par :**

**Liliane P. ASSOGBA**

**en vue de l'obtention du grade de Master de Spécialisation en Gestion des Risques et  
Catastrophes**

**Rédigé sous la direction de :**

**Professeurs**

**Pierre OZER**

**&**

**Florence de LONGUEVILLE**

## **DEDICACE**

*Je dédie ce mémoire à  
Ma famille, particulièrement mes filles Maellis et Johanna,  
pour votre Amour, les sacrifices consentis, votre soutien permanent.*

*A Dieu soit la gloire !*

## REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail qui consacre la fin de notre formation en Gestion des Risques et des Catastrophes, il m'est agréable d'adresser mes vifs et sincères remerciements à :

- ✿ l'Académie de Recherche et d'Enseignement Supérieur (ARES) de la Wallonie-Bruxelles pour la bourse d'étude qu'elle m'a accordé pour participer à cette formation ;
- ✿ mes promoteurs Pierre OZER et Florence de LONGUEVILLE pour avoir accepté superviser et consacrer du temps à l'amélioration de ce travail ; Du fond du cœur merci !!
- ✿ Professeur André OZER, pour sa grande disponibilité et son chaleureux implication dans notre formation ;
- ✿ Alain RIVAS, Romain VIALLE et Valentin SCHMITT de l'IGN France International, pour leur disponibilité sans faille ;
- ✿ aux staffs des différents campus qui nous ont accueillis dans le cadre de cette formation, particulièrement les enseignants du Master en Gestion des Risques et des Catastrophes ; un remerciement spécial à Dr. Antoine DENIS pour sa grande disponibilité ;
- ✿ tous mes collègues des promotions GRC et PED 2018 sans qui, ces douze mois de formations auraient été sans doute bien maussades ;
- ✿ tous ceux qui, de près ou de loin, ont aidé à l'accomplissement de ce travail. C'est le moment pour moi de vous témoigner toute ma reconnaissance.

## **ABBREVIATION**

ABE: Agence Béninoise pour l'Environnement

ARES: Académie de Recherche et d'Enseignement Supérieur

BCB: Bande Côtière du Bénin, Bande Côtière du Bénin

CSPRE: Chef service de la prévention des risques et de l'environnement

DPBC: Direction de la protection des berges et des côtes

DSAS: Digital Shoreline Analysis System

**ECI:** Confidence of End Point Rate

EPR: End Point Rate

FULAM: Front Uni de Lutte contre l'Avancée de la Mer

INSAE: Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique

LRR: Linear Regression Rate

**NSM:** Net Shoreline Movement

PAC: Port Autonome de Cotonou

PAG: Programme d'Action du Gouvernement

PANGIRE: Plan National de Gestion Intégrée des Ressources en Eaux

PAOR: Plan d'Aménagement Opérationnel et Résilient, Plan d'Aménagement Opérationnel et Résilient, Plan d'Aménagement Opérationnel et Résilient

SONACOP: Société Nationale de Commercialisation des Produits Pétroliers

UA: Union Africaine

WACA: West Africa Coastal Areas Resilience Investment Project

## Table des matières

Résumé .....	iv
Abstract .....	v
<b>INTRODUCTION GENERALE .....</b>	<b>1</b>
<b>I. PRESENTATION DU MILIEU D'ETUDE .....</b>	<b>4</b>
<b>II. DONNEES ET METHODES .....</b>	<b>6</b>
<b>2.1. Collecte de données.....</b>	<b>7</b>
2.1.1. Collecte de données cartographiques .....	7
2.1.2. Elaboration de questionnaires et enquêtes auprès des ménages en zone d'érosion .....	7
2.1.3. Entretiens avec diverses parties prenantes à la gestion du risque d'érosion côtière à Cotonou .....	8
<b>2.2. Traitements des données .....</b>	<b>9</b>
2.2.1. Analyse géo-spatiale des traits de côte et de la mobilité humaine .....	9
2.2.2. Analyse des données de terrain .....	13
<b>III. RESULTATS .....</b>	<b>15</b>
<b>3.1. Analyse de la dynamique spatio-temporelle du trait de côte à Cotonou de 1955 à 2018 .....</b>	<b>15</b>
3.1.1. Evolution du trait de côte de 1955 à 2002.....	15
3.1.2. Evolution du trait de côte de 2002 à 2013.....	18
3.1.3. Evolution du trait de côte de 2013 à 2018.....	20
3.1.4. Analyse comparée des taux d'évolution du trait de côte pour les périodes 1955-2013 et 2013-2018 .....	24
<b>3.2. Mobilité humaine liée à la variation du trait de côte depuis 2013 et aux mesures de gestion du littoral.....</b>	<b>29</b>
3.2.1. Reconquête de la côte protégée.....	29
3.2.2. Délocalisations par l'Etat .....	30
<b>3.3. Perspectives en termes d'aménagement du littoral et estimation du risque à l'horizon 2025.....</b>	<b>33</b>
3.3.1. Aménagements prévus de court à moyen termes et perceptions des populations et parties prenantes.....	33
3.3.2. Dynamique future du trait de côte à Cotonou à l'horizon 2025 et implications	36
<b>IV. DISCUSSION .....</b>	<b>39</b>

<b>4.1. Actions et inactions des autorités publiques comme facteurs d’impact de la vulnérabilité des populations en zone côtière à Cotonou.....</b>	<b>39</b>
4.1.1. Avant la première phase de construction d’ouvrages de protection des côtes ...	39
4.1.2. De la première phase de construction des ouvrages de protection des côtes à présent.....	40
4.1.3. A l’avenir, avec les aménagements planifiés .....	41
<b>4.2. Implications dans le contexte actuel de changement climatique.....</b>	<b>42</b>
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>42</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>a</b>
Annexe 1 : Questionnaire d’enquête .....	a
Annexe 2 : Guide d’entretien.....	h
Annexe 3 : Revue de littérature sur les lignes de référence de trait de côte par (Faye 2010)	k
Annexe 4 : Zoom sur Figures 9 & 11 :Variation des longueurs de transect selon le taux de variation annuel du trait de côte (EPR) à Cotonou entre 1955 et 2002 d’une part et entre 2002 et 2013 d’autre part.....	n

## Résumé

Les modifications morphologiques côtières sont devenues l'un des problèmes environnementaux les plus importants auxquels est confronté l'Afrique de l'Ouest. A Cotonou au Bénin, l'érosion côtière a atteint une telle ampleur que la zone à l'est de la ville est qualifiée par la Banque Mondiale de « hot spot » pour les projets béninois et ouest-africain de protection du littoral.

Cette étude vise à : (i) cartographier la dynamique du trait de côte à Cotonou avant et après la construction des principaux ouvrages de protection de la côte entre 2013 et 2018 et en déduire une projection pour 2025 ; (ii) analyser les perceptions des usagers d'une part et des autorités d'autre part sur l'efficacité des ouvrages de protection des côtes et les politiques d'aménagement du littoral ; (iii) évaluer les impacts de la dynamique récente du trait de côte et des stratégies de gestion en termes de mobilité humaine.

Les traits de côte ont été extraits d'une part à partir de photographies aériennes (1955) et d'autre part à partir d'images disponibles dans Google Earth (2002, 2013 et 2017/2018). Ils ont ensuite été combinés en une géodatabase pour leur traitement. La ligne de référence utilisée est la ligne de pleine mer (High Water Line). Le logiciel ArcGIS Desktop 10.3 a été utilisé pour la réalisation des cartes et son extension DSAS v4.3 a permis le calcul statistique des vitesses d'érosion et des taux d'évolution à partir des différents traits de côte extraits. DSAS crée des transects qui viennent couper les différents traits de côtes. Il mesure ensuite les distances entre les points d'intersection des transects et des traits de côte (EPR), calcule les taux d'évolution (LRR) le long de chaque transect et restitue les résultats sous forme de tables d'où des valeurs moyennes, minimales, maximales etc. sont tirées.

Pour estimer la vulnérabilité des populations telles qu'elles-mêmes la perçoivent, une enquête de terrain réalisée en zone côtière à l'est du chenal de Cotonou, nous a permis d'apprécier notamment leurs perceptions sur l'efficacité des ouvrages de protection des côtes et les autres aménagements qu'envisagent les autorités publiques à court et à moyen termes. Diverses parties prenantes à la gestion du littoral ont aussi été rencontrées pour avoir leurs perceptions sur ces éléments.

Les résultats montrent qu'avant la construction des ouvrages de défense côtière en 2013, le trait de côte s'est avancé à l'ouest et a reculé à l'est du port à une vitesse de plus de 10 m/an. Une relative stabilité du segment de côte à l'est de Cotonou, a été notée après 2013 tandis qu'à l'ouest, l'accrétion continue, favorisée notamment par les mesures d'agrandissement du port autonome. Les taux d'érosion enregistrés sur certains transects quoique faibles, devraient, d'après les estimations, devenir problématiques à l'horizon 2025. Aussi, les perceptions des riverains en lien avec l'efficacité des ouvrages présentent-elles une bonne corrélation spatiale avec les variations obtenues avec la cartographie. Il a été noté, qu'une mobilité humaine importante est associée à la mise en œuvre des actions publiques touchant au littoral à Cotonou depuis 2013. Avant 2013, c'était plutôt l'inaction des pouvoirs publics qui, aura impacté la vulnérabilité des riverains. Ces résultats ont permis de voir le lien étroit en zone côtière, entre l'anthropisation des côtes, la gouvernance et la vulnérabilité au risque d'érosion côtière.

**Mots clés :** trait de côte, cartographie, DSAS, ouvrage de protection, gouvernance, vulnérabilité.

## Abstract

Coastal morphological change has become one of the most important environmental problems facing West Africa. In Cotonou, Benin, coastal erosion has reached such a scale that the area to the east of the city is described by the World Bank as a "hot spot" for Beninese and West African coastal protection projects.

This study aims to: (i) map the dynamics of the coastline in Cotonou before and after the construction of the main coastal defense structures between 2013 and 2018 and forecast a trend for 2025; (ii) analyze users and government perceptions on the effectiveness of coastal defense structures and coastal management policies; (iii) assess the impacts of recent coastal dynamics and management strategies in terms of human mobility.

The coastline was extracted from aerial photographs (1955) and from images available in Google Earth (2002, 2013 and 2017/2018). They were then combined into a geodatabase for processing. The reference line used is the High Water Line. The ArcGIS Desktop 10.3 software was used to produce the maps and its DSAS v4.3 plugin enabled the statistical calculation of erosion rates from the different coastlines extracted. DSAS creates transects that cut the different lines of coastline. It then measures the distances between the intersection points of the transects and the coastlines (EPR), calculates the rates of change (LRR) along each transect and generate some results tables from which mean, minimum, maximum values etc. are drawn.

To assess the vulnerability of the populations as they perceive by themselves, a field survey carried out in the eastern coastal zone of the Cotonou channel enabled us to assess their perceptions of the effectiveness of coastal defense structures and other actions that public authorities are planning to implement in the short and medium term. Various stakeholders in coastal management were also met to get their perceptions on these points.

The results show that prior to the construction of the coastal defense structures in 2013, the coastline advanced to the west and receded to the east of the port at a speed of more than 10 m/year. A relative stability of the coastal segment to the east of Cotonou has been noted after 2013, while in the west, the accretion continue, favored especially by the measures to enlarge the harbor. Erosion rates on some transects, although low, are estimated to become problematic by 2025. Also, the perceptions of residents with respect to the effectiveness of the structures show a good spatial correlation with the variations obtained with mapping. It was noted that significant human mobility has been associated with the implementation of public actions in the coastal zone of Cotonou since 2013. Before 2013, it was rather the lack of action of public authorities that had impacted the vulnerability of local residents. These results have shown the close link in coastal zones between coastal anthropization, governance and vulnerability to the risk of coastal erosion.

Keywords: coastline, mapping, DSAS, protection work, governance, vulnerability.

## INTRODUCTION GENERALE

Les zones côtières sont des environnements connus pour leur fragilité et leur importance du point de vue économique et environnemental. Les littoraux constituent une zone de transition (écotones) entre les écosystèmes marin et terrestre et fournissent à ce titre des services écosystémiques fondamentaux (Carboni *et al.*, 2009). Ils attirent de nombreuses populations, de même qu'il en est de la majorité des terres à proximité de masses d'eau. Selon (Lefebvre, 2011), des preuves archéologiques montrent que bon nombre des plus anciens établissements humains étaient situés à proximité des rivières et des lacs, dans les deltas ou le long des côtes. Il s'agit donc d'espaces de grand intérêt pour le bien-être des hommes mais qui subissent également des pressions de plus en plus importantes avec l'accroissement démographique. Des études ont montré qu'en 2011, 60 % de la population mondiale vivait en zone côtière, dans une bande terrestre qui n'excède pas 100 kilomètres par rapport à la ligne de rivage (Lefebvre, 2011). Pourtant, ces zones sont en général sujettes à divers risques comme la submersion et l'érosion et les populations installées dans ces milieux sont alors exposées à ces risques avec un niveau de vulnérabilité pouvant être plus ou moins élevé selon leur sensibilité et capacité d'adaptation (Birkmann *et al.*, 2013).

En Afrique de l'Ouest, la vulnérabilité des populations aux risques côtiers est particulièrement élevée. Selon (Touré *et al.*, 2012), les littoraux ouest africains subissent globalement un processus érosif important, pouvant être impressionnant par endroit avec des reculs moyens qui dépassent les 10 mètres par an. Les modifications morphologiques côtières sont devenues l'un des problèmes environnementaux les plus importants auxquels est confrontée l'Afrique de l'Ouest. (IUCN et UEMOA, 2010). De la Mauritanie aux côtes nigérianes en passant par le Sénégal, la Gambie, la Guinée Bissau, la Guinée, la Sierra Leone, le Libéria, la Côte d'Ivoire, le Ghana, le Togo et le Bénin, le constat est presque le même (IUCN et UEMOA, 2010). Le problème est d'autant plus préoccupant que les plus grosses agglomérations de ces différents pays se retrouvent, avec leurs populations des plus importantes, les biens et services qu'elles concentrent, sur cette façade maritime à risque.

Cotonou fait partie de ces métropoles et a la particularité d'être localisée entre la mer et une autre masse d'eau, le lac Nokoué, dont les eaux se déversent dans la mer par le chenal de Cotonou qui traverse la ville ; ce qui la rend particulièrement vulnérable aux risques liés à l'eau.

La lutte contre les assauts des vagues à Cotonou date de plusieurs décennies, elle a commencé après la construction des ouvrages portuaires en 1965 et celle du barrage de Nagbéto sur le fleuve Mono en 1987 (Rossi, 1996 ; Sireyol, 1977 cités par Ozer *et al.* (2015). Alors qu'à l'ouest du port, on note une accrétion, ce sont selon Kaki *et al.* (2011), 192,5 ha de terre qui ont été cédés à la mer à l'est entre 1963 et 2000. Entre 2002 et 2011, Ozer *et al.* (2014) estiment à 53

ha la surface érodée dans la même zone. Ces terres érodées emportent avec elles de nombreux édifices, créant d'importantes pertes économiques et des personnes déplacées.

Face à ce problème, l'Etat béninois s'est investi dans la construction et le renforcement d'ouvrages de protection des côtes. En 2013, une batterie de sept épis – espacés d'environ 1 km – a été construite à l'est de Cotonou, s'étendant sur 8 km à partir de l'épi de Siafato, mais ces ouvrages restent, semble-t-il, limités dans leur rôle de protection. Malgré ces dispositions, en avril 2016, les quartiers riverains ont été envahis par les vagues ; le journal Bénin Time en sa parution du 26 avril 2016 rapporte les propos du chef de quartier Enagnon qui évoque 300 habitations perdues. La même année, l'Exécutif initie un vaste projet de protection intégrale des côtes béninoises et l'une des actions prioritaires est la deuxième phase de construction d'ouvrages à l'est de Cotonou dont les travaux ont démarré en juillet 2017. Cette phase comporte la construction de trois 3 épis intermédiaires pour renforcer l'action de l'existant et du rechargement de plage par dragage (Source terrain, 2018)

L'action publique devrait être éclairée par des informations scientifiques d'aide à la décision et ce type d'informations sur l'efficacité des stratégies initiées dans le cadre de la gestion de l'érosion côtière à Cotonou pourraient contribuer à leur amélioration. En effet, les politiques de gestion, les mesures de protection et les réglementations sont une composante importante lorsqu'on s'intéresse à la vulnérabilité des communautés aux risques naturels (Hénaff et Philippe, 2014) et il est donc nécessaire de s'assurer de leur efficacité en même temps qu'on s'intéresse à l'aléa. Ceci est d'autant plus important que dans le contexte actuel de changement climatique et de risque d'élévation du niveau de la mer (Abuodha et Woodroffe, 2006), la récurrence des événements météo-marins extrêmes est à craindre.

Plusieurs publications ont analysé l'évolution du trait de côte béninois en général et à Cotonou en particulier jusqu'en 2011 (Degbe, 2009; Kaki *et al.*, 2011; Ozer *et al.*, 2014), certaines ce sont étendues au-delà de 2013 (Ozer *et al.*, 2015; Degbe *et al.*, 2017; de Longueville *et al.*, 2018), année de construction de la première batterie d'épis, mais aucun de ces travaux n'a évalué l'évolution du phénomène d'érosion avec un regard sur l'impact de la construction des épis par la méthode DSAS développée par l'USGS (United States Geological Survey), ni analysé les perceptions des populations sur cette évolution et les approches de gestion qui sont adoptées par les autorités face à la dynamique observée. Divers auteurs ont analysé l'influence des stratégies de gestion des côtes, ainsi que du cadre institutionnel sur la vulnérabilité des populations côtières dans le monde et la sous-région ouest-africaine (Codjoe *et al.*, 2017; Frick-Trzebitzky *et al.*, 2017; Williams, 2018). C'est donc pour combler ce vide pour le cas de Cotonou que cette étude est initiée.

Comment a évolué le trait de côte à Cotonou entre 2013 et 2018 comparativement à la période de 1955 à 2013 ? Quelle pourrait être la situation d'ici 2025 avec les ouvrages en place ?

Quelles sont les perceptions des populations sur l'évolution du trait de côte et les stratégies de gestion mises en œuvre par le gouvernement ? Y a-t-il des liens entre les perceptions sur l'ampleur de l'érosion et la tendance réelle de l'évolution du trait de côte ?

Comment la dynamique récente du trait de côte et les stratégies de gestion ont-elles impacté la mobilité humaine à Cotonou ?

Qu'envisagent à l'avenir les parties prenantes à la gestion du phénomène ? Ce sont là quelques questions auxquelles nous tenterons de répondre à travers ce travail.

### **Objectifs de l'étude :**

L'objectif général de cette étude est d'analyser l'aléa d'érosion côtière à Cotonou et l'impact des stratégies d'adaptation et de gestion sur la vulnérabilité sociale.

De façon spécifique, il s'agit de :

- ❖ Cartographier la dynamique du trait de côte à Cotonou entre 1955, 2013 et 2018 et évaluer les taux de variation du cordon littoral associés afin de faire une projection pour 2025 ;
- ❖ Analyser les perceptions des usagers d'une part et des autorités d'autre part sur l'efficacité des ouvrages de protection des côtes et les politiques d'aménagement du littoral ;
- ❖ Evaluer les impacts de la dynamique récente du trait de côte et des stratégies de gestion en termes de mobilité humaine.

### **Hypothèses**

Pour atteindre ces objectifs, nous partons des hypothèses que :

- les ouvrages de protection côtière ont réduit sensiblement l'érosion côtière dans la commune de Cotonou ;
- les perceptions des usagers de la zone côtière de Cotonou-Est diffèrent de celles des autorités sur l'efficacité des ouvrages de protection des côtes, les politiques d'aménagement du littoral et la vulnérabilité des riverains ;
- la dynamique récente du trait de côte et les stratégies de gestion du littoral à Cotonou ont un impact important en termes de mobilité humaine.

Après cette introduction qui présente la problématique, la pertinence du sujet et les objectifs du travail, la première partie du présent document comprend la présentation du milieu d'étude, des données et de la méthodologie utilisée ; la deuxième partie rend compte des résultats obtenus et des discussions. Enfin, la conclusion fait des suggestions dans le sens de l'amélioration de la qualité des résultats par des travaux ultérieurs et des recommandations.

## I. PRESENTATION DU MILIEU D'ETUDE

L'étude s'est déroulée le long du littoral de Cotonou, ville située entre 6°21' et 6°24' de latitude Nord et 2°22' et 2°29' de longitude Est (Figure 1)

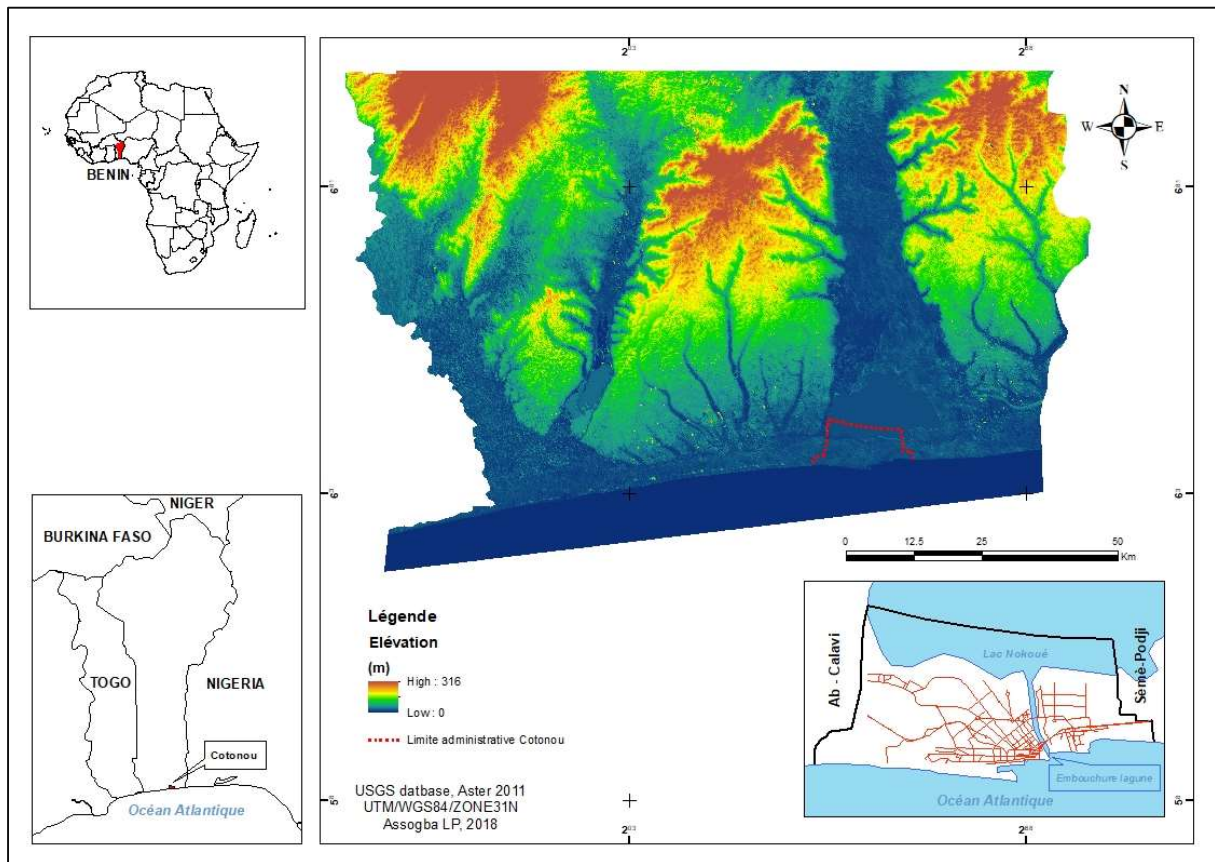


Figure 1 : Localisation du milieu d'étude et élévation

La ville est établie sur une bande de terre de 79 km<sup>2</sup> entre le lac Nokoué au nord et l'Océan Atlantique au sud (Figure 1) ; limitée à l'ouest par la commune d'Abomey-Calavi et à l'est, par celle de Sèmè-Kpodji. Sa façade maritime s'étend sur 18 km.

Cotonou s'inscrit dans le bassin sédimentaire côtier du golfe de Guinée et est constituée de sables alluviaux dont les hauteurs ne dépassent guère dix mètres ; le relief du cordon a deux caractéristiques principales (INSAE, 2016) :

- dépressions longitudinales parallèles à la côte ;
- bas-fonds érodés par l'écoulement des eaux pluviales qui communiquent avec le lac Nokoué.

La marée au Bénin est de type semi-diurne. Les marnages extrêmes observés sont +1,95 m et -0,50 m. Les houles arrivent du sud-ouest et la dérive littorale se fait, d'ouest en est (Degbe *et al.*, 2017). Les principaux apports de sédiments sont, soit d'origine fluviale, soit issus de

l'érosion côtière tandis que, le transport littoral et à la remontée relative du niveau de la mer sont les principaux facteurs qui occasionnent les pertes de sédiments.

La ville de Cotonou est dotée d'un port, qui assure les échanges commerciaux du pays avec l'extérieur. Il a été construit entre novembre 1959 et 1962 pour relayer, avec des infrastructures plus modernes, le wharf qui permettait jusque-là, l'embarquement et le débarquement des marchandises et des personnes. La construction de l'ouvrage a été précédée de plusieurs études et le choix d'un port à accumulation de sable, en eau profonde à Cotonou a été effectué (PAC, 2018). Sa création a favorisé le développement de la ville qui a connu une forte croissance démographique. Cotonou abrite actuellement, d'après les projections de INSAE (2016), une population de 1.116.268 habitants contre 320.332 en 1979 (figure 2).

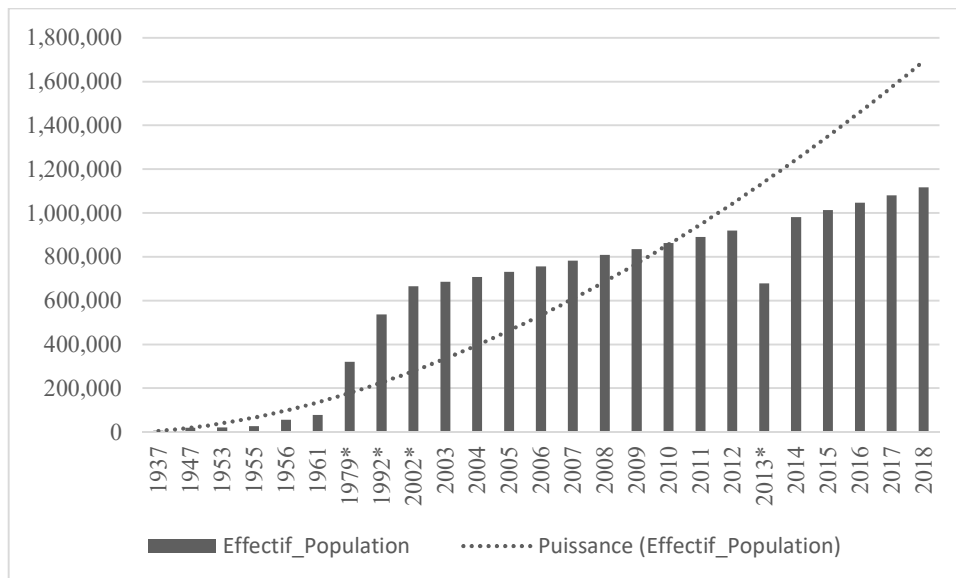


Figure 2 : Evolution de la population de Cotonou (\* Données réelles de recensement (RGPH 1, 2, 3, 4)).  
Sources : (Julien, 1992; INSAE 2013)

## II. DONNEES ET METHODES

La méthodologie proposée comporte deux approches dont les résultats ont servi à faire une analyse intégrée de la problématique abordée par l'étude. Il s'agit de : (1) une approche basée sur l'analyse géo-spatiale de l'évolution du trait de côte à Cotonou et l'utilisation de données spatiales pour suivre la mobilité humaine et (2) une approche orientée vers l'analyse des perceptions de populations exposées au risque d'érosion côtière et de différentes parties prenantes à la gestion de ce risque à Cotonou. Ces perceptions portent sur l'évolution du trait de côte, la gestion du littoral et différentes implications associées à cela. Elles ont été confrontées entre elles et confrontées aux résultats des calculs effectués par la première approche. Ainsi, des liens ont pu être faits, entre la dynamique du trait de côte telle qu'elle s'effectue et telle que perçue par les deux groupes cibles, de même que les variations de perceptions. Pour mettre en œuvre ces deux approches, le zonage présenté à la figure 3 a été adopté.

L'analyse de données spatiales, pour évaluer les taux d'érosion et d'accrétion de la bande côtière à Cotonou a pris en compte, l'ensemble du rivage marin de la commune, limité par l'encadré vert de la figure 3. L'intérêt de calculer les variations du trait de côte sur l'ensemble de la commune réside dans le fait de rendre disponible les informations nécessaires au suivi de cette variation pour l'entité administrative et pouvoir faire des liens plus cohérents en analysant la variation du trait de côte dans le temps et dans l'espace. Les analyses de perceptions des riverains et de la mobilité humaine se sont par contre focalisées, uniquement sur la zone à risque d'érosion à l'est du chenal (encadré rouge de la figure 3). En effet, ces analyses qui devraient permettre d'apprécier certains facteurs qui impactent de la vulnérabilité des populations et les perceptions sur les stratégies de gestion du risque (la protection notamment), ne pouvaient que prendre en compte la zone reconnue à risque.

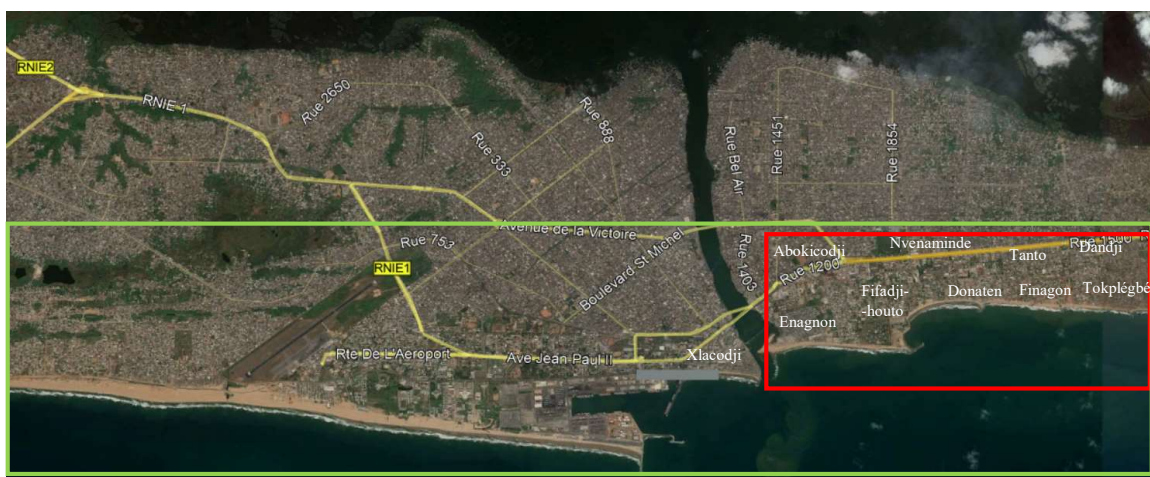


Figure 3: Emprises des différents types d'analyse (en vert le volet cartographique et en rouge celui sur les perceptions des populations)

## 2.1. Collecte de données

### 2.1.1. Collecte de données cartographiques

Les données cartographiques ont été collectées de différentes sources, à partir de bases de données pour la plupart disponibles sur internet.

Le tableau 1 présente pour chaque type de données utilisées, les caractéristiques, la source et l'utilité de ces données dans la présente étude.

Tableau 1 : Données cartographiques collectées

Données	Caractéristiques	Sources	Utilité
Photographies aériennes de Cotonou	27 dalles de résolution 1,5m. Année : 1955	Cartothèque IGN France International	
Mosaïque d'images historiques	Images DigitalGlobe de résolution 0.62 m du 18/12/2002 et 23/12/2002		Extraction des traits de côte successifs et digitalisation des ouvrages côtiers
Mosaïque d'images historiques	Image DigitalGlobe de résolution 0.50 m du 09/01/2013 et Image CNES_Airbus du 21/02/2013	Google Earth	
Mosaïque d'images historiques	Images DigitalGlobe de résolution 0.50 m du 05/01/2018 et 20/12/2017		
Autres images historiques	-		Illustration
Élévation	ASTER de résolution 1 arc sec de Novembre 2011(précision en z : 10-25m)	Base de données USGS	Présentation de l'élévation du milieu d'étude
Extension DSAS	Version 4.3	<a href="https://woodshole.er.usgs.gov/project-pages/DSAS/version4/index.html">https://woodshole.er.usgs.gov/project-pages/DSAS/version4/index.html</a>	Mesure de l'évolution du trait de côte et projections

### 2.1.2. Elaboration de questionnaires et enquêtes auprès des ménages en zone d'érosion

Une collecte de données de perception par enquête auprès des résidents en zone à risque d'érosion à l'est du chenal de Cotonou a été réalisée sur base d'un questionnaire semi-structuré préalablement établi (annexe 1). Ce questionnaire visait à recueillir les perceptions des enquêtés sur la dynamique du trait de côte, l'efficacité des ouvrages de protection et les politiques d'aménagement du littoral. A cet effet et pour déterminer si les perceptions diffèrent ou pas selon l'existence et ou la position des ouvrages, la zone à risque d'érosion à Cotonou a été subdivisée en cinq secteurs d'environ 1 km x 150 m et limités tant que possible par des ouvrages de protection des côtes (figure 4).



Figure 4 : Délimitation des secteurs d'enquête et nombres et pourcentages d'enquêtés suivant les secteurs

Au total dans ces cinq secteurs, 50 chefs de famille ou leur représentant, ont été enquêtés au sein de leur habitation située à une distance ne dépassant pas 150 mètres du rivage. Leur nombre varie d'un secteur à un autre tel que le présente la figure 4 et dépend de la densité de chaque secteur. Les enquêtés ont été abordés de façon aléatoire mais le choix des ménages s'est fait de sorte à avoir du mieux possible une bonne distribution spatiale.

Par ailleurs, les coordonnées géographiques des maisons ont été relevées pour chaque ménage enquêté avec un GPS Garmin 64.

Un climat de tension dû à une série de déguerpissements dont les plus récents avaient eu lieu quatre jours avant le début de nos activités de terrain, a rendu quelque fois difficile, le contact avec certains riverains.

### 2.1.3. Entretien avec diverses parties prenantes à la gestion du risque d'érosion côtière à Cotonou

Un guide d'entretien (annexe 2) a été établi et des interviews ont ensuite été réalisées avec différentes autorités et acteurs intervenant dans la gestion du risque d'érosion côtière à Cotonou. Ils ont permis de recueillir leurs perceptions sur la dynamique du trait de côte, l'efficacité des ouvrages de protection, les politiques actuelles d'aménagement du littoral et les perspectives d'avenir. Les rencontres effectuées ont eu lieu avec :

- La Direction de la protection des berges et des côtes, en tant que Direction du Ministère du Cadre de Vie chargée de la coordination des activités de protection des côtes ;
- Le Service de la prévention des risques et de l'environnement de la Direction des Services Techniques de la Mairie de Cotonou dont les compétences relèvent entre autres, du développement local, l'aménagement, l'habitat et l'urbanisme, les infrastructures, l'environnement, l'hygiène et la salubrité de la municipalité;

- Trois chefs de quartiers (Akpakpa-Dodomey (Enagnon), Donaten et Tokplégbé) en tant qu'autorités locales proches des populations ;
- La Coordination Nationale du projet de gestion du littoral ouest-africain (West Africa Coastal Areas Resilience Investment Project – WACA), une structure sous-régionale capable d'apprécier la situation des côtes à l'échelle supranationale ;
- L'entreprise en charge de la deuxième phase de construction d'ouvrages de défense actuellement en cours (DEME Group), capable de fournir des informations plus techniques sur les ouvrages ;
- L'Association de riverains FULAM (Front Uni de Lutte contre l'Avancée de la Mer) comme instance de défense des droits et du bien-être des riverains.

## **2.2. Traitements des données**

### **2.2.1. Analyse géo-spatiale des traits de côte et de la mobilité humaine**

- **Cartographie multi-date du trait de côte et calcul des taux de variation**

Afin de connaître la vitesse à laquelle le trait de côte évolue à Cotonou, nous avons procédé à sa digitalisation à de multiples dates avant de réaliser l'analyse des lignes de références obtenues pour les différentes périodes considérées (1955, 2002, 2013 et 2018). La cartographie multi-date du trait de côte a pris en compte les 23 km environ de linéaire côtier de Cotonou (correspondant à l'encadré vert de la figure 3).

L'analyse de la dynamique littorale requiert plusieurs étapes. D'abord, le choix d'un indicateur du trait de côte, ensuite l'extraction même de cet indicateur, la reproduction de la méthode pour chacune des périodes à considérer et enfin la comparaison pour évaluer les changements intervenus.

#### *Choix d'indicateur du trait de côte*

Le trait de côte est la limite entre les écosystèmes terrestre et marin et en tant que telle, constitue une notion assez ambiguë car le passage d'un écosystème à l'autre est progressif. Plusieurs représentations linéaires peuvent alors en être données à un moment, sur un même littoral, d'où la nécessité de choisir une ligne de référence. De plusieurs revues de littérature (Boak et Turner, 2005; Faye, 2010), il ressort un nombre important de lignes de référence qui sont plus ou moins couramment utilisées (cf. annexe 3, figure 5). Notre choix s'est basé sur la nécessité d'avoir une ligne de référence identifiable sur les images de l'ensemble de la zone d'étude et sur toutes les périodes à étudier. Ainsi nous avons retenu la limite côté terre des ouvrages de protection là où il y en a et en absence d'ouvrages, la limite de pleines mers assimilée à la limite sable sec/sable mouillé (Figure 5).



Figure 5: Quelques lignes de référence (en jaune celles utilisées pour cette étude)

Crowell *et al.* (1991) définissent la limite de pleines mers comme le niveau atteint par la dernière marée haute ; elle correspond à la limite supérieure d'humectation de l'estran par la pleine mer précédente selon Faye (2010).

#### *Extraction des lignes de référence et intégration dans un SIG*

L'extraction de la ligne de référence a été réalisée par digitalisation manuelle sur fond de photographie aérienne corrigée de 1955 de la zone d'étude et d'images multi-dates de *Google Earth* pour chacune des périodes 2002, 2013 et 2018. Les fichiers enregistrés sous format .kml, ont ensuite été importés dans ArcGIS 10.3. Grâce à l'outil de conversion d'ArcGIS, les traits de côte digitalisés sous *Google Earth* ont été convertis en shapefile et intégrés dans une géodatabase comme données d'entrée dans le logiciel DSAS (Digital Shoreline Analysis System).

#### *Comparaison des lignes de références et calcul de statistiques*

DSAS (Digital Shoreline Analysis System) est un plugin développé par l'USGS (United States Geological Survey) disponible gratuitement qui fonctionne au sein du logiciel de Système d'information géographique ArcGIS d'ESRI (Environmental Systems Research Institute). Il calcule les statistiques de taux de changement pour une série chronologique de données vectorielles de trait de côte. Cet outil a été utilisé dans différentes études de mesure et suivi de la dynamique du trait de côte à travers le monde (Thieler et Danforth, 1994; Faye, 2010; Touré *et al.*, 2012; Kabuth *et al.*, 2013; Castedo *et al.*, 2015).

Ainsi, nous avons utilisé DSAS version 4.3 sur ArcGIS 10.3 pour mesurer automatiquement les évolutions des lignes de référence à comparer, suivant des transects espacés de 10 m qui ont été générés à partir d'une ligne de base (Figure 6).

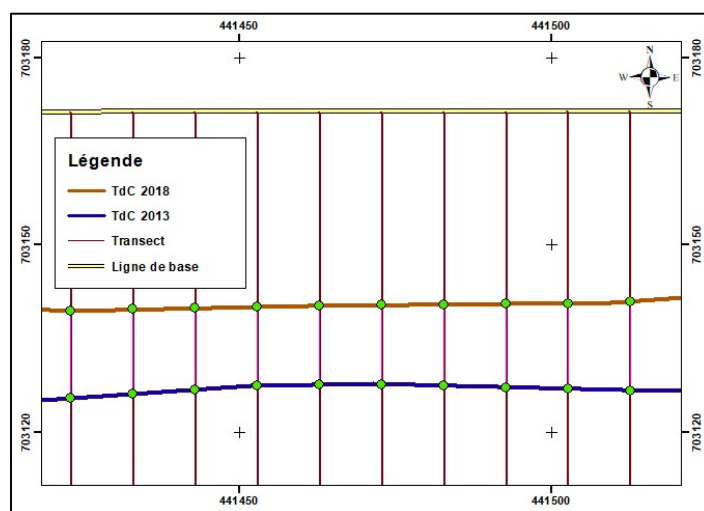


Figure 6 : Exemple de transects et ligne de base, créés par le DSAS pour mesurer l'évolution du trait de côte entre 2013 et 2018

Diverses statistiques sont proposées par le logiciel pour apprécier la dynamique du trait de côte. Le Tableau 2 en présente quelques-unes.

Tableau 2 : Statistiques calculées par DSAS

Statistiques		Statistiques	
<b>NSM</b>	Net Shoreline Movement	<b>LCI</b>	Confidence Interval of Linear Regression
<b>SCE</b>	Shoreline Change Envelope	<b>WLR</b>	Weighted Linear Regression Rate
<b>EPR</b>	End Point Rate	<b>WSE</b>	Standard Error of Weighted Linear Regression
<b>ECI</b>	Confidence of End Point Rate	<b>WR2</b>	R-squared of Linear Regression
<b>LRR</b>	Linear Regression Rate	<b>LMS</b>	Least Median of Squares
<b>LSE</b>	Standard Error of Linear Regression		

Nous avons utilisé essentiellement les statistiques suivantes:

- **NSM** qui indique la distance entre les traits de côte les plus anciens et les plus récents pour chaque transect
- **EPR**, un taux calculé en divisant la distance du changement de trait de côte par le temps s'écoulant entre le trait de côte le plus ancien et le plus récent
- **ECI** est la marge d'erreur entre deux lignes de référence (A et B) calculée à partir de l'incertitude sur chaque ligne et de leur date suivant la formule suivante :

$$ECI = \frac{\sqrt{(\text{incertitude } A)^2 + (\text{incertitude } B)^2}}{\text{date } A - \text{date } B}$$

- **LRR** est la pente de la ligne de régression positionnée dans le nuage de points formé par les mesures de distances entre tous les points d'intersection de chaque transect et des traits de côte comparés.
- **LSE** est l'erreur standard de la droite de régression.

Le DSAS mesure les distances entre les points d'intersection des transects et des traits de côte, calcule les taux d'évolution le long de chaque transect et restitue les résultats sous forme de tables.

A partir des statistiques récupérables dans les tables d'attributs, des courbes de variation du trait de côte ont été générées dans Excel.

#### *Détermination des incertitudes associées*

Les statistiques d'incertitude sont calculées à partir soit d'une table de marge d'erreur intégrée au programme ou à partir d'une valeur fournie par défaut (Himmelstoss, 2009)

Nous avons retenu par défaut 10 mètres comme marge d'erreur pour chacune des lignes de référence. Les erreurs dans notre cas d'étude peuvent provenir des influences naturelles sur la position de la ligne de référence (vents, marées), des incertitudes liées aux images utilisées (rectification, mosaïque et précision entre images historiques) et des incertitudes de mesures (numérisation).

- **Cartographie évolutive des ouvrages côtiers**

Pour mieux apprécier la relation entre les implantations et modifications des ouvrages côtiers d'une part et la dynamique du trait de côte, une carte évolutive des ouvrages portuaires et de défense des côtes a été réalisée. Sa production s'est faite à partir de la digitalisation des divers ouvrages sur fond des mêmes supports images que précédemment (photographies aériennes de 1955 et images historiques Google Earth). Des adaptations ont été faites, d'une part sur base de revue documentaire (esquisses de Sireyjol, 1977) et des données de terrain. Certains ouvrages n'apparaissant sur aucune des images dont nous disposons et qui par ailleurs ont été déjà détruits n'ont pas été inclus dans cette carte. Il s'agit des « stabiplates » et « épis pilotes » construits de décembre 1997 à mai 1998 mais qui ont été complètement détruits après leur réalisation, en moins d'un an (World Bank, 2017).

- **Projection à l'horizon 2025 du trait de côte**

Pour appréhender quelque peu comment évoluera le risque d'érosion côtière avec les mesures actuelles de protection et en considérant les enjeux exposés, de même que les perspectives

d'avenir en termes d'aménagements, nous avons procédé à une projection à l'horizon 2025 de la position du trait de côte. Pour ce faire, les taux d'évolution du trait de côte calculés le long des transects entre 2013 et 2018 ont été utilisés pour prédire les changements futurs par extrapolation sur 7 ans. Les nouveaux transects d'extrapolation obtenus ont été ensuite importés dans Google Earth pour observer les enjeux qui se superposent aux zones d'érosion prédites. De plus les taux calculés entre 2013 et 2018 prennent en compte l'impact de la plupart des ouvrages de protection et permettent en ce sens une évaluation à moyen-terme de leur efficacité.

- **Mobilité humaine**

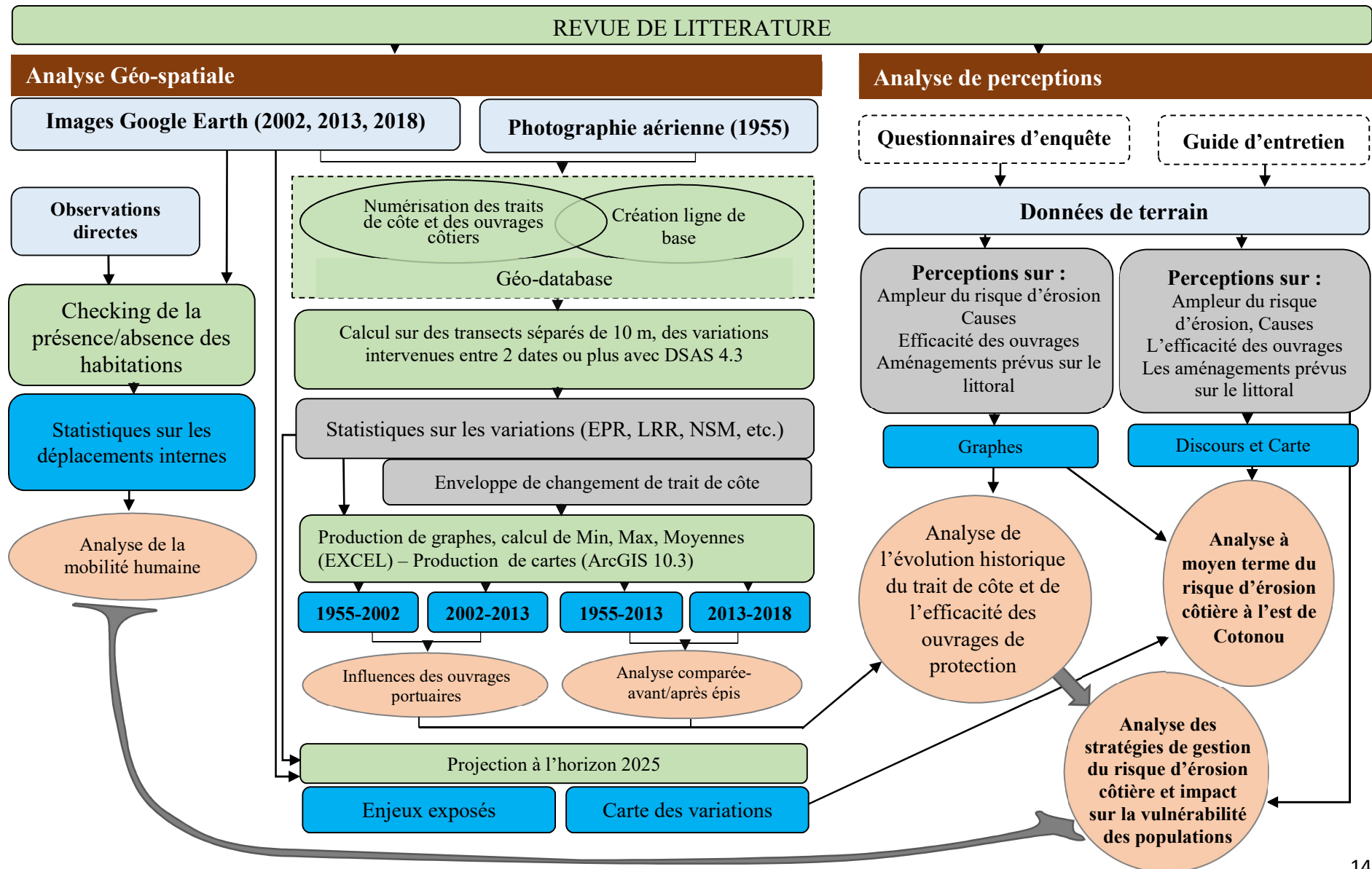
Le suivi de la mobilité humaine à l'est du chenal s'est basé sur l'analyse de la présence-absence d'habitations dans une bande de 200 m près du rivage côtier, à partir des images haute résolution de Google Earth.

### **2.2.2. Analyse des données de terrain**

Les fiches d'enquête ont été dépouillées et les données encodées dans Excel, de même que les coordonnées géographiques préalablement téléchargées du GPS. Les données ont été importées dans le logiciel STATA où des codes ont été écrits pour exécuter des analyses statistiques de type descriptive (tableaux et graphes) qui aident à la compréhension des perceptions des populations.

Les informations recueillies auprès des parties prenantes et basées sur un guide d'entretien semi-structuré ont été traitées en tant que données qualitatives. Après avoir retranscrit dans un fichier Word les données d'entretien, les similitudes, complémentarités et contradictions ont été recherchées dans les réponses des différentes parties prenantes.

## SCHEMA METHODOLOGIQUE



### III. RESULTATS

#### 3.1. Analyse de la dynamique spatio-temporelle du trait de côte à Cotonou de 1955 à 2018

L'analyse de la dynamique spatio-temporelle du trait de côte à Cotonou s'est faite d'abord suivant trois périodes, afin d'évaluer l'impact de 1955 à 2018, des différentes modifications anthropiques apportées en terme d'ouvrages côtiers à Cotonou. Suivant les données disponibles, cette analyse s'étend sur : (1) 1955 à 2002, soit avant et après la construction du port de Cotonou, (2) 2002 à 2013, soit avant et après le prolongement de l'épi d'arrêt de sable du port et (3) 2013 à 2018, soit juste avant et après la construction d'ouvrages de protection des côtes. Pour chacune de ces périodes, les résultats de l'analyse spatiale des traits de côte et les perceptions des riverains et parties prenantes à la gestion de l'érosion côtière notamment, sont présentés de façon intégrée.

Après cela, une analyse comparée entre les périodes 1955-2013 et 2013-2018 a permis de faire une synthèse globale de la dynamique spatio-temporelle avant et après la construction des ouvrages de défenses et les perceptions associées.

##### 3.1.1. Evolution du trait de côte de 1955 à 2002

La figure 7 ci-après, présente l'évolution du trait de côte à Cotonou de 1955 à 2002. Cette période est caractérisée par la construction, en 1960-1963 du port (jetée et traverse), des épis est et ouest et en 1980-1981 de l'épi d'arrêt de sable (figure 8).

On constate qu'entre 1955 et 2002, soit 40 ans après les travaux de construction du port qui ont pris fin en 1962, il y a eu une variation très irrégulière du trait de côte, de la limite ouest de la ville à sa limite est.

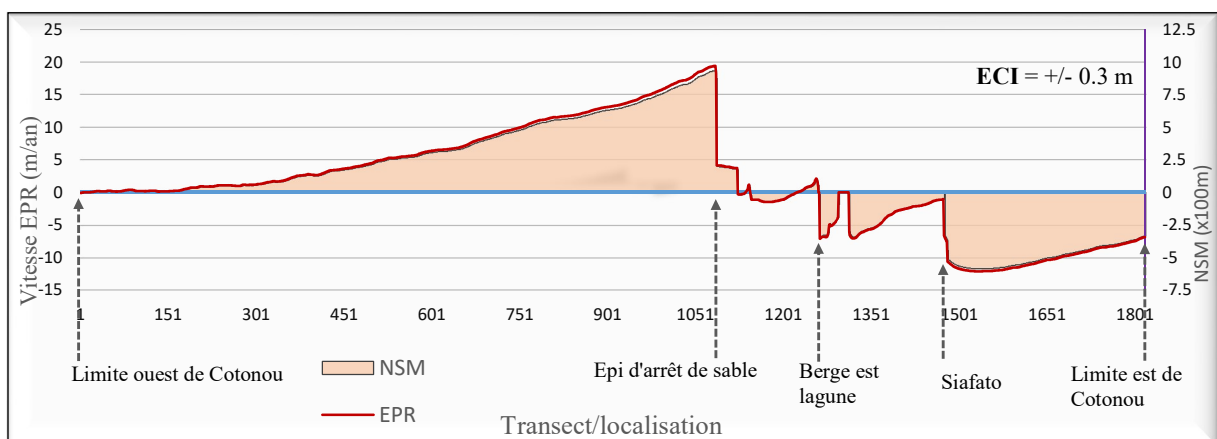


Figure 7: Variation du taux moyen annuel (EPR) et de la valeur nette (NSM) d'évolution du trait de côte de 1955 à 2002 à Cotonou et Incertitude (ECI) associée.

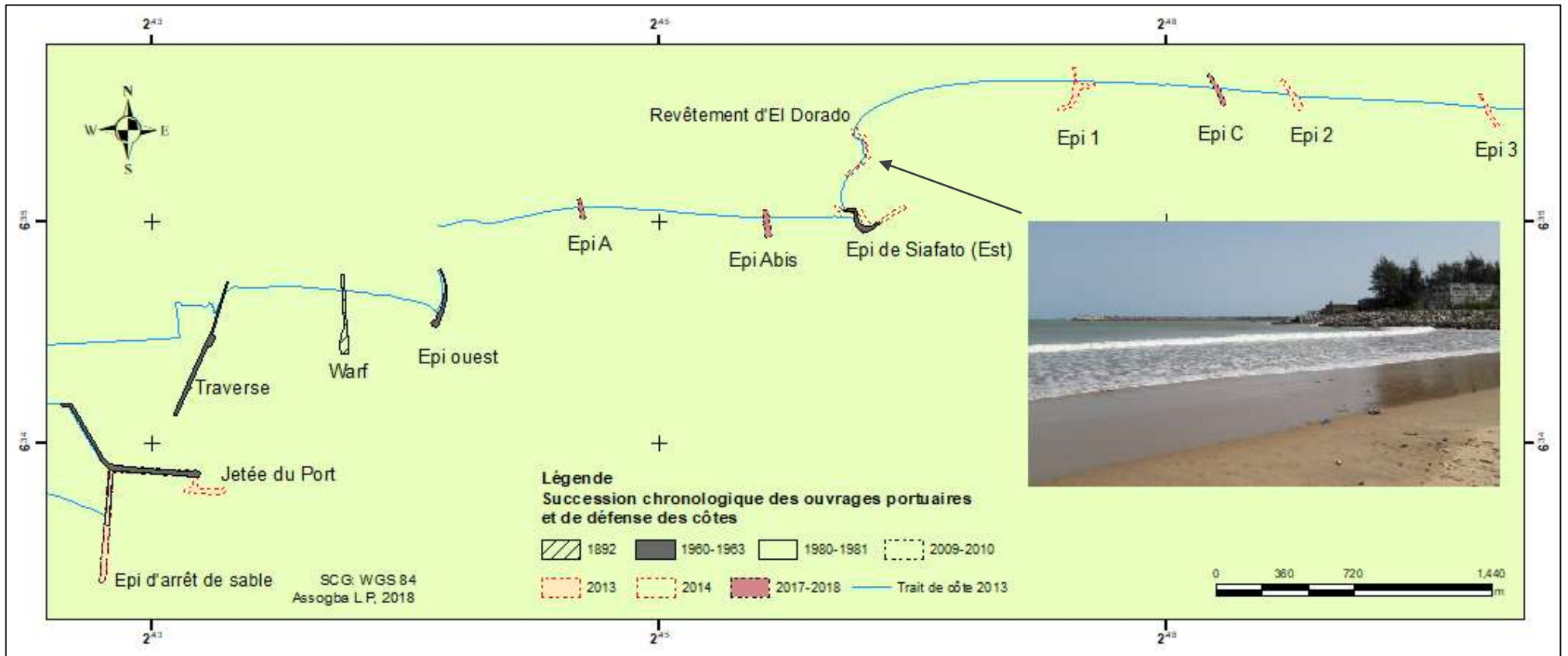


Figure 8: Succession chronologique des ouvrages portuaires et de défenses des côtes à Cotonou (Assogba, 2018 – Données sources : Photo aérienne 1955, Images historiques Google Earth, Données de terrain et adaptation à partir de la revue de littérature (Sireyjol 1977), [https://fr.wikipedia.org/wiki/Wharf\\_de\\_Cotonou](https://fr.wikipedia.org/wiki/Wharf_de_Cotonou)).

En effet on note :

- une stabilité du trait de côte dans les 2 premiers kilomètres (équivalent de 200 transects) avec des vitesses inférieures à 0.8m/an ;
- ensuite une accrétion progressive, pour atteindre un pic de +19,45m/an au niveau de l'épi d'arrêt de sable, correspondant à une avancée du trait de côte de 932 mètres ;
- entre les transects 1085 et 1260 (de la Traverse à l'épi ouest), des variations faibles de moins de +/- 4m/an ;
- à partir du 1261<sup>ème</sup> transect, (berge est de la lagune de Cotonou), on constate une érosion plus ou moins importante. Elle est d'abord moyenne (-3,97 m/an) entre le 1261<sup>ème</sup> transect et le 1474<sup>ème</sup> (Siafato) puis s'intensifie à l'est de l'Epi de Siafato, avec une vitesse moyenne de -10,13 m/an. La valeur maximale d'évolution nette calculée y est de 583 mètres de recul du trait de côte.

La variation de taux annuel d'évolution, rapportée à la longueur des transects entre les deux lignes de référence (1955 et 2002) donne la figure 9 ci-après. On peut y observer spatialement les secteurs présentant des évolutions similaires.

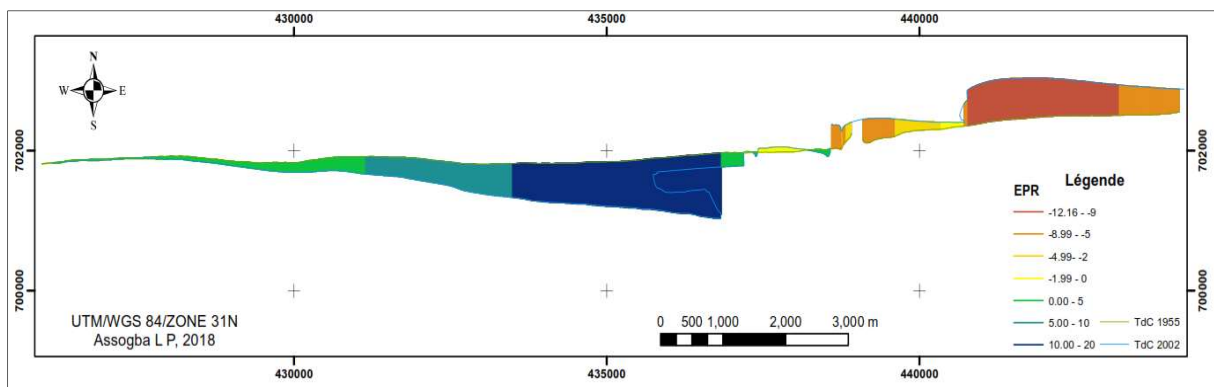


Figure 9: Variation des longueurs de transect selon le taux de variation annuel du trait de côte (EPR) entre 1955 et 2002 à Cotonou (voir figure détaillée en annexe 4).

Ces résultats montrent l'influence profonde de la construction des ouvrages portuaires, notamment la jetée et l'épi d'arrêt de sable, sur la dynamique du trait de côte et sont en concordance avec les tendances globales relevées par les travaux de Kaki *et al.* (2011) et Ozer *et al.* (2015). On relève toutefois des différences au niveau des taux de variation, dues entre autres à la différence de pas de temps.

Sur le terrain, cette perception est surtout relevée chez les enquêtés ayant vécu plus de 15 ans dans la zone côtière à risque d'érosion. 42,8% d'entre eux évoquent la construction du port parmi les causes d'érosion dans cette zone.

### 3.1.2. Evolution du trait de côte de 2002 à 2013

De 2002 à 2013, la variation du taux d'évolution du trait de côte montre trois secteurs de dynamiques différentes (Figure 10) :

- un secteur d'accrétion en amont de l'épi d'arrêt de sable, avec une vitesse variant entre + 0,09 et +17 m/an,
- un secteur avec de faibles variations de vitesse d'évolution (en moyenne -0,86 m/an), entre l'épi d'arrêt de sable et l'épi de Siafato, et
- un secteur fortement affecté par l'érosion à une vitesse moyenne de -9,6 m/an, à l'est de l'épi de Siafato. La valeur maximale d'évolution nette du trait de côte au niveau de ce secteur est de -110 mètres pour cette période de 2002 à 2013 (11 ans).

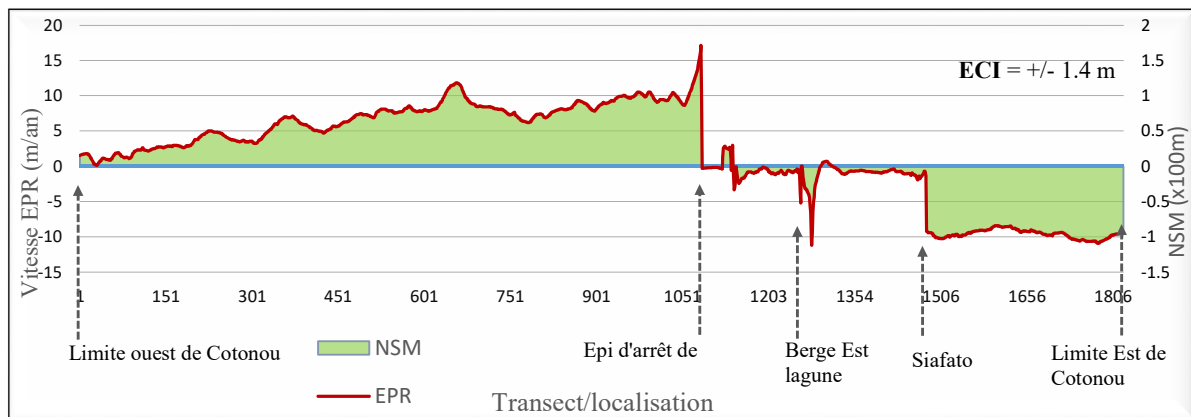


Figure 10 : Variation du taux moyen annuel (EPR) et de la valeur nette (NSM) d'évolution du trait de côte de 2002 à 2013 à Cotonou et Incertitude (ECI) associée.

Sur la figure 11, on peut observer la répartition spatiale des secteurs présentant des évolutions similaires entre 2002 et 2013.

C'est au cours de cette même période que l'épi d'arrêt de sable a été prolongé comme le montre la figure 8. Le but était alors, d'éviter l'ensablement du port et augmenter sa capacité.

Même si la vitesse d'érosion à l'est du port semble s'être réduite par rapport à la période de 1955 à 2002 d'après notre analyse, les enquêtés des secteurs 1, 2 et 3 notamment, ont régulièrement cité (systématiquement à 56 %) le prolongement de l'épi d'arrêt de sable comme autre cause d'érosion en dehors de la construction même du port.

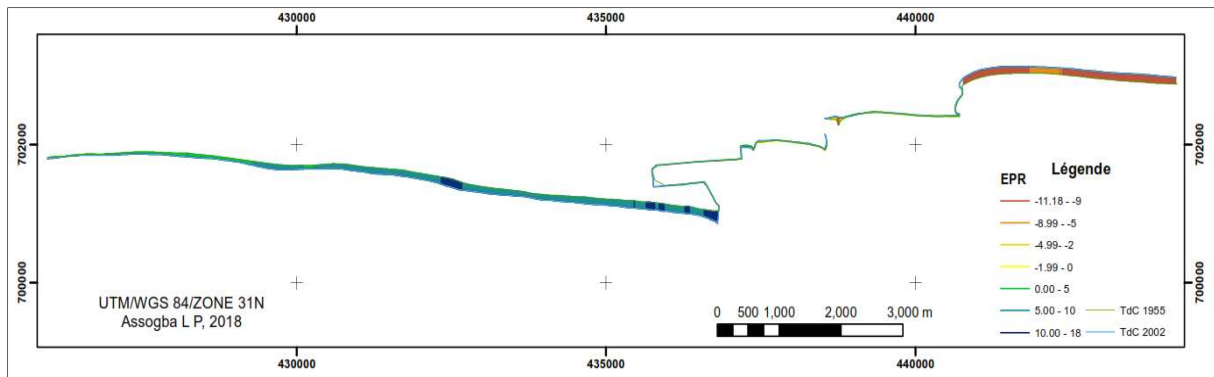


Figure 11: Variation des longueurs de transect selon le taux de variation annuel du trait de côte (EPR) entre 2002 et 2013 à Cotonou (voir figure détaillée en annexe 4).

La figure 12 présente, en image aérienne, la berge côtière au niveau des secteurs d'enquête 1 et 3, à différentes dates au cours de la période de 2002 à 2013. Il apparaît clair en comparant aux images de 2002, celles de 2011 qu'il y a eu une importante érosion. Ces résultats d'enquêtes confirment le constat de World Bank (2017) qui pense que le prolongement de l'épi d'arrêt de sable a aggravé considérablement les taux d'érosion à l'est du port. Il précise de plus que : « Les plans de dédommagement prévus conjointement à ces travaux de prolongation n'ont pas été exécutés et on constate une absence de dialogue et de concertation entre les acteurs de la société civile et les autorités portuaires ». Le recul du trait de côte au cours de cette période a en effet occasionné beaucoup de déplacements tels que l'ont montré les travaux de (de Longueville et al., 2018).



Figure 12: Image des variations de la position du trait de côte entre 2002 et 2013 au niveau des secteurs d'enquête 1 et 3.

Le Directeur du Projet Protection de la Côte à l'est de Cotonou au sein de l'entreprise DEME-Group, chargé de la maîtrise d'œuvre de la phase 2 préfère qu'on ne perde pas de vue la cause première du problème. Il dit à ce sujet que : *« c'est le port en soi-même qui a assez dévié les courants pour créer le déficit à l'est...peut-être que le prolongement de l'épi d'arrêt de sable a un peu aggravé la chose mais le port est assez grand pour avoir causé ce qu'on voit maintenant, donc le mal était déjà fait avec le port »*

Quoi qu'il en soit, on retiendra que les tendances de l'évolution du trait de côte de 1955 à 2002 et de 2002 à 2013 sont assez proches, caractérisées par une accrétion systématique en amont du port et une érosion plus ou moins forte à l'aval. Les épis euest et l'Epi de Siafato, seuls ouvrages de protection jusqu'alors présents, permettaient ainsi de freiner le recul du trait de côte entre le port et l'épi de Siafato.

### **3.1.3. Evolution du trait de côte de 2013 à 2018**

Cette période est décisive en matière de protection des côtes à Cotonou. De janvier 2013 à fin décembre 2018 dont les images ont été utilisées pour l'analyse diachronique, quasiment 5 ouvrages de protection avaient déjà été construits : les épis 1, 2 et 3 pour ce qui concerne la première phase du projet de protection de la côte à l'est de Cotonou, et l'épi ABis ainsi que la racine de l'épi C pour le compte de la deuxième phase. Un dernier épi (Epi A à la figure 8), non pris en compte dans cette analyse, s'est ensuite ajouté ; nous avons pu au cours de nos travaux de terrain assister aux travaux de construction de cet épi qui ont pris fin en mai 2018.

Avec les épis construits, on assiste à une modification de la tendance générale, à l'accrétion en amont des ouvrages portuaires et à l'érosion à l'aval, observée jusqu'à début 2013. De 2013 à 2018 on assiste toujours à cette accrétion en amont mais en aval, plutôt à une succession de zones d'accrétion et d'érosion (figure 14).

En amont de l'épi d'arrêt de sable, l'accrétion moyenne annuelle est de +5,7 m/an avec une évolution nette maximale du trait de côte de +57 mètres.

A l'aval, l'évolution en dents de scie que connaît le trait de côte entre 2013 et 2018, se fait à une vitesse moyenne de 0,47 m/an, avec des extrêmes de -5,4 m/an et +17,65 m/an.

Cette vitesse moyenne positive à l'aval du port indique que le bilan sédimentaire est positif entre 2013 et 2018 sur l'ensemble de ces transects à l'ouest du port (soit 6,75 km), contrairement aux périodes précédentes. La figure 13 permet de voir de plus près l'évolution à l'est, en particulier autour des épis ABis, 1, C, 2 et 3.

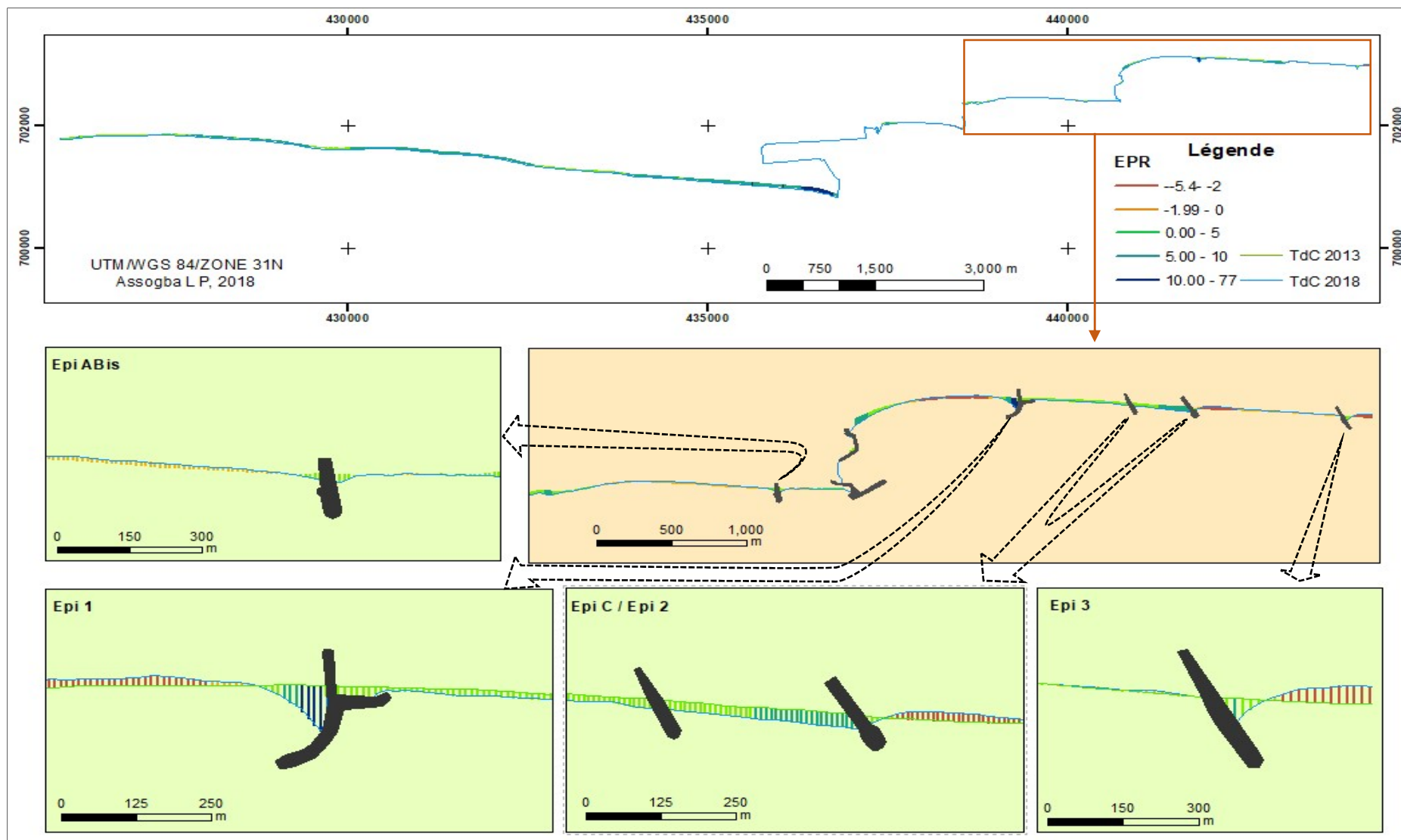


Figure 13 : Variation du trait de côte entre 2013 et 2018 autour des ouvrages de protection à Cotonou selon le taux de variation annuel (EPR).

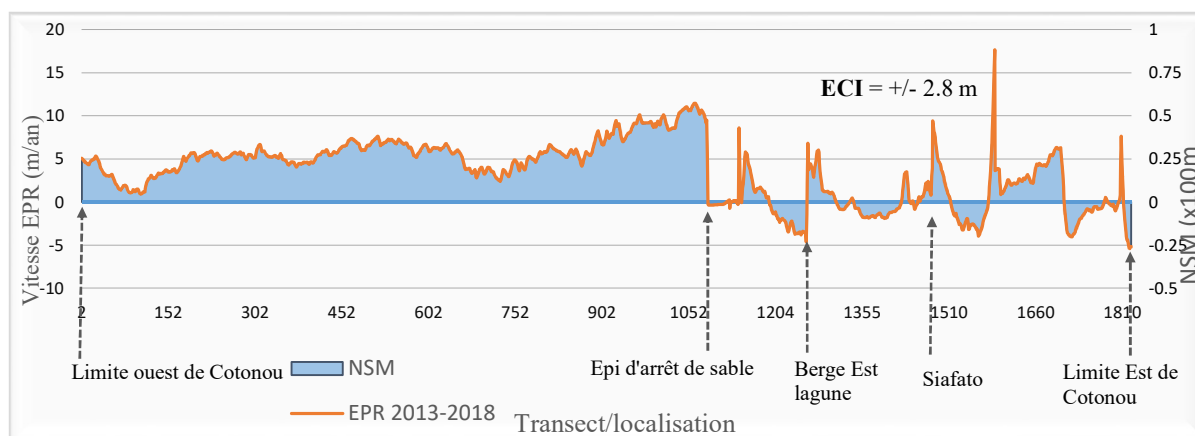


Figure 14 : Variation du taux moyen annuel (EPR) et de la valeur nette (NSM) d'évolution du trait de côte de 2013 à 2018 à Cotonou et Incertitude (ECI) associée

Cette évolution en dents de scie est la même que celle prédite par IPD/Baird (2003) cité par Degbe (2009). Mais les taux de variation diffèrent nettement. Cette projection avait été faite sur base des images de 2002 et ne prend donc pas en compte l'évolution du trait de côte, de 2002 à la construction des ouvrages de protection en 2013.

Si la période de 2013 à 2018 est caractérisée par une tendance à la stabilité à l'est du port, la figure 15 qui fait le bilan de 1955 à 2018 de l'évolution du trait de côte, montre que 56 ans après la construction du port autonome de Cotonou, le trait de côte à l'est de ce dernier a reculé en moyenne de:

- presque 35 mètres, entre le port et l'épi ouest construit dans la même période (1962-1963) ;
- 200 mètres, de l'embouchure actuelle de la lagune à l'épi de Siafato, également construit en 1962-1963 ;
- près de 600 mètres, de l'épi de Siafato à la limite est de la commune. Le recul le plus important observé est de - 696,15 mètres et est calculé sur un transect localisé à Donaten.

Au regard de l'échelle temporelle utilisée, nos résultats ne s'éloignent pas fort de ceux de (Kaki *et al.*, 2011), qui ont estimé à -570 mètres, le recul du trait de côte de 1963 à 2005.

Au cours de l'entretien avec le chef du quartier Donaten, il a parlé de «...plus de 1 kilomètre englouti par la mer et près de 2000 personnes déplacées de ce fait ...». Il en ressort que l'autorité locale ne dispose de données chiffrées et crédibles sur le risque auquel ses administrés sont exposés et confirme l'importance de la mise à disposition des décideurs d'informations scientifiques pour mieux planifier les actions de tout genre.

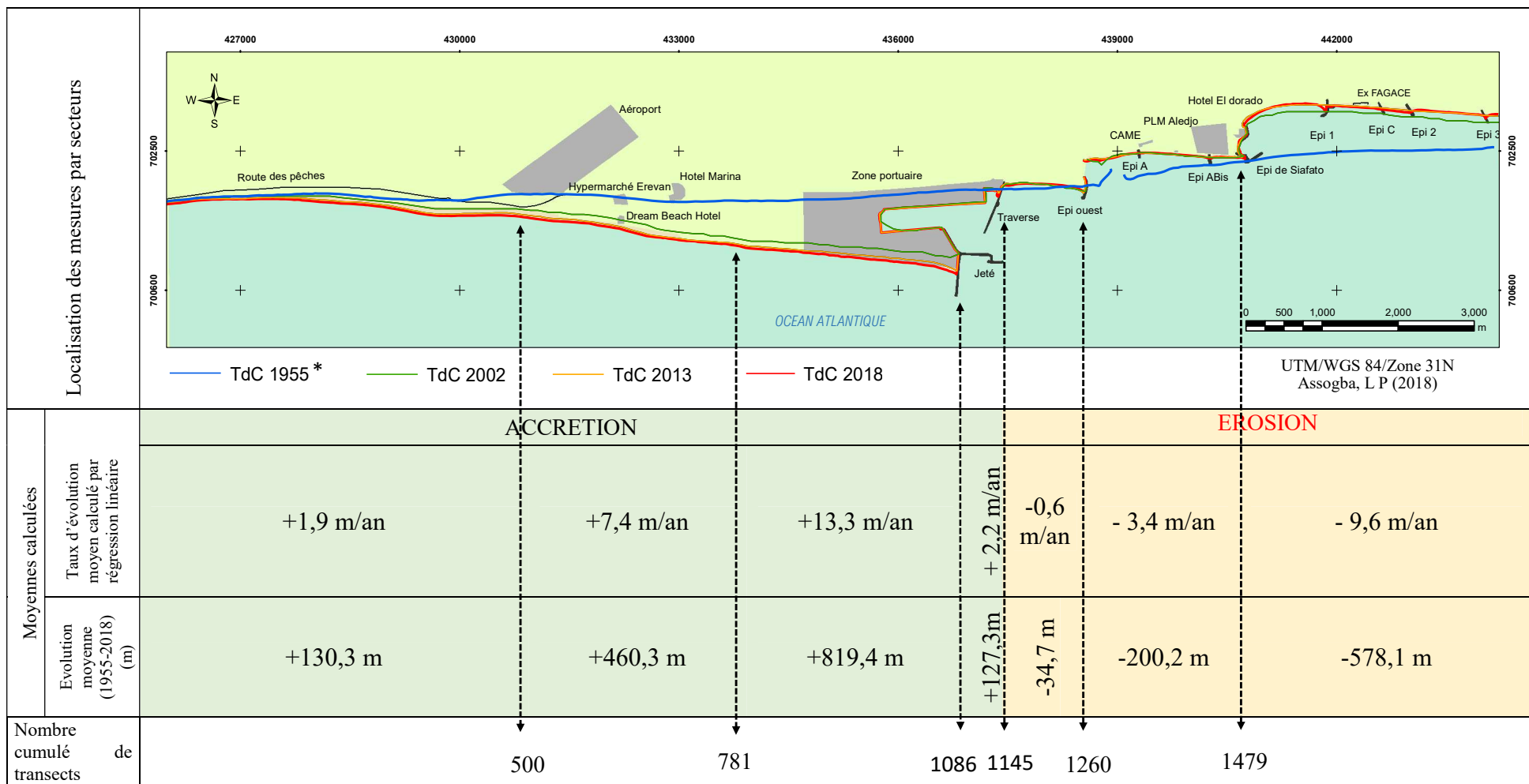


Figure 15: Evolution sectorielle du trait de côte à Cotonou de 1955 à 2018 (\* TdC : Trait de côte).

### 3.1.4. Analyse comparée des taux d'évolution du trait de côte pour les périodes 1955-2013 et 2013-2018

La figure 18 présente un tableau comparatif des vitesses d'évolution du trait de côte observées sur les deux périodes. On remarque grâce à ce tableau que de 2013 à 2018, l'évolution moyenne du trait de côte en aval du port est de :

- -0,5 m/an, de la Traverse à l'épi ouest, quasiment le même taux que les années précédant la construction des épis. Il faut noter que ce secteur n'a accueilli aucun nouvel ouvrage ;
- + 0,3 m/an, de l'embouchure de la lagune, à l'épi de Siafato, contre - 3,8 m/an avant l'épi Abis et
- +0,9 m/an de l'épi de Siafato à la limite est de la commune, contre -10,1 m/an avant que les épis 1, 2, 3 et C ne soient construits.

Ces résultats montrent qu'il y a eu une réduction sensible de l'érosion à Cotonou depuis la mise en place d'ouvrages de protection et confirme la première hypothèse de cette étude.

Aussi les résultats sont-ils en cohérence avec les perceptions des populations. En effet, 84% des enquêtés ont trouvé que l'ampleur de l'érosion côtière avant la mise en place des ouvrages de 2013 était importante (figure 16). Ceci montre que l'érosion côtière était une menace importante pour les riverains et qu'ils perçoivent bien une temporalité "avant et après les épis".

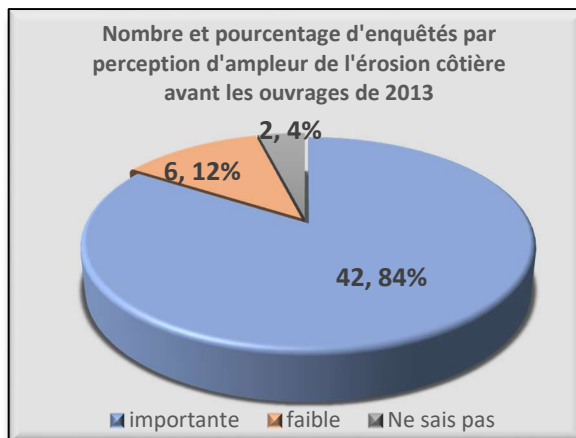


Figure 17: Perceptions sur l'ampleur de l'érosion côtière avant les ouvrages en 2013.

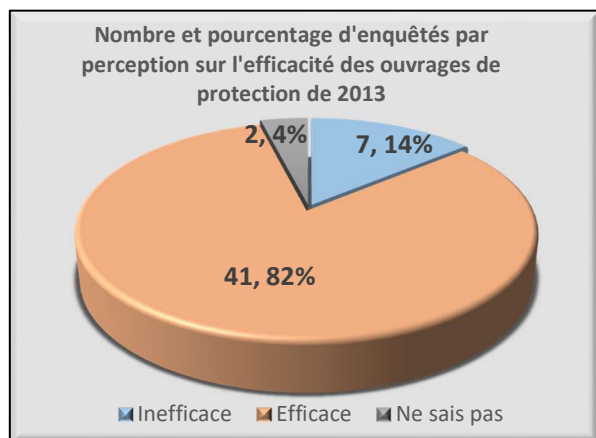


Figure 16: Perceptions sur l'efficacité des ouvrages de protection 2013.

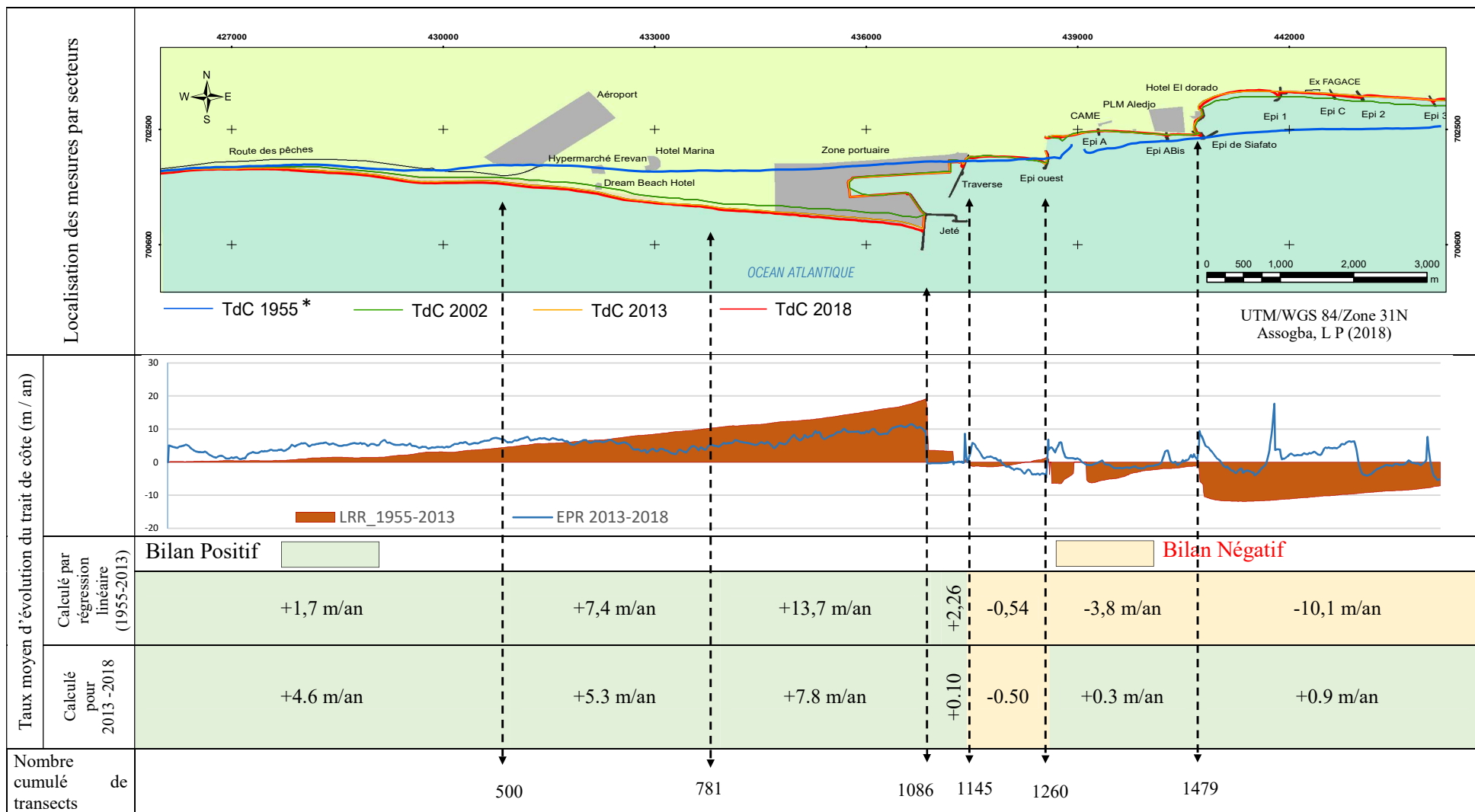


Figure 18 : Tableau comparatif des vitesses d'évolution (par secteur) du trait de côte à Cotonou entre 1955 et 2013 et de 2013 à 2018

Par ailleurs, d'après les résultats présentés à la figure 17, les avis des enquêtés sont globalement positifs sur l'efficacité des ouvrages de protection de 2013, cinq ans après leur mise en place par les autorités publiques. Sur les 48 enquêtés qui vivaient dans le milieu avant la construction de ces épis, 85,42 % les trouvent efficaces contre 14,58 %.

Ces résultats montrent que les perceptions des riverains ont évolué avec le temps sur l'efficacité des ouvrages car d'après les résultats de l'enquête réalisée dans la même zone en juillet 2014 par de Longueville *et al.* (2018), les répondants disaient n'observer aucun effet positif jusque-là. Ces résultats montrent également que l'efficacité des épis ne peut être appréciée à juste titre, qu'au bout de quelques années. Le Chef de quartier Tokplégbé précise d'ailleurs à propos des épis construits en 2013 que : « *on a commencé à constater que ça marche il y a seulement 1 an ou 1 an et demi comme ça, disons à partir de début 2017* ».

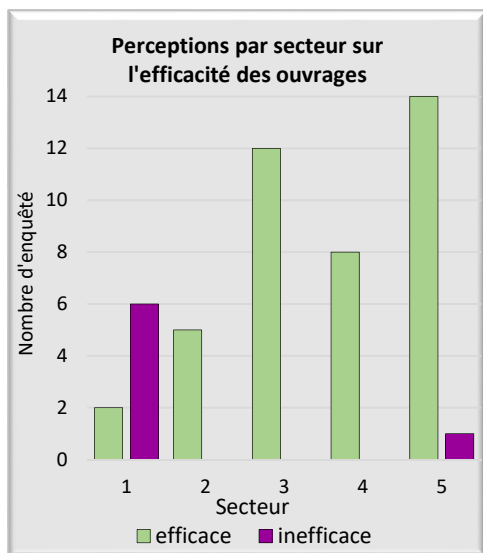


Figure 20 : Répartition des enquêtés par secteur et par type de perception sur les épis construits en 2013.

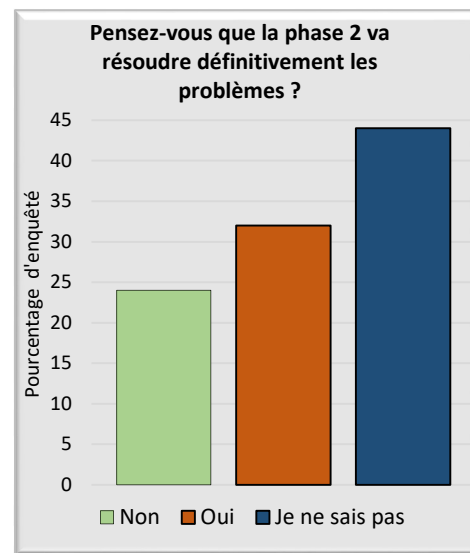


Figure 19 : Perception des enquêtés sur la construction de nouveaux épis comme solution.

Lorsqu'on effectue une répartition par secteur des perceptions sur l'efficacité des ouvrages (figure 19), on remarque que dans le secteur 1, six personnes sur huit enquêtés trouvent que les ouvrages construits en 2013 sont inefficaces. Au niveau des secteurs 2, 3 et 4, tous les enquêtés sont unanimes sur l'efficacité de ces épis et dans le secteur 5, seulement 1 personne sur 15 trouve que les épis sont inefficaces.

Ces résultats sont tout à fait cohérents vu qu'aucun épi n'avait été construit dans ce secteur en 2013. C'est également la preuve que l'efficacité des ouvrages telle que perçue est très localisée.

De plus malgré, la satisfaction relativement globale des enquêtés ayant expérimenté les capacités des épis à protéger les côtes, seulement 32% pensent que des épis en plus suffiront à les mettre définitivement à l'abri (figure 20).

Interrogés sur l'efficacité des épis de la première phase de protection des côtes, les différentes autorités et autres acteurs rencontrés, affichent de la satisfaction quoiqu'à différents degrés.

D'après la Direction de la protection des berges et des côtes (DPBC), « *les épis ont été efficaces conformément aux prévisions. Les prévisions conceptuelles ont été atteintes et même dépassées* ».

Le chef quartier Donaten quand à lui explique que « *c'est relatif, ça a permis de relativement ralentir l'évolution de la mer mais ça n'a pas stoppé, c'est à la suite de ça et tirant les conclusions de cet état de fait qu'ils ont mis en place la phase 2. Cette phase prévoit en dehors des épis qui sont en train d'être construits, le dragage et rechargement de plage ici à Donaten entre les épis 0 et 1* ».

A propos de cette deuxième phase, le DPBC se montre rassurant. Selon lui, « *les populations peuvent se sentir rassurées. Nous, nous avons fait la deuxième phase parce que nous savons que ça va consolider la première et protéger les populations de manière durable et les témoignages qui nous sont parvenus confirment ça* ».

Le Président du FULAM, lui va plus loin et précise que « *les ouvrages ont une durée de vie limitée, on doit donc continuellement protéger. Il faut aussi faire attention à la rentabilité* ». Il est tout de même confiant car dit-il « *...l'Etat prend les choses en main* ».

Pour le Chef service de la prévention des risques et de l'environnement (CSPRE) de la Direction des Services Techniques de la Mairie de Cotonou, « *les changements climatiques sont tels que les mesures qu'on prend aujourd'hui ne peuvent pas prendre en compte tous les imprévus liés à l'élévation du niveau de la mer* ».

Sur le terrain on se rend bien compte que la quiétude totale est loin d'être une réalité. Des mesures de protection à titre privé sont encore observées notamment entre l'embouchure et l'épi de Siafato (Photo 1) et certains ouvrages subissent déjà des dégradations (Photo 2).



Photo 2 : Mise en place et entretien continu de dune artificielle sur la façade de l'hôtel Biergarten – entre l'épi ABis et l'épi A en construction (cliché Assogba, 2018).



Photo 1 : Déchaussement progressif du revêtement d'El Dorado (cliché Assogba, 2018).

On retient de ces résultats que les perceptions des enquêtés sur l'efficacité actuelle des ouvrages de protection des côtes, sont assez semblables à celles des parties prenantes à la gestion du risque d'érosion. Ces perceptions diffèrent cependant quelque peu en ce qui concerne leur efficacité à long terme.

Si de façon globale les épis protègent les côtes localement, différentes études ont évalué l'impact des épis à l'aval du septième épi et ont relevé leur construction comme un facteur d'accélération du processus érosif à l'est du dernier épi, dans la commune de Sèmè-Podji (Degbe *et al.*, 2017; de Longueville *et al.*, 2018).

En dehors du CSPRE de la Direction des Services Techniques de la Mairie de Cotonou, les différentes parties prenantes à la gestion de l'érosion côtière, interrogées sur le problème d'érosion à Sèmè-Podji pensent qu'il n'y a pas d'inquiétude à se faire car des aménagements prévus pour le littoral permettront de sécuriser les côtes sur ce secteur. Ces différents acteurs ne nient cependant pas la sévérité de l'érosion côtière dans cette zone. Le DPBC notifie à propos des impacts à l'est du dernier épi que : « ...il y a des infrastructures là-bas qui sont en train d'être englouti par la mer. Nous avons un projet de vidange dont les infrastructures, les bassins sont déjà attaqués ».



Figure 21 : Retour à l'occupation de la zone côtière entre l'épi de Sifato et l'Epi 1 (Google Earth, données de terrain, 2018).

### 3.2. Mobilité humaine liée à la variation du trait de côte depuis 2013 et aux mesures de gestion du littoral

Avant la construction des ouvrages de protection en 2013, l'érosion côtière avait déplacé, directement ou indirectement plusieurs milliers de personnes à Cotonou. de Longueville *et al.* (2018) ont estimé à plus de 3430, leur nombre dans la zone à risque de 2002 à 2015.

De 2013 à 2018, nos observations sur le terrain et l'analyse diachronique des images ont permis de remarquer qu'au cours de cette période, le littoral à l'est de Cotonou a connu une dynamique à double sens en terme de mobilité humaine.

#### 3.2.1. Reconquête de la côte protégée

Après la construction des épis en 2013, l'accumulation progressive de sédiments entre les épis, met en confiance certaines populations qui effectuent un retour à l'occupation du littoral dans cette zone.

De l'épi de Siafato à l'épi 1, 78 maisons de fortune et 3 grands bâtiments ont été implantés par suite de la stabilisation relative du trait de côte (figure 21). On dénombre une villa entre les épis 1 et 2 et entre l'épi 2 et la limite est de la ville, 37 maisons de fortune et une villa (figure 22). Les chiffres officiels donnant 4,2 comme taille des ménages dans cette zone de Cotonou (INSAE 2016), il s'agirait ainsi d'au moins 504 personnes établies de plus dans la zone à risque et dont la vulnérabilité au risque d'érosion est étroitement liée à l'efficacité des ouvrages.



Figure 22 : Retour à l'occupation de la zone côtière de l'épi 2 à la limite Est de la commune (Google Earth, données de terrain, 2018)

### 3.2.2. Délocalisations par l'Etat

Dans le cadre de la deuxième phase du projet de protection de la côte est de Cotonou et conformément aux mesures prévues au "Programme d'Action du Gouvernement – PAG" pour l'aménagement du littoral afin de le rendre attractif pour le tourisme, la Préfecture de Cotonou a engagé, sur décision du gouvernement et instruction du Ministère du cadre de vie, une série de déguerpissements en août 2017. Les quartiers où le plus de maisons ont été détruites sont Enagnon (encore appelé Akpakpa-Dodomey) et Donaten.

En comparant les images Google Earth avant et après les opérations de déguerpissement à Akpakpa-Dodomey (figure 23), nous avons dénombré environ 545 habitations précaires détruites.

En considérant la moyenne officielle de 3,5 (INSAE 2016) comme taille des ménages dans ce quartier, on peut estimer à au moins 1908, le nombre de personnes affectées par cette opération.

Interrogé à ce sujet, le DPBC déclare : « *Il n'y a pas eu de déguerpissements. Pour nous, ce n'est pas un déguerpissement. L'expression déguerpissement est un terme très péjoratif. Ce sont des opérations qui ont abouti à la libération des sites de leurs occupants illégaux qui ont été accompagnés dans leur déplacement avec des primes de départ qui leur ont été octroyées ; selon la nature de l'installation 100.000FCFA ou 200.000 FCFA<sup>1</sup>».*



Figure 23: Etendue de la zone libérée à Akpakpa-Dodomey courant Août-septembre 2017 (Google Earth, 2018)

Cette occupation illégale des personnes expulsées, est pourtant un fait dont les différents gouvernements qui se sont succédés ont été complices pendant plusieurs décennies. En effet, un vaste domaine avait été réservé par l'Etat, au Port Autonome afin de répondre aux besoins en espace de ce dernier. Mais le Port Autonome, après avoir occupé une partie et attribué une autre à la SONACOP, ne s'est plus intéressé au reste. C'est ainsi que ladite réserve, jadis

---

<sup>1</sup> 100.000 FCFA=152,45 euro

inhabitée, a été progressivement occupée par des populations venues d'un peu partout du pays et de la sous-région. La réaction des responsables du Port est arrivée très tardivement et elle s'est heurtée à l'opposition des populations devenues nombreuses (LECREDE, 2002 cité par Tahirou-Adamou *et al.* (2003)).

Akpakpa-Dodomey qui a accueilli ses premiers occupants en 1920 (Coralli et Palumbo 2009), a connu, comme tous les quartiers de la bande côtière à l'est de Cotonou, une forte poussée démographique entre les années 60 à 2000s.

La figure 24 montre l'étendue de la tâche urbaine dans cette zone en 1955 comparativement à 2018.



Figure 24: Illustration de l'évolution de l'agglomération à l'Est de Cotonou  
Sources : Photographies aériennes 1955 et Google Earth, 2018

■ Tache urbaine en 1955

Selon Tahirou-Adamou *et al.* (2003) cette rapide poussée démographique dans la zone s'explique par:

- sa bonne situation géographique (proximité de la mer, de la lagune, de la zone industrielle et d'un quartier résidentiel) ;
- le mode d'occupation qui se traduit par une simple occupation des terrains ou par achat à coût modique auprès des instances locales du quartier.

En 1995, sur instruction du Président de la République d'alors, Mathieu Kérékou, la situation des occupants avait été régularisée par lotissement-recasement et des parcelles leur avaient été octroyées en dehors de la « zone impropre<sup>2</sup> » à l'habitation telle que définie dans l'arrêté

<sup>2</sup> « (i) les mines et les carrières ; (ii) les terrains inondables, marécageux ou mouvants, (iii) les lits des cours d'eau, (iv) les berges des cours d'eau, des lacs permanents ou saisonniers, sauf dispositions administratives contraires, sur une distance de 100m à partir de la limite des plus hautes eaux, (v) les portions du littoral situées à moins de 100 m de la ligne des marées hautes, (vi) les zones inondables, (vii) les zones sujettes à des pollutions nocives au bon déroulement de la vie humaine. » (ABE, 2005)

n°0002/MEHU/DC/DUA du 07 février 1992. Cependant, rien n'a été fait pour empêcher les personnes recasées de garder leurs anciennes maisons pour y accueillir d'autres membres de leur famille ou pour les louer à de nouveaux immigrants.

Ainsi, leur expulsion définitive survient presque un siècle après le début de leur établissement.

A Donaten entre l'épi de Siafato et l'épi 1, il s'agit en majorité des mêmes habitations de fortune implantées après la stabilisation du trait de côte qui ont été détruites dans le cadre des opérations de déguerpissement. Les personnes concernées par la délocalisation dans ce secteur sont en majorité des pêcheurs. Certains enquêtés expliquent qu'avant de venir s'installer récemment en ces lieux, ils étaient à Akpakpa-Dodomey où ils se sont repliés après avoir été chassés par l'érosion de Donaten. Il s'agit donc d'un flux migratoire en aller-retour, influencé à la fois par l'aléa d'érosion et les stratégies de lutte contre cet aléa.

Sur le terrain, nous avons pu observer les habitations des pêcheurs, maintenant établis au pied même de la dune (Photo 3).



Photo 3 : Habitations de pêcheurs à Donaten après les opérations de déguerpissement (Cliché Assogba, 2018).

Les personnes enquêtées et ayant été affectées par les opérations de déguerpissement évoquent de nombreux préjudices. Ils sont essentiellement socio-économiques et psychologiques.

Une enquêtée de 54 ans avec une famille de 6 personnes, rencontrée à Donaten et qui s'y est installée après avoir été délogée d'Akpakpa-Dodomey, déclare « *Nous ne savons où aller, nous dormons à la belle étoile ou sous des abris faits en paille en priant que la pluie ne s'abatte sur nous. En cette période de saison pluvieuse, cela ne saurait tarder. En plus, nous vivons dans la peur constante qu'ils ne viennent nous déguerpier à nouveau d'ici. Tous nos ustensiles ont été saccagés et nous n'arrivons même plus à nous nourrir comme avant. Les enfants ne peuvent*

*plus aller à l'école car d'où nous avons trouvé refuge, ils ne peuvent se rendre à pied à leur école comme tenue de la distance et je n'ai pas de quoi leur payer le déplacement ».*

Sur place, on observait encore les traces des démolitions (Photos 4 & 5).



*Photo 5 : Espace libéré à Akpakpa-Dodomey – on y voit encore les débris d'habitation (Cliché Assogba, 2018).*



*Photo 4 : Débris des habitations démolies à Donaten – pointé, les habitations de pêcheurs en contrebas (Cliché Assogba, 2018).*

On pouvait également observer les conditions de vie difficiles de ces personnes (photo 6 & 7).



*Photo 7 : Abri de fortune occupé par une famille déguerpie à Enagnon (Clichés Assogba, 2018)*



*Photo 6 : Abris de fortune occupés par des familles déguerpies à Donaten (Clichés Assogba, 2018)*

Si contrairement à de précédents déguerpissements dans la zone (Zickgraf *et al.*, 2016; de Longueville *et al.*, 2018), des « primes de départs » ont été octroyées aux riverains déguerpis, ces montants selon eux ne sauraient leur permettre de se réinstaller.

### **3.3. Perspectives en termes d'aménagement du littoral et estimation du risque à l'horizon 2025**

#### **3.3.1. Aménagements prévus de court à moyen termes et perceptions des populations et parties prenantes**

Les populations au sein de la zone côtière à l'est de Cotonou semblent avoir un accès très limité à l'information sur les actions publiques planifiées pour cette zone. En effet, seulement la moitié

des enquêtés disent être informés des aménagements que les autorités prévoient dans leur cadre de vie ; parmi ceux qui sont informés, 44% le sont de source informelle (de bouche à oreille) et seulement 6% des enquêtés sont informés de source formelle des aménagements prévus (figure 25). Pourtant, le consentement et l'appui des communautés locales sont indispensables pour la mise en œuvre de véritables stratégies de gestion de la zone côtière (André *et al.*, 2002).

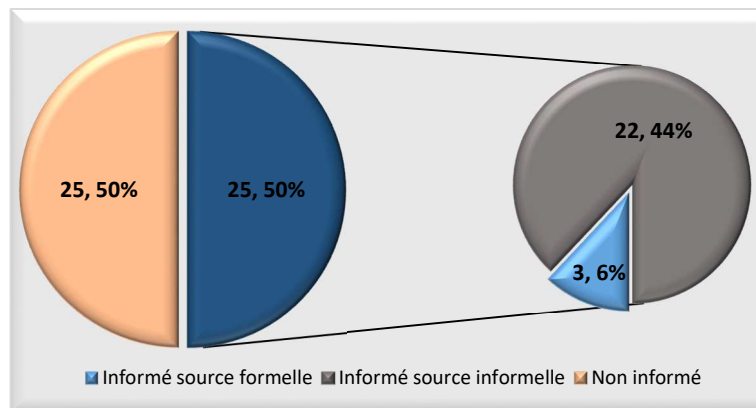


Figure 25 : Nombre et pourcentage d'enquêté selon leur niveau d'information sur les aménagements prévus par l'Etat sur le littoral

Quoique très peu en soit informé, plus de la moitié des résidents enquêtés se réjouissent de tout aménagement dont leur cadre de vie pourrait bénéficier (figure 26). Cependant, 13 personnes, soit 26% sont indifférents à leur réalisation, 16% ne se réjouissent pas du tout de la réalisation d'aménagements divers sur le littoral et 10 personnes parmi les 29 qui s'en réjouissent (soit 20%) disent systématiquement pouvoir s'en satisfaire pleinement sous certaines conditions. Ces conditions ont notamment rapport à :

- leur participation et/ou implication aux décisions qui sont prises,
- le respect des droits et dignité des plus pauvres et vulnérables.

Ce sont donc au total seulement 38% des enquêtés qui apprécient vraiment que les berges côtières soient aménagées, contre 62% qui sont soit indifférents, soit pas suffisamment satisfaits des actions du pouvoir exécutif en matière d'aménagement du littoral, soit tout à fait remontés contre ces actions.

Ceux qui se réjouissent de la mise en place de ces aménagements pensent que ce sera bien pour l'économie locale et nationale, que le milieu sera plus sain et sécurisé et plus globalement, que ce sera favorable au développement du pays.

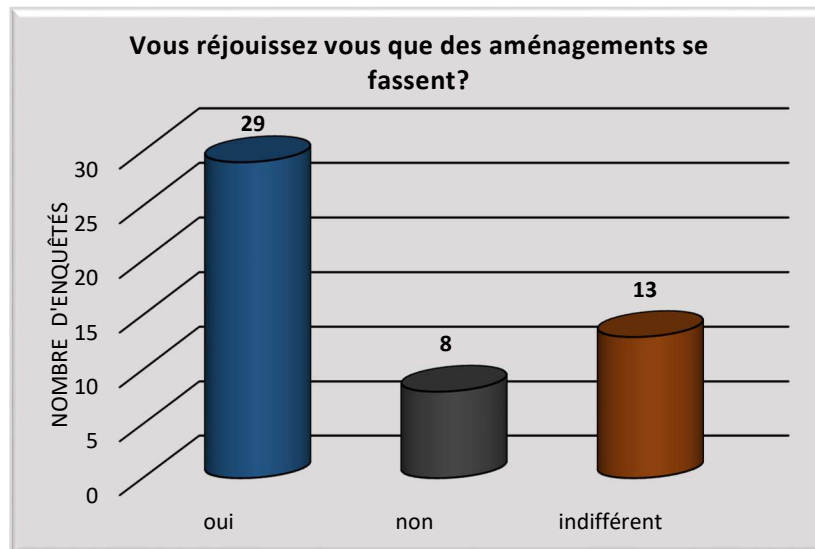


Figure 26 : Nombre d'enquêtés selon leur appréciation des aménagements du littoral prévus par les autorités publiques

Les autres, indifférents et non contents de la mise en place des aménagements justifient leur position par le déguerpissement, le fait qu'ils ne sachent pas encore ce que ça leur apportera de bien, le fait qu'ils ne soient pas impliqués et le scepticisme car affirment-ils « *ils disent mais après on ne voit rien* ».

Auprès des autorités, nous parvenons à obtenir des informations sur les aménagements effectivement prévus et qui sont détaillés dans le Plan d'Aménagement Opérationnel et Résilient (PAOR) de la Bande Côtière du Bénin (BCB).

La figure 27 présente ces aménagements qui sont majoritairement de types sportif, récréatif et hôtelier. On remarque par ailleurs les échéances de mise en œuvre ne sont pas précisées dans le plan.

Dans ce plan, on retrouve également les aménagements prévus dans la commune voisine de Sèmè-Podji et qui sont essentiellement, l'aménagement de plages populaires et d'infrastructures sportives et récréatives et la construction d'un port minéralier. A l'est de ce port, des ouvrages sont prévus pour la protection des côtes en aval du port contre l'érosion.

Avec ces aménagements à venir, on pourrait craindre une accentuation des taux d'érosion vers la frontière avec le Nigéria, ce qui pourrait entraîner une crise diplomatique comme cela avait déjà été le cas entre le Bénin et le Togo à cause des aménagements de ce dernier. Mais à ce sujet aussi, le DPBC se veut rassurant ; « *C'est sûr que si nous continuons les ouvrages de protection côtière sur notre territoire, nous rejetons le phénomène vers le Nigéria mais il y a des normes internationales qui régissent la chose que le Togo entre temps n'a pas respecté, je crois que selon les apports, vous ne devez pas installer les ouvrages à 10 ou 5 km de la frontière voisines mais le Togo est venu jusqu'Aneho* ».

### **3.3.2. Dynamique future du trait de côte à Cotonou à l'horizon 2025 et implications**

La figure 28 présente une projection à l'horizon 2025 du trait de côte sur base d'une extrapolation du taux d'évolution du trait de côte entre 2013 et 2018. On retrouve plusieurs segments sur lesquels l'érosion continuerait de sévir. Selon ces estimations générées à partir des statistiques du DSAS, sur 680 transects à l'aval de la traverse du port, 51,85% continueront à des taux variables à être affectés par l'érosion et 48,15% seront en accrétion.

Le trait de côte devrait avancer sur les transects devant connaître une accrétion, de 0,2 à 123 mètres selon leur position.

Quant aux transects qui subiront de l'érosion, ils devraient induire un recul du trait de côte de -0,07 à -37,8 mètres. L'érosion sur ces transects occasionnera ainsi la perte d'une partie de l'estran (figure 29/I) qui d'après le PAOR/BCB accueillera des infrastructures diverses. Elle pourrait également provoquer la destruction d'habitations qui actuellement semblent épargnées (figure 29/II).

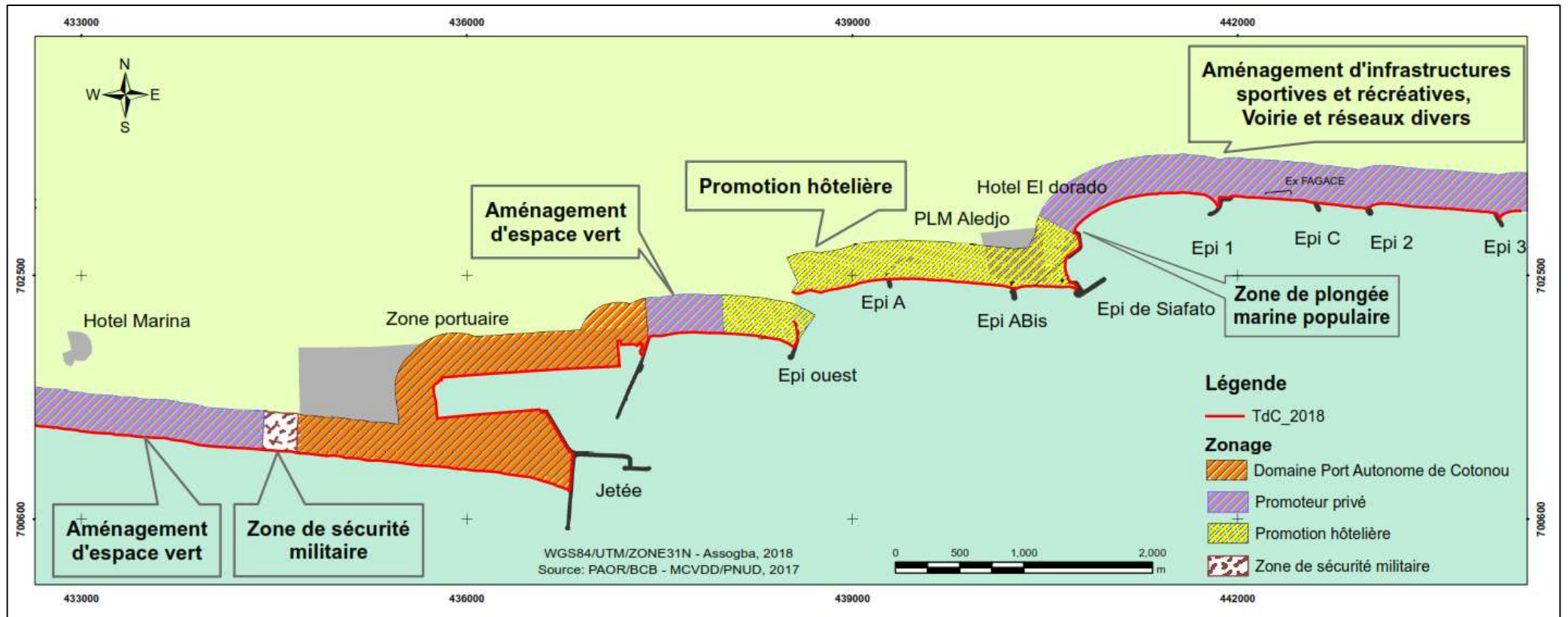


Figure 27 : Aménagements prévus sur le littoral à Cotonou (Adapté de MCVDD/PNUD, 2017).

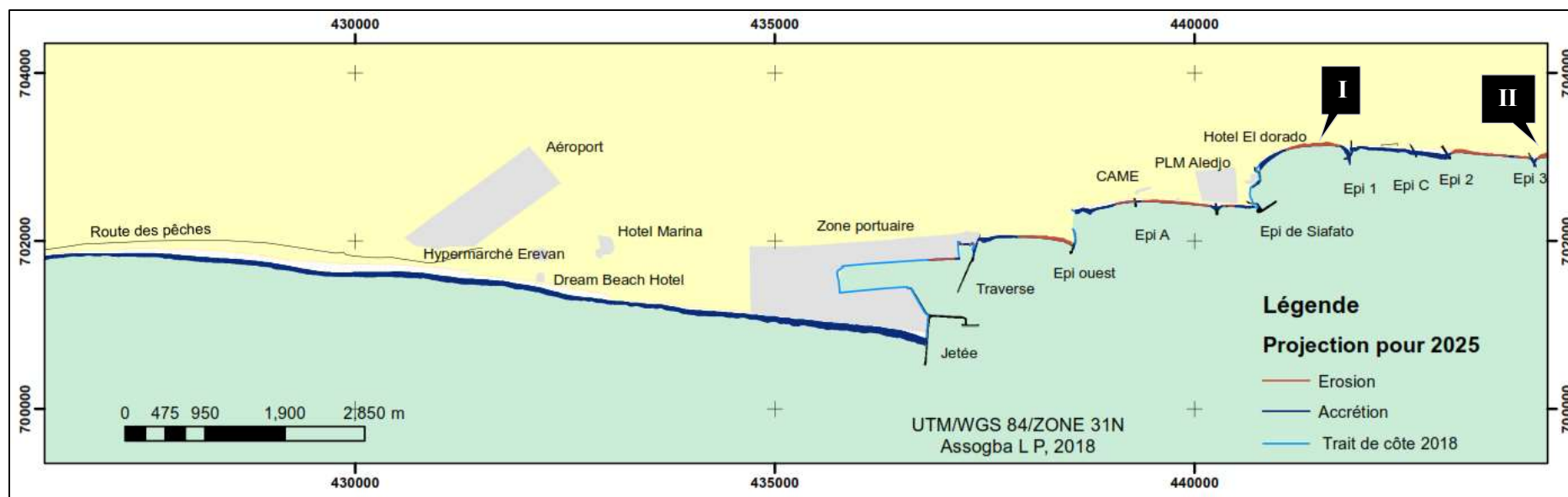


Figure 28 : Projection à l'horizon 2025 de l'évolution du trait de côte à Cotonou.



Figure 29 : Des zones qui d'après la projection effectuée seraient érodées d'ici 2025 (hachurées en rouge).

Sources : Google Earth, projection DSAS à partir des traits de côte de 2013 et 2018.

## IV. DISCUSSION

### 4.1. Actions et inactions des autorités publiques comme facteurs d'impact de la vulnérabilité des populations en zone côtière à Cotonou

Les résultats de cette étude montrent que la vulnérabilité des populations installées dans la zone côtière à l'aval du port a été depuis toujours fortement influencée par la gouvernance du territoire.

#### 4.1.1. Avant la première phase de construction d'ouvrages de protection des côtes

Il est clair que la construction du port constitue l'action majeure qui a entraîné l'érosion des côtes à Cotonou. L'influence des ouvrages portuaires comme facteur majeur de perturbation de la dynamique des traits de côte s'avère, si évidente qu'elle est généralement prédite comme il a été le cas pour le port de Cotonou (Sireyjol, 1977). Les travaux de Faye *et al.* (2008) sur le port de Nouakchott ont abouti à des résultats similaires aux nôtres (accrétion en amont des ouvrages et érosion en aval) tandis que (Aleman *et al.*, 2017) présente pour les mêmes tendances globales quelques nuances dans le comportement du trait de côte selon la nature des six différents ports qu'il a étudiés en France.

En intensifiant cet aléa naturel, la présence du port et ensuite le prolongement de l'épi d'arrêt de sable, ont accru l'exposition de populations qui sans ces actions auraient été nettement moins exposées aux risques côtiers en général et celui d'érosion côtière en particulier. Mieux, chacune de ces actions publiques ont été effectuées en toute connaissance de leur impact potentiel sur la vulnérabilité des populations, car les études en ont clairement fait cas. La rentabilité économique est le facteur qui a orienté ces choix d'actions et on peut ainsi faire la remarque de ce conflit entre les intérêts publics (de développement d'infrastructures et services publics, etc.) et les intérêts privés (de pratique d'activité génératrices de revenus et autres) dont parle Benassai (2006) en zone côtière.

Les inactions que constituent le mutisme des autorités pendant plusieurs décennies face à l'occupation anarchique des zones à risque et le retard dans la prise de mesures fonctionnelles de protection des côtes à l'est du port sont un autre point sur lequel la gouvernance de la zone côtière à Cotonou a failli. Ces inactions ont favorisé l'exposition de plus en plus d'enjeux augmentant ainsi le risque d'érosion côtière.

En effet, la gestion du foncier a souffert pendant longtemps de beaucoup de lacunes. Akpakpa-Dodomey, premier quartier établi en zone côtière à l'est de Cotonou a longtemps été un quartier informel. De sa création à 1995, l'inaction de l'Etat a favorisé l'exposition de milliers de citoyens aux risques côtiers et autres risques naturels (Tahirou-Adamou *et al.*, 2003). La décision d'éloigner les riverains de la « zone impropre à l'habitation » et de régulariser leur

situation par un lotissement-recasement aurait pu laisser une empreinte positive à partir de 1995 mais elle n'est pas allée jusqu'au bout pour s'assurer que le domaine public anciennement occupé a effectivement été libéré et les populations réellement en lieux plus sûrs. Il en est de même à Donaten où tout un village de pêcheur établi dans les mêmes conditions a disparu entre 2002 et 2011 (de Longueville *et al.*, 2018). Dans les quartiers résidentiels comme JAK, Cité Vie Nouvelle, Tokplégbé (ex-zone des ambassades) affectés par le recul du trait de côte, les pertes économiques ont été nettement plus importantes même si les capacités d'adaptation des personnes installées dans ces zones étaient meilleures. Pourtant le quartier Tokplégbé (ex-zone des ambassades) par exemple est un quartier résidentiel, créé de toute pièce par les autorités publiques et une cohérence dans les actions publiques aurait mérité que des mesures de sécurisation des côtes soient prises avant même cette extension du tissu urbain en zone à risque.

#### **4.1.2. De la première phase de construction des ouvrages de protection des côtes à présent**

La construction des ouvrages de protection des côtes à Cotonou, notamment les épis 1, 2, 3 et la restructuration de l'épi de Siafato ont permis de réduire sensiblement le risque d'érosion côtière et constitue en soi, la première action publique ayant réellement impacté de façon positive la vulnérabilité des populations de cette ville à l'érosion côtière après la construction du port. Cependant, comme nos résultats l'ont montré, l'absence de mesures encadrant l'occupation de l'espace a permis la reconquête des secteurs de côte stabilisés, par des habitations de fortune dont les occupants se sont vus quelques années expulsés plus tard. Leur délocalisation intervient en même temps que celle d'autres personnes, installées depuis plus ou moins longtemps dans la zone côtière à l'est de Cotonou et suivant le même mode « illégal » d'occupation des terres et cette opération de « libération des espaces publics » s'inscrivait notamment dans le cadre de la deuxième phase de protection des côtes. Dans un tel climat d'hostilité la deuxième phase de protection des côtes, supposé renforcer les capacités d'adaptation et donc réduire la vulnérabilité des populations exposées au risque d'érosion côtière, est alors perçue par les milliers de personnes affectées, et qui par ailleurs vivaient déjà dans des conditions difficiles, comme un moteur de précarisation de leurs conditions de vie.

Sur le terrain, on se rend compte qu'aucune structure n'accompagne ces personnes qui même si elles n'auraient pas dû s'installer en ces lieux ont quand même, pour beaucoup d'entre eux, fini par se sentir « chez eux », à force du cautionnement de leur situation par le mutisme des autorités. Ces personnes sont en effet, des déplacés internes et devraient pouvoir bénéficier d'un traitement qui préserve leur dignité et leur sécurité (Deng, 1999; Brookings, 2010). Le Bénin a

ratifié depuis février 2012 la Convention de l'Union Africaine (UA) pour la protection et l'assistance aux personnes déplacées à l'intérieur de leur propre pays (PDIP) de 2009 (Convention de Kampala) (UA, 2010) mais cette convention n'est pas encore rendu applicable à travers des règlementations nationales.

Il faut ajouter que les travaux ont été exécutés en deux phases car selon les arguments qui avaient été avancés, les ressources disponibles après les études de faisabilité n'étaient pas suffisantes pour mettre en œuvre tous les ouvrages recommandés et c'est au détour d'une concession que le schéma des sept épis de la première phase dont trois à Cotonou, a été retenu. L'une de ces études (IPD/Baird, 2003 cité par Degbe (2009)) avait également fourni une projection du recul rapide du trait de côte qui surviendrait à l'aval du dernier épi, et c'est bien, en acceptant cet impact que les travaux ont été entrepris. Cependant, les dispositions pour un repli à temps des enjeux dans cette zone n'ont pas été prises ; l'érosion des étangs d'épuration en est une preuve.

#### **4.1.3. A l'avenir, avec les aménagements planifiés**

Les aménagements sportif, récréatif et hôtelier prévus à court terme et à moyen terme à Cotonou devraient à priori permettre la valorisation de la bande côtière, participant de fait, à sa bonne gestion. Des mesures devraient néanmoins être prises pour s'assurer qu'une fréquentation plus accrue de l'estran ne fragilise le milieu en l'exposant à d'autres problèmes comme la pollution par les déchets de toutes sortes, la perte excessive de sédiments par piétinement etc.

En outre, l'expérience du port de Cotonou est la preuve que le projet de construction d'un port minéralier dans la commune voisine de Sèmè-Podji doit être entouré de beaucoup de précautions car il y aura là, aussi bien le défi de la protection des côtes en aval de ce port que celui du respect de l'intégrité du territoire nigérian contre une accélération de l'érosion qui serait induit par les infrastructures béninoises.

Quand on sait que les choix d'aménagements, ont souvent été faits : (i) en se basant, plus sur la rentabilité économique que les rentabilités sociale et environnementale, et (ii) que l'exécution des aménagements choisis se fait en général au coup par coup, selon les ressources disponibles à un certain moment, il n'est pas abusif de penser à l'éventualité que le port commence par être construit sans qu'aucune mesure de protection ait été prise à l'avance, surtout que le document de planification relatif à ces aménagements ne comporte aucun chronogramme d'exécution et que les autorités en charges de la coordination de ces travaux semblent pour le moment n'avoir qu'une vague idée de comment ce plan sera opérationnalisé.

## 4.2. Implications dans le contexte actuel de changement climatique

En dehors de générer de l'érosion à l'aval des ouvrages, nécessitant de fait des contre-mesures, les épis ont pour défaut d'offrir une protection réduite de la zone côtière dans des conditions de vagues extrêmes (Benassai, 2006).

La commune de Cotonou est un territoire assez plat avec une altitude moyenne d'à peine 5 mètres. Or il est un fait que le niveau de la mer augmente à Cotonou ; Melet *et al.* (2016) ont en effet mesuré sur la période de 1993 à 2012 une vitesse d'élévation de 3,2 mm/an. Ainsi, avec le changement climatique, la hausse du niveau des mers et la baisse d'efficacité des ouvrages qui l'accompagnent, la commune court un risque important à l'avenir et il est fondamental que les décisions et actions publiques tiennent compte de cette réalité dans la gestion côtière et l'aménagement du littoral.

## CONCLUSION

L'érosion côtière à Cotonou est un phénomène caractérisé par deux périodes : une période avant la construction d'ouvrage de protection côtière où la côte à l'est du port a été soumise à une érosion importante, quasiment 700 mètres de recul et une deuxième période où le trait de côte a été relativement stabilisé. Cette évolution du trait de côte étudiée à travers DSAS a permis de connaître les taux de variations associés sur l'ensemble de la côte béninoise à Cotonou.

On retiendra que de 1955 à 2018, ce segment de côte situé dans les limites administratives de la commune de Cotonou a connu des perturbations importantes avec des variations du trait de côte au gré des différents ouvrages qui y ont été implantés et qui participent à son artificialisation progressive.

Ce risque d'érosion côtière a été alimenté non seulement par des facteurs économiques – essentiellement le port, mais également par des facteurs de gouvernance et des facteurs sociaux d'occupation anarchique des terres.

Face à ce problème, les autorités étatiques béninoises ont choisi la défense des côtes par divers ouvrages, comme stratégie de gestion. Les informations quantitatives sur l'évolution du trait de côte sont pour le moment rassurantes mais les autorités semblent avoir une trop grande confiance en ces ouvrages qui pourtant sont une solution qui coûte cher et ne sont pas tellement durables sur le long terme. Les riverains et autres parties prenantes à la gestion qui, en général

ne sont pas suffisamment impliqués dans les prises de décisions et qui eux, sont plus réticents sur l'efficacité à long terme de ces mesures de gestion, devront se montrer plus proactifs afin d'accompagner avec de meilleurs résultats, les actions publiques sur le littoral. La vulnérabilité des populations en zone côtière à Cotonou a en effet été influencée depuis longtemps par la gouvernance de ce milieu dont la fragilité n'est plus à démontrer.

Au terme de ce travail il apparaît nécessaire que la cohérence dans les actions et le respect des timings d'exécution soient de mise dans la gestion des risques en particulier d'érosion côtière ; aussi, serait-il préférable tant que possible de n'effectuer qu'une intervention limitée sur les côtes, de sorte à accompagner les processus naturels. Nous recommandons donc que :

- Un suivi continu de l'état des côtes se fasse à travers des études régulières de la position du trait de côte et qu'un marégraphe soit installé au niveau des côtes béninoises pour surveiller l'évolution du niveau de la mer afin que les stratégies de gestion puissent tenir compte des variations qui surviendront avec le changement climatique.
- ce suivi soit intégré dans un plus vaste programme de Gestion Intégrée des Côtes à moyen terme ; la Gestion Intégrée des Ressources en Eau est un processus qui fait du chemin au Bénin avec plusieurs actions réussies en termes d'implication des populations et en termes de documents d'opérationnalisation de cette approche de gestion. Un Plan de Gestion Intégrée des Côtes qui s'appuierait sur le Plan d'Aménagement Opérationnel et Résilient (PAOR) de la Bande Côtière du Bénin (BCB) en s'inspirant du Plan National de Gestion Intégrée des Ressources en Eaux (PANGIRE) serait un réel atout pour une bonne gestion du littoral. La mise en place de ce plan devra également intégrer les considérations régionales et s'appuyer sur une coopération internationale et régionale déjà existante avec le projet WACA. La loi portant protection, aménagement et mise en valeur du littoral adopté en avril 2018 est aussi un atout pour la mise en place d'un tel outil de planification et donne des garanties de facilitation de sa mise en œuvre. Enfin, un accent devra se mettre sur l'éducation et la sensibilisation des communautés riveraines et autres usagers de la zone littorale.

Par ailleurs cette étude mérite d'être améliorée tout d'abord en l'étendant à l'ensemble de la zone protégée par les ouvrages et ensuite en effectuant une projection à partir d'une compile de traits de côte datant d'avant la construction des ouvrages de protection et suffisamment nombreux pour minimiser les erreurs du modèle de projection.

## Références bibliographiques

1. ABE (Agence Béninoise pour l'Environnement) (2005). Cadre de Gestion des Risques Environnementaux Côtière et Marine du Bénin. 55 p
2. Abuodha, P. A., & Woodroffe, C. D. (2006). International assessments of the vulnerability of the coastal zone to climate change, including an Australian perspective. 69p.
3. Aleman, N., Michel, C., Robin, N., Certain, R., & Barusseau, J. P. (2012). Impact des ouvrages portuaires sur la morphodynamique des barres sédimentaires d'avant-côte du Languedoc-Roussillon. *Actes des Journées Nationales Génie Côtier Génie, 155*, 159-168.
4. André, P., Prudencio, É. H., & Singh, B. (2002, January). Vulnérabilité de la zone côtière du Bénin à un rehaussement relatif du niveau marin: état de la question et préconisations/Vulnerability of the Coastal Zone of Benin to a Relative Sea Level Rise: State of the Problem and Recommendations. In *Annales de géographie* (pp. 25-40). Armand Colin.
5. Benassai, G. (2006). *Introduction to coastal dynamics and shoreline protection*. Wit Press.
6. Birkmann, J., Cardona, O. D., Carreño, M. L., Barbat, A. H., Pelling, M., Schneiderbauer, S., & Welle, T. (2013). Framing vulnerability, risk and societal responses: the MOVE framework. *Natural hazards, 67*(2), 193-211.
7. Boak, E. H., & Turner, I. L. (2005). Shoreline definition and detection: a review. *Journal of coastal research, 688-703*.
8. Brookings-Institution (2010). La protection des personnes déplacées à l'intérieur de leur propre pays : Manuel à l'intention des législateurs et des responsables politiques. *The Brookings Institution-University of Bern*. 282p
9. Carboni, M., Carranza, M. L., & Acosta, A. (2009). Assessing conservation status on coastal dunes: a multiscale approach. *Landscape and urban planning, 91*(1), 17-25.
10. Castedo, R., de la Vega-Panizo, R., Fernández-Hernández, M., & Paredes, C. (2015). Measurement of historical cliff-top changes and estimation of future trends using GIS data between Bridlington and Hornsea–Holderness Coast (UK). *Geomorphology, 230*, 146-160.
11. Codjoe, S. N. A., Nyamedor, F. H., Sward, J., & Dovie, D. B. (2017). Environmental hazard and migration intentions in a coastal area in Ghana: a case of sea flooding. *Population and Environment, 39*(2), 128-146.
12. Coralli M., Palumbo M. A. (2009). Entre singularité et similitude : Cotonou , une ville en changement. 22p.

13. Crowell, M., Leatherman, S. P., & Buckley, M. K. (1991). Historical shoreline change: error analysis and mapping accuracy. *Journal of coastal research*, 839-852.
14. de Longueville F., Hountondji Y-C., Gemenne F., Ozer P. (2018). Population dynamics in the coastal zone of Cotonou ( Benin ) affected by a rapid erosion. 1-15p.
15. Dégbé, C. G. E. (2009). Géomorphologie et érosion côtière dans le golfe de Guinée. *Mémoire de Master of Sciences en Océanographie Physique, Chaire Internationale en Physique Mathématique et Applications, Faculté des Sciences et Techniques, Université d'Abomey-Calavi.*
16. Degbe, C. G. E. (2017). Evolution du trait de côte du littoral béninois de 2011 à 2014. *Sciences de la vie, de la terre et agronomie*, 5(1).
17. Deng, F. M. (1999). Guiding principles on internal displacement. *International Migration Review*, 33(2), 484-493.
18. Faye, I. (2010). *Dynamique du trait de côte sur les littoraux sableux de la Mauritanie à la Guinée-Bissau (Afrique de l'Ouest): Approches régionale et locale par photo-interprétation, traitement d'images et analyse de cartes anciennes* (Doctoral dissertation, Université de Bretagne occidentale-Brest).
19. Faye, I. B. N., Hénaff, A., Gourmelon, F., & Diaw, A. T. (2008). Évolution du trait de côte à Nouakchott (Mauritanie) de 1954 à 2005 par photo-interprétation. *Norois. Environnement, aménagement, société*, (208), 11-27.
20. Frick-Trzebitzky, F., Baghel, R., & Bruns, A. (2017). Institutional bricolage and the production of vulnerability to floods in an urbanising delta in Accra. *International journal of disaster risk reduction*, 26, 57-68.
21. Julien, G. G. K. (1992). *Croissance urbaine, migrations et population au Bénin*. Centre français sur la population et le développement.
22. Hénaff, A., & Philippe, M. (2014). Gestion des risques d'érosion et de submersion marines. 153p.
23. Himmelstoss, E. A. (2009). DSAS 4.0 installation instructions and user guide. *Thieler, ER, Himmelstoss, EA, Zichichi, JL, and Ergul, Ayhan*, 2008-1278.
24. INSAE (*Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique*) (2016). Cahier des villages et quartiers de ville Département de l'Alibori. 17p
25. INSAE (*Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique*) (2013). Statistiques démographiques: Effectif de la population béninoise. 39p.

26. IUCN, UEMOA (2010). Etude régionale pour le suivi du trait de côte et l'élaboration d'un schéma directeur du littoral de l'Afrique de l'Ouest. *Disponible à l'adresse: [http://cmsdata.iucn.org/downloads/flyer\\_sdlao\\_fr.pdf](http://cmsdata.iucn.org/downloads/flyer_sdlao_fr.pdf), consulté le, 11(09), 2014.*
27. Kabuth, A. K., Kroon, A., & Pedersen, J. B. (2013). Multidecadal shoreline changes in Denmark. *Journal of Coastal Research*, 30(4), 714-728.
28. Kaki, C., Laïbi, R. A., & Oyédé, L. M. (2011). Evolution of Beninese coastline from 1963 to 2005: causes and consequences. *British Journal of Environment and Climate Change*, 1(4), 216.
29. Lefebvre, C. (2011). La gestion intégrée côtière et marine: nouvelles perspectives. *Vertigo-la revue électronique en sciences de l'environnement*, (Hors-série 9).
30. Melet, A., Almar, R., & Meyssignac, B. (2016). What dominates sea level at the coast: a case study for the Gulf of Guinea. *Ocean Dynamics*, 66(5), 623-636.
31. Ozer, P., Hountondji, Y. C., & De Longueville, F. (2017). Evolution récente du trait de côte dans le golfe du Bénin. Exemples du Togo et du Bénin. *Geo-Eco-Trop: Revue Internationale de Géologie, de Géographie et d'Ecologie Tropicales*, 41(3).
32. Ozer, P., Hountondji, Y. C., Bessan, M. V., Thiry, A., & De Longueville, F. (2014). Impact de l'érosion littorale sur les migrations forcées. Cas de Cotonou, Bénin. In *Colloque International "La Géographie Physique et les Risques Naturels"-Livre de résumés* (p. 25). Université de Liège.
33. PAC (Port Autonome de Cotonou) (2018). Historique du PAC. [http://www.portdecotonou.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=63&Itemid=175](http://www.portdecotonou.com/index.php?option=com_content&view=article&id=63&Itemid=175). Accessed 26 août 2018
34. Sireyjol, P. (1977). Transit littoral et conception des ports: l'exemple du port de Cotonou. *La Houille Blanche*, (5-6), 401-408.
35. Tahirou-Adamou L., Satcho P. T., Gnele J. S., Greven, R., Sossouhounto, N., VanTurennot, S., Uyl, R. (2003) Contribution à l'Elaboration d'un Plan Local d'Action Environnemental des Quartiers Riverains du Chenal de Cotonou: Cas de Enagnon. 50p.
36. Thieler, E. R., & Danforth, W. W. (1994). Historical shoreline mapping (II): application of the digital shoreline mapping and analysis systems (DSMS/DSAS) to shoreline change mapping in Puerto Rico. *Journal of Coastal Research*, 600-620.
37. Touré, B., Kouamé, K. F., Souleye, W., Collet, C., Affian, K., Ozer, A., ... & Biémi, J. (2012). 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*, 18(3), 369-382.

38. UA (Union Africaine) (2009). African Union Convention for the protection and assistance of internally displaced persons in Africa (Kampala Convention). *Report, African Union, Kampala*.
39. Williams, A. T., Rangel-Buitrago, N., & Anfuso, G. (2018). Hard protection structures as a principal coastal erosion management strategy along the Caribbean coast of Colombia. A chronicle of pitfalls. *Ocean & Coastal Management, 156*, 58-75.
40. World Bank (2017). Plan d'Investissement Multisectoriel pour l'Adaptation aux Risques Côtiers face aux changements climatiques au Bénin. *Rapport final. 271p*.
41. Zickgraf, C., Vigil Diaz Telenti, S., de Longueville, F., Ozer, P., & Gemenne, F. (2016). The impact of vulnerability and resilience to environmental changes on mobility patterns in West Africa.

## ANNEXES

### Annexe 1 : Questionnaire d'enquête

#### QUESTIONNAIRE D'ENQUETE

Ce questionnaire est administré dans le but de mieux comprendre les préoccupations des usagers de cette zone côtière quant aux risques liés à la mer et à leur gestion et attirer l'attention des uns et des autres sur ces préoccupations. Je mène cette enquête dans le cadre de mon mémoire de Master en Gestion des Risques et Catastrophes et j'apprécierais si vous voulez bien y participer.

Vos réponses resteront totalement anonymes, je vous invite donc à répondre en toute liberté.

Merci de votre participation !

**Date :**

**Secteur N° (1-5):**

**Coordonnées géographiques :**

#### A- IDENTIFICATION DE L'ENQUETE ET MOBILITE

##### A1. Sexe (SEX)

1-  Masculin 2-  Féminin

##### A2. Âge (AGE)

1-  15-29 ans 2-  30-44 3-  45-59 4-  60 et +

##### A3. Combien d'enfants avez-vous ? (NENFT)

0-  0 1-  1 2-  2 3-  3 4-  > 3

##### A4. Quelle est la dernière classe que vous avez effectuée avec succès ? (INSTRUC)

---

Niveau d'instruction

0= Aucun

1= Primaire

2= Secondaire 1er cycle

3= Secondaire 2eme cycle

4= Supérieure

##### A5. Quelle est votre profession (PROFESS):

<input type="checkbox"/>	1	Pêcheur, agriculteur	<input type="checkbox"/>	6	Ouvrier
<input type="checkbox"/>	2	Commerçant, chef d'entreprise, artisan	<input type="checkbox"/>	7	Chômeur, ménagère
<input type="checkbox"/>	3	Employé de bureau	<input type="checkbox"/>	8	Elève, étudiant
<input type="checkbox"/>	4	Fonctionnaire moyen	<input type="checkbox"/>	9	Retraité
<input type="checkbox"/>	5	Cadre supérieur	<input type="checkbox"/>	10	Autres ( <i>précisez</i> )

\*  Liée à la mer

Non liée à mer

(PROFMER)

**A6. Depuis quand résidez-vous ou fréquentez-vous cette zone? (DURRESID)**

<input type="checkbox"/>	1	0-2 ans	<input type="checkbox"/>	4	11-15 ans
<input type="checkbox"/>	2	3-5 ans	<input type="checkbox"/>	5	16-25 ans
<input type="checkbox"/>	3	6-10 ans	<input type="checkbox"/>	6	+ de 25 ans

**A7 - A13 – Uniquement pour les résidents**

**A7. Si vous n'avez pas toujours habité cette maison, où habitiez-vous avant et pourquoi avoir changé de lieu d'habitation? (Indiquez quartier/ville, année & raison de départ pour chaque précédente résidence) (PRERESID, RZDPAR, ANNEEDPAR)**

N°	Précédent lieu d'habitation (quartier/ville)	Année de départ	Raison
1			
2			
3			
4			
5			

**A8. Pourquoi avez-vous choisi de venir vivre dans cette zone – près des côtes ? (RZRESID)**

**Raison**

1= Familiale (est né là et vis en famille ou a rejoint un parent, un conjoint, etc)

2= Professionnelle (pêcheur, pour apprendre un métier, ou pour l'hotellerie-tourisme..)

3= Attraction pour la zone (plaisir)

4= Financière (habitation gratuite ou à moindre coût)

5= Autre

---

---

---

---

---

**A9. Etes-vous propriétaire ou locataire de votre habitation ? (PRPMAIS)**

1-  Propriétaire      0-  Locataire      2-  En famille

3-  Installé/hébergé par une connaissance



10-  Non-respect des interdits/ Colère des dieux de la mer/ après une pluie/après une noyade

11-  Manque d'ouvrages de protection

12 -  Autre (*précisez*)

---

---

**B3. Que pouvez-vous nous dire de l'érosion des côtes avant la construction des épis en 2013 ? (ERAVANT\_2013)**

<input type="checkbox"/>	1	elle (l'érosion) était importante
<input type="checkbox"/>	2	elle était faible
<input type="checkbox"/>	3	elle était inexistante
<input type="checkbox"/>	4	Je n'en sais rien

**B4. Si réponse B3 =1 ou 2, quels sont les problèmes que cela causait ? (DEGA)**

<input type="checkbox"/>	1	Erosion côtière/perte de terres individuelle (parcelle) et nationale (territoire)
<input type="checkbox"/>	2	Dégradation des édifices (maison, hôtel, restaurant, école, etc)
<input type="checkbox"/>	3	Perte économique
<input type="checkbox"/>	4	Perte de patrimoine culturel
<input type="checkbox"/>	5	Déplacement de personnes/Dislocation de famille
<input type="checkbox"/>	6	Angoisse
<input type="checkbox"/>	7	Perte de végétation
<input type="checkbox"/>	8	Accentuation des effets d'embrun marin
<input type="checkbox"/>	9	Autres ( <i>précisez</i> )

**B5. En quoi étiez-vous personnellement touché ? (DEGAPERSO)**

<input type="checkbox"/>	0	Rien
<input type="checkbox"/>	1	Perte de parcelle
<input type="checkbox"/>	2	Dégradation d'édifices (maison, hôtel, restaurant, etc)
<input type="checkbox"/>	3	Perte économique
<input type="checkbox"/>	4	Perte de patrimoine culturel
<input type="checkbox"/>	5	Déplacement /Dislocation de famille
<input type="checkbox"/>	6	Angoisse
<input type="checkbox"/>	7	Rouille causée par l'embrun marin
<input type="checkbox"/>	8	Autres ( <i>précisez</i> )

**B6. Que diriez-vous de l'efficacité de ces épis? Grâce à eux l'érosion a : (AVIEPI)**

<input type="checkbox"/>	0	Rien n'a changé
<input type="checkbox"/>	1	diminué
<input type="checkbox"/>	2	s'est arrêté
<input type="checkbox"/>	3	augmenté

**B7. Quel était votre sentiment à la construction d'épis en 2013 ? Aviez-vous eu un regain de sérénité ? (AVISDEMAR)**

1-  Oui

0-  Non

**- Pourquoi ? (RZAVIDEMAR)**

---

---

---

---

---

---

---

**B8. Actuellement, vous sentez-vous en sécurité, serin ? (SENTIMSECU)**

0-  Non                      1-  Oui                      2-  Pas tellement/Un peu

**B9. Etes-vous informé de la deuxième phase de construction d'ouvrages de protection ? (INFOV2)**

1-  Oui                      0-  Non

**B10. Pensez-vous qu'ils vont résoudre définitivement les problèmes auxquels les riverains sont confrontés ? (AVISEPIV2)**

0-  Non                      1-  Oui                      2-  Je ne sais pas

**- Pourquoi ? (RZAVIEPIV2)**

---

---

---

---

---

**B11. A quels autres problèmes êtes-vous confronté dans cette zone ? (OTRPROBLM)**

<input type="checkbox"/>	0	Aucun en particulier
<input type="checkbox"/>	1	Maladies ( <i>citez qlq unes</i> )
<input type="checkbox"/>	2	Manque d'eau potable
<input type="checkbox"/>	3	Pollution
<input type="checkbox"/>	4	Insécurité
<input type="checkbox"/>	5	Algues marines
<input type="checkbox"/>	6	Chômage/difficultés financières/Manque d'aide sociale
<input type="checkbox"/>	7	Stress/Peur lié(e) au déguerpissement
<input type="checkbox"/>	8	Noyade
<input type="checkbox"/>	9	Autres ( <i>précisez</i> )

**B12. Qu'est-ce qui selon vous est à la base de ces problèmes ? (COZOTRP)**

<input type="checkbox"/>	1	Absence de système d'adduction d'eau
<input type="checkbox"/>	2	Défécation à l'air libre
<input type="checkbox"/>	3	Mauvaise gestion des déchets ménagers
<input type="checkbox"/>	4	Chômage des jeunes
<input type="checkbox"/>	5	Présence de ghettos/ Délinquance
<input type="checkbox"/>	6	Salinisation
<input type="checkbox"/>	7	Représailles et autres mesures pour le déguerpissement
<input type="checkbox"/>	8	Manque de mesures de protection civile
<input type="checkbox"/>	9	Manque d'éducation de base à l'hygiène
<input type="checkbox"/>	10	Autres ( <i>précisez</i> )

**B13. Etes-vous informé de ce que les autorités politico-administratives planifient faire de nouveau dans la zone dans les mois et années à venir ? (INFOAPLAN)**

1- Oui                      0- Non

**B13. Si oui, dites-nous de quelles sources et quelles sont ces informations ? Précisez les aménagements en cours ou déjà effectués s'il y en a. (SRCINFO, INFOU/AMG)**

1- Formelle                      2- Informelle (rumeurs)

---

---

---

---

---

---

**B14. Vous réjouissez-vous à l'idée de la réalisation de ces projets? (AVISAMG)**

0- Non                              1- Oui                              2- je suis indifférent

**- Pourquoi ? (RZAVIAMG)**

---

---

---

---

1= Déguerpissement  
2= On ne sait pas encore ce que ça nous apportera de bien  
3= Nous n'avons pas été impliqué

4=Ce sera pour le développement de notre pays/C'est bien pour l'économie locale et nationale  
5= Le milieu sera plus sain et sécurisé  
6= On dit mais après on ne voit rien

**B15. Si vous aviez le choix, souhaiteriez-vous quitter cette zone ? (QTZONE)**

1-  Oui                      0-  Non

**- Pourquoi ? (RZQTZONE)**

---

---

---

**B16. Si oui, pour aller où ? (DESTIENVI)**

---

**B17. Que souhaitez-vous pour vos enfants ? (SHENFT)**

---

---

---

**Annexe 2 : Guide d'entretien**

**GUIDE D'ENTRETIEN**

**A – IDENTIFICATION DE L'INTERLOCUTEUR**

**A1. Nom et prénom :** \_\_\_\_\_

**A2. Formation de base (niveau et discipline):** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**A3. Institution et poste occupé :** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**A4. Autres activités (professionnelles, associatives, sociales...) :** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**A5. Commune de résidence :** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**A6. Nombre d'années de résidence dans la commune :** \_\_\_\_\_ ans

**B- PERCEPTIONS DE LA DYNAMIQUE DU TRAIT DE COTE, DE L'EFFICACITE DES OUVRAGES DE PROTECTION, DES POLITIQUES D'AMENAGEMENT DU LITTORAL ET DE LA VULNERABILITE DES RIVERAINS**

**B1. Que pensez-vous de la dynamique du trait de côte à Cotonou ces quinze dernières années ?**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**B2. Quelles sont les projets/programmes dont vous avez connaissance et qui ont été précédemment mis en œuvre dans le cadre de la lutte contre l'érosion côtière ou l'avancée de la mer à Cotonou?**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**B3. Que pensez-vous de l'efficacité de ces mesures à protéger les côtes à Cotonou?**

---

---

---

**B4. Parlez-nous un peu de la dynamique du trait de côte à Sèmè-Podji à l'Est de Cotonou et des enjeux liés**

---

---

---

**B5. Qu'est ce qui est fait actuellement dans le sens de la lutte contre l'érosion côtière ou l'avancée de la mer ?**

---

---

---

**B6. Pensez-vous que les mesures de protection initiées actuellement puissent mettre définitivement nos côtes à l'abri ?**

---

---

---

**B7. Les populations riveraines peuvent-elles aujourd'hui se sentir rassurée ? Pensez-vous qu'il n'y ait plus de menace qui pèse sur elles ?**

---

---

---

**B8. Que savez-vous des aménagements notamment de type immobilier qui sont prévus dans les mois et années à venir?**

---

---

---

**C- IMPACT DE LA DYNAMIQUE DU TRAIT DE COTE ET DES POLITIQUES D'AMENAGEMENT SUR LA MOBILITE HUMAINE**

**C1. Quels impacts pourraient avoir ces aménagements sur les populations installés dans les zones à aménager ?**

---

---

---

---

**C2. Parlez-nous un peu des personnes qui sont contraint à se déplacer soit du fait même de l'érosion, soit du fait de certaines mesures gouvernementales ?**

---

---

---

---

**Annexe 3 : Revue de littérature sur les lignes de référence de trait de côte par (Faye 2010)**

<b>CATEGORIES</b>	<b>LIGNES DE REFERENCE</b>		<b>AUTEURS</b>
Lignes de référence morphologiques définies par une rupture de pente	Littoraux dunaires Pied	Pied de dune (Dune foot, dune toe) ou ligne de dune (Dune line)	STAFFORD et LANGFELDER (1971) ; HEALY (1991) ; MORTON et al. (1993) ; BYRNES et HILAND (1994) ; MCBRIDE et al. (1995) ; KRAUS et ROSATI (1997) ; DOUGLAS et al. (1998) ; MORTON et SPEED (1998) ; GUILLÉN et al. (1999) ; GAILLOT et CHAVEROT (2001) ; HOEKE et al. (2001) ; OJEDA ZUJAR et al. (2002) ; PAJAK et LEATHERMAN (2002) ; STIVE et al. (2002) ; BATTIAU-QUENEY et al. (2003) ; BONNOT-COURTOIS et LEVASSEUR (2002 ; 2003) ; ZUZEK et al. (2003) ; DOMINGUEZ et al. (2005)
	Littoraux dunaires	Lisière du haut de falaise dunaire (Dune top edge)	THORNTON et al. (2006)
		Ligne de crête dunaire (Dune crest line, crest of the dune)	PAJAK et LEATHERMAN (2002) ; ZUZEK et al. (2003)
	Littoraux à falaises et plages adossées	Lisière du sommet de falaise (Bluff top, cliff top, top of the cliff)	BIRD (1985) ; CROWELL et al. (1991 ; KRAUS et ROSATI (1997) ; DOUGLAS et al. (1998) ; DONG et CHEN (1999) ; MOORE et al. (1999) ; GUY (1999) ; MOORE et GRIGGS (2002) ; BONNOT-COURTOIS et LEVASSEUR (2002 ; 2003) ; PAJAK et LEATHERMAN (2002) ; ZUZEK et al. (2003) ; DOMINGUEZ et al. (2005) ; EL ABDELLAOUI et OZER (2007) ; HAPKE et REID (2007)
		Pied de falaise (Base of the bluff, cliff toe, bluff toe)	MC CURDY (1950) ; BIRD (1985) ; MACKKEY et GUY (1994) In LI et al. (2001b) ; KRAUS et ROSATI (1997) ; MOORE et al. (1999) ; GUY (1999) ; BIRD (2000 ; 2007) ; ZUZEK et al. (2003) ; PAJAK et LEATHERMAN (2002) ; BONNOT-COURTOIS et LEVASSEUR (2002 ; 2003) ; MORTON et MCKENNA (1999) ; LE BERRE et al. (2005)
	En présence d'éboulis au	Sommet de l'éboulis (Top of the landslide headwall)	PRIEST (1999)
		Base de l'éboulis	BONNOT-COURTOIS et LEVASSEUR (2002 ; 2003)

	pied de la falaise	«Contour de la cicatrice d'arrachement»	ROBIN (2002)
Lignes de référence morphologiques définies par une rupture de pente	En cas de présence d'un front de mer protégé	Limite côté mer des ouvrages de défense (Seaward most edge of hardening structures)	MORTON et SPEED (1998) ; COYNE et al. (1999)
		Limite côté terre des ouvrages de défense (Landward edge of shoreline protection structures)	MOORE et al. (1999)
		Ligne de crête des structures de protection (Crest of the shore- protection structure)	GUY (1999)
	Crête de berme (Berm crest)	NATESAN et SUBRAMANIAN (1994) ; KRAUS et ROSATI (1997) ; MORTON et SPEED (1998) ; GUY (1999) ; MORTON et MCKENNA (1999) ; PAJAK et LEATHERMAN (2002) ; PANDIAN et al. (2004)	
	Pied de la plage sous-marine (Beach toe, base of the foreshore)		COYNE et al. (1999) ; NORCROSS et al. (2002) ; FLETCHER et al. (2003) ; GENZ et al. (2007)
Limites de végétation	Limite côté mer de la végétation dunaire (Vegetation line, seaward edge of dune vegetation)		MC BETH (1956) ; BIRD (1985) ; MORTON et SPEED (1998) ; MORTON et MCKENNA (1999) ; MOORE et al. (1999) ; COYNE et al. (1999) ; BIRD (2000 ; 2007) ; MOORE et GRIGGS (2002) ; PAJAK et LEATHERMAN (2002) ; LEATHERMAN (2003) ; O'CONNELL (2003) ; LE BERRE et al. (2005) ; DEHOUCK (2006) ; FERREIRA et al. (2006)
	Limite côté mer de la végétation pérenne (arbres, arbustes) (Line of permanent, stable, long-term vegetation)		MORTON et PAINE (1985) ; PAINE et MORTON (1989) ; GUY (1999) ; PRIEST (1999) ; COYNE et al. (1999) ; TREPANIER et al. (2002)
	Limite entre l'oyat ( <i>Ammophila arenaria</i> ) et le chiendent des sables ( <i>Agropyrum junceum</i> ) dans les littoraux dunaires tempérés		BONNOT-COURTOIS et LEVASSEUR (2002 ; 2003)
	Limite supérieure des algues ou des lichens marins ( <i>Verrucaria maura</i> ) sur les parois des falaises rocheuses		THIELER et al. (2001) ; BONNOT- COURTOIS et LEVASSEUR (2002 ; 2003) ; LE BERRE et al. (2005)

Niveaux instantanés de marée et limites d'humectation	Ligne instantanée de rivage (Water line, swash line, swash terminus)	BAULIG, H. (1956) ; ROUBERTOU et BONNEVAL (1965) ; STAFFORD et LANGFELDER (1971) ; BLODGET et al. (1991) ; RYAN et al. (1991) ; FRIHY et al. (1994 ; 1998) ; ZHANG et al. (1994) ; MASON et DAVENPORT (1996) ; JIMENEZ et al. (1997) ; SCHWABISCH et al. (2000) ; DURAN (1998 ; 2000) ; WHITE et EL ASMAR (1999) ; BO et al. (2000 ; 2001) ; NIEDERMEIER et al. (2000) ; GAILLOT et CHAVEROT (2001) ; ONANA et al. (2001) ; ZHU (2001) ; EL ASMAR et WHITE (2002) ; LOOS et NIEMAN (2002) ; RYU et al. (2002) ; BAGLI et SOILE (2003 ; 2004) ; DI et al. (2003a, 2003b) ; FOODY et al. (2003) ; GIORDANO et al. (2003) ; SABATIER et SUANEZ (2003) ; DILLENBURG et al. (2004) ; LIU et JEZEK (2004a, 2004b) ; SHAGUDE (2004) ; TURNER et al. (2004) ; AKONO et al. (2005) ; ANFUSO et MARTINEZ DEL POZO (2005) ; FOODY et al. (2005) ; GOPINATH et SERALATHAN (2005) ; GUARIGLIA et al. (2006) ; MUSLIM et al. (2006 ; 2007) ; RUIZ et al. (2007) ; EKERCIN (2007)
	Ligne de pleines mers assimilée à la limite sable sec/sable mouillé (Wet/dry line, wet/dry boundary, wetted bound, wet/sand line)	DOLAN et al. (1978a ; 1978b) ; HAYDEN et al. (1979) ; HAYDEN et al. (1979a, 1979b) ; DOLAN et al. (1979) ; DOLAN et al. (1980) ; DOLAN et HAYDEN (1983) ; MORTON et PAINE (1985) ; THIELER et DANFORTH (1994b) ; YOUNG et al. (1995) ; DOUGLASS et al. (1999) ; HOEKE et al. (2001) ; THIELER et al. (2001) ; O'CONNELL (2003) ; ROBERTSON et al. (2004)
	Ligne de pleines mers ou limite supérieure d'humectation de l'estran (High water line)	STAFFORD et LANGFELDER (1971) ; LEATHERMAN (1983) ; PENLAND et BOYD (1981) ; PHILLIPS (1986) ; SMITH et ZARILLO (1990) ; ANDERS et BYRNES (1991) ; CROWELL et al. (1991 ; 1993) ; SHOSHANI et DEGANI (1992) ; GORMAN et al. (1998) ; MORTON et SPEED (1998) ; FARELL et al. (1999) ; FENSTER et DOLAN (1999) ; LEATHERMAN et ANDERS (1999) ; LEATHERMAN et ESKANDARY (1999) ; O'CONNELL et LEATHERMAN (1999) ; GALGANO et DOUGLAS (2000) ; DOUGLAS et CROWELL (2000) ; HONEYCUTT et al. (2001) ; PAJAK et LEATHERMAN (2002) ; ZHANG et al. (2002) ; LEATHERMAN (2003) ; MAKOTA et al. (2004) ; ZHANG et al. (2004) ; MOORE et al. (2006) ; ROMAGNOLI et al. (2006)

Annexe 4 : Zoom sur Figures 9 & 11 : Variation des longueurs de transect selon le taux de variation annuel du trait de côte (EPR) à Cotonou entre 1955 et 2002 d'une part et entre 2002 et 2013 d'autre part

