



## INONDATIONS ET ÉROSION CÔTIÈRES SOUS L'EFFET DU CHANGEMENT CLIMATIQUE: ÉVALUATION DES RISQUES À DAKAR

**Auteurs:** *Íñigo Aniel-Quiroga<sup>1,2</sup>, Elisa Sainz de Murieta<sup>1</sup>, Íñigo Losada<sup>2</sup>, Alexandra Toimi<sup>1</sup>, Saúl Torres<sup>2</sup>, Ambika Markanday<sup>1</sup> and Andrea Briones<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Basque Centre for Climate Change (BC3).

<sup>2</sup> IH Cantabria - Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria, Santander, Spain.

### 1. Introduction

Le continent africain est confronté à de nombreux défis socio-économiques et environnementaux. La concentration de la population dans les zones urbaines est une tendance mondiale, mais dans les pays en développement, cela implique des difficultés accrues en raison du développement urbain informel existant, de la pollution et de l'insuffisance des infrastructures et des services pour faire face à une population en croissance rapide. En outre, les pays d'Afrique de l'Ouest sont exposés à de graves risques côtiers, avec des taux d'érosion supérieurs à un mètre par an dans certaines régions. Cette situation affecte les communautés, les moyens de subsistance et les infrastructures tout en entravant le progrès et la croissance économique.

Le changement climatique devrait exacerber cette situation de référence (World Bank, 2013).

La zone côtière sénégalaise n'est pas indifférente à ces défis et représente un exemple clair de vulnérabilité aux effets du changement climatique (DEEC, 2015). En effet, elle est constituée d'une multitude d'activités (économiques, sociales, culturelles) et d'écosystèmes spécifiques qui sont exposés aux changements climatiques, notamment à l'érosion côtière. L'exposition à ces risques augmente également la vulnérabilité de certains établissements humains et sites côtiers, déjà confrontés à de fortes intrusions marines sous forme d'inondations et de raz de marée.

## POINTS FORTS

- Dakar est exposée à l'érosion côtière et aux inondations. Ces risques devraient augmenter à l'avenir en raison du changement climatique.
- Les zones les plus exposées aux inondations côtières sont le canal de Ngor, les zones plates autour du port et les installations industrielles chimiques (ICS) de Mbao.
- Quant à l'érosion côtière, les zones les plus menacées sont la longue plage de Hanika sur la Grande Côte et les plages étroites de Hann à Mbao.
- La population exposée aux inondations côtières dues à l'élévation du niveau de la mer et aux événements extrêmes devrait augmenter de 20 à 30 % en 2050 et de plus de 80 % en 2100 si des mesures d'adaptation ne sont pas mises en œuvre.
- Les dommages économiques, en l'absence d'adaptation, pourraient augmenter de 30 % en 2050 et de 80 % en 2100, en considérant un scénario moyen d'élévation du niveau de la mer.

## Ce rapport comprend les principaux résultats de l'évaluation des risques.

Des études sur la vulnérabilité des zones côtières sénégalaises au changement climatique (par exemple, Dennis et al., 1995 ; Niang et al., 2010) ont montré que les taux d'élévation du niveau de la mer pourraient entraîner une érosion côtière accélérée, des inondations dans les zones côtières de faible altitude (en particulier les estuaires de mangrove) et une salinisation accrue des sols ainsi que des eaux de surface et souterraines.

Ce rapport fait partie du **projet Governadapt**, financé par l'Agence Basque de Coopération et dont l'objectif est de comprendre les risques côtiers actuels et futurs pour soutenir l'adaptation climatique à Dakar. Governadapt répond à ces objectifs en développant une évaluation des risques côtiers qui a ensuite été débattue dans une approche participative avec les parties prenantes de la zone d'étude. **Ce rapport comprend les principaux résultats de l'évaluation des risques, qui porte sur les inondations et l'érosion côtières** dans la zone d'étude, composée de trois des quatre départements de la région de Dakar, à savoir, **Dakar, Pikine et Guédiawaye** (Figure 1).



Figure 1. Région de Dakar. La zone d'étude comprend les départements de Dakar, Pikine, Guédiawaye (modifié de la figure de Maximilian Dörrbecker).

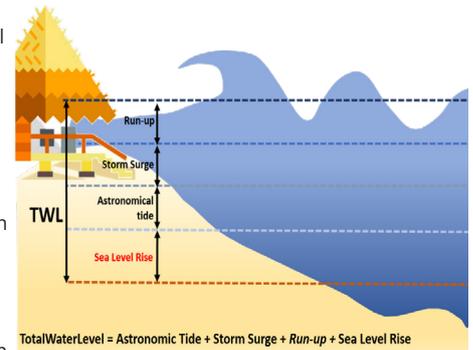


### Encadré 1. Composantes du niveau d'eau total (TWL)

Une inondation côtière se produit lorsque le niveau total de l'eau (TWL) sur la côte, à un instant donné, est supérieur à l'élévation des terres de la zone côtière. Le TWL sur la côte est le résultat de la combinaison de plusieurs composantes : marée, météorologie et vagues déferlantes, comme le montre la figure ci-dessous. Éventuellement, les projections de l'élévation du niveau de la mer (Sea Level Rise ou SLR) sont une composante supplémentaire qui peut également être ajoutée à la TWL pour refléter les scénarios de changement climatique futur.

Les composantes de la TWL :

- La **marée astronomique** (Astronomical tide) désigne la montée et la descente périodiques du niveau de l'eau dans les océans et les mers en raison de l'attraction gravitationnelle du soleil et de la lune, ainsi que de la rotation de la Terre.
- **Les ondes de houle de tempête** (Storm Surge) entraînent la montée du niveau de l'eau sur une côte ouverte par des raisons météorologiques, en raison de l'impact combiné de la contrainte du vent sur la surface de l'eau, la réduction de la pression atmosphérique, la diminution de la profondeur de l'eau et les limites horizontales de l'eau adjacente.
- **La course des vagues** (Wave Run-up) est l'élévation maximale du rivage atteinte par les vagues, par rapport à la position du rivage en l'absence de vagues.
- **L'élévation du niveau de la mer** (Sea Level Rise ou SLR) due au changement climatique.



L'évaluation des risques côtiers à Dakar a été développée sur la base du cadre de risque du GIEC, dans lequel le risque climatique est le résultat de la combinaison des aléas climatiques, de l'exposition et de la vulnérabilité (Figure 2). L'aléa climatique est l'occurrence d'événements météorologiques ou cli-

matiques potentiellement dangereux. Dans le cas du projet Governadapt, les aléas climatiques sont l'élévation du niveau de la mer due au changement climatique et les ondes de houles ou déferlante lors de tempête extrêmes entraînant des inondations et une érosion des côtes<sup>1</sup>.

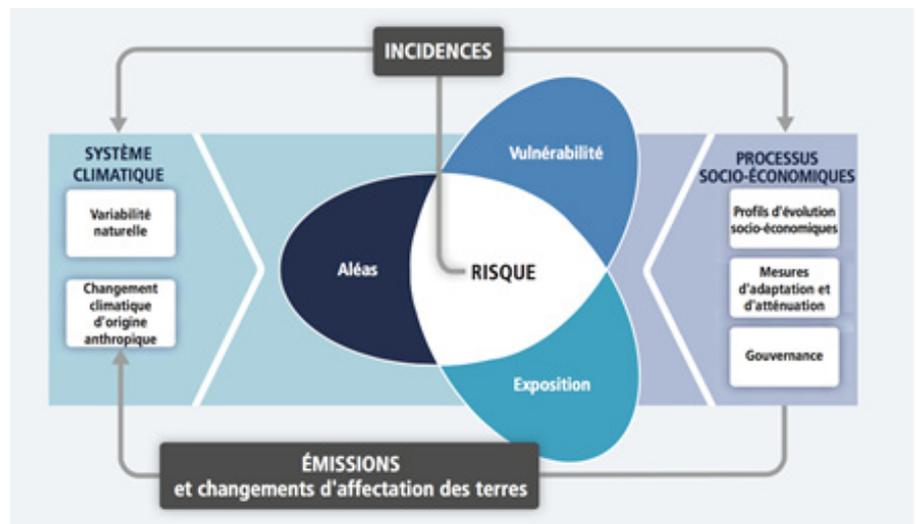


Figure 2. Le cadre d'évaluation des risques du GIEC.

<sup>1</sup> L'approche méthodologique suit la méthodologie définie par Toimil et al. (2017). Les données ont été obtenues auprès de Perez et al. (2017) et Voudoukas et al. (2016).



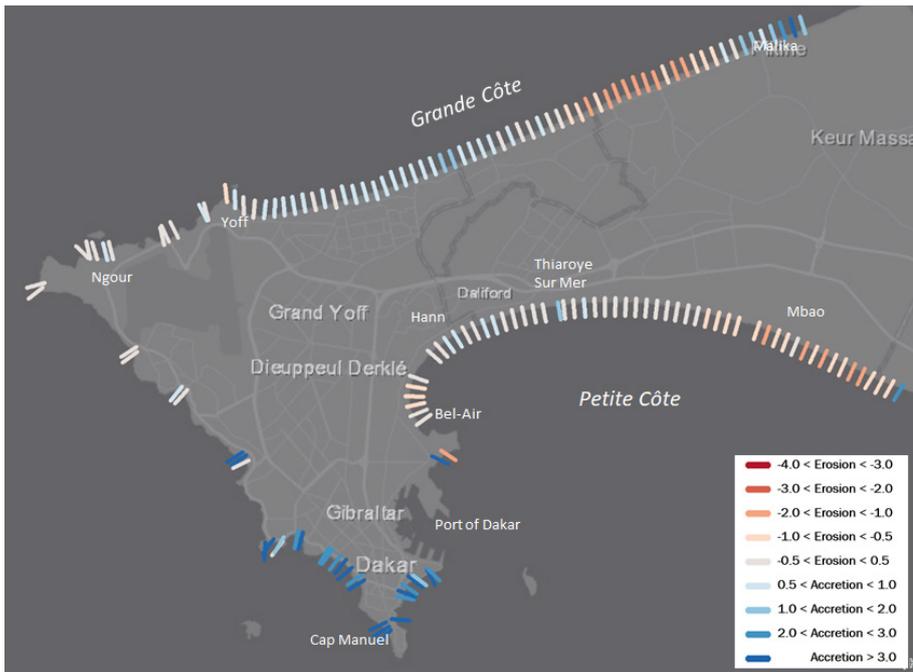


Figure 5. Estimations de l'érosion actuelle dans la région de Dakar.

dations. Ce n'est que dans le cap en face des îles de Yoff, où le terrain est plat et utilisé par les pêcheurs locaux pour laisser leurs bateaux, que des inondations importantes se produisent.

Entre Yoff et la limite du Cap Vert (le point le plus occidental du continent africain), la côte est caractérisée par une forme irrégulière, avec des zones rocheuses et de petites plages. Dans cette zone, aucune inondation importante n'est observée. La seule exception est la zone côtière de Ngor où le canal représente

un point d'entrée potentiel par lequel les vagues pourraient pénétrer et inonder la zone urbaine qui l'entoure. Sur la côte ouest, de Ngor à Cap Manuel, l'existence de falaises et de zones rocheuses dans les premiers mètres derrière le littoral protège la zone des inondations.

Le port de Dakar, comme il est courant pour ce genre d'infrastructures critiques, est situé dans une zone très plate. Par conséquent, dans le cas d'un événement extrême atteignant la zone portuaire, ses alentours pourraient être

inondés. Au nord du port, les zones les plus plates de Bel Air sont également susceptibles d'être inondées.

De là jusqu'au Cap Des Biches, à la frontière avec Rufisque, on trouve une succession de zones sableuses étroites. À Hann, l'eau trouve le moyen de pénétrer sur le rivage à certains endroits, mais les inondations ne sont pas importantes. A Thiaroye-Sur-Mer, la zone bâtie est si proche du rivage que même une petite quantité d'eau peut avoir de grandes conséquences. Enfin, la plage de Mbaou et les zones plates autour des installations industrielles chimiques, représentent des endroits où l'action des vagues entrantes en cas d'événements extrêmes pourrait affecter les zones environnantes.

## 2.2. Mesurer l'érosion côtière

L'érosion côtière, ou le recul du littoral, est la perte de terres côtières due à l'enlèvement net de sédiments ou de roche-mère du littoral. L'érosion peut être un danger qui apparaît très rapidement, en quelques jours ou semaines, ou un danger plus lent, qui se produit sur de nombreuses années, voire des décennies ou des siècles. L'érosion côtière est le résultat d'un processus naturel qui se produit lorsque le transport de matériaux à partir du rivage n'est pas compensé par le dépôt de nouveaux matériaux sur le rivage. L'érosion entraîne un changement de position du trait de côte.

Le problème de l'érosion côtière a été largement décrit au Sénégal. Il existe des zones, comme Saint-Louis et Rufisque (Niang-Diop, 1995 ; Bâ et al., 2007), dans lesquelles l'érosion est un problème critique, mais la ville de Dakar est également exposé à ce problème. À Dakar, l'érosion côtière a fait l'objet de nombreuses études ; par exemple, la thèse de Faye (2010) ou les travaux plus récents de Bakhoun et al. (2017, 2018). La Banque mondiale a également développé plusieurs évaluations dans le cadre du programme de gestion des zones côtières d'Afrique de l'Ouest (WACA). Ces travaux antérieurs révèlent un recul global de la côte compris entre 0,5 et 2 m (Figure 4). Gubernad s'appuie sur tous ces précieux travaux et actualise l'analyse des risques en appliquant une méthodologie de pointe (Toimil et al., 2020), des modèles numériques largement validés (Miller et Dean, 2004) et des données qui sont actuellement disponibles (Vitouseket al., 2018).



Figure 6. Origine anthropique de l'érosion à Mbeubeuss (SEYLLOU/AFP via Getty Images). Source: Google Earth.

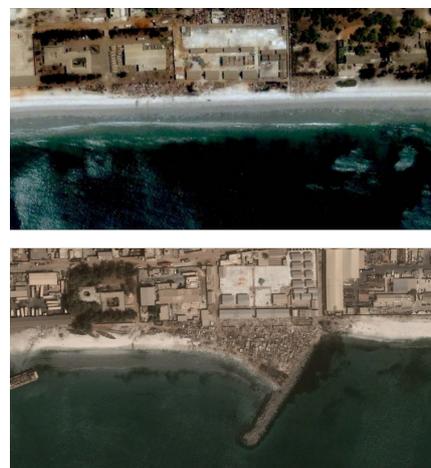


Figure 7. Thiaroye Sur-Mer. La construction d'une digue conduit à une zone d'accrétion qui a été urbanisée. Source: Google Earth.

L'état actuel de l'érosion côtière a été évalué en analysant l'imagerie satellite, en se concentrant sur la position du littoral d'année en année à des emplacements tous les 300 m le long des plages de sable de la côte dakaraise. Avec ces informations, les tendances d'érosion et d'accrétion le long de la côte au cours des années ont été obtenues (en appliquant DSAS, Himmelstoss et al., 2018). Les résultats pour les taux d'érosion actuels sont présentés dans la Figure 5, où chaque barre représente un profil et sa couleur décrit l'état d'érosion ou d'accrétion<sup>2</sup>, ainsi que le taux annuel en mètres.

Les résultats montrent une tendance à l'érosion importante à Guédiawaye, qui diminue vers Yoff. D'après l'analyse de l'imagerie satellite, les zones sableuses entre Yoff et le Cap Manuel sont plus stables. Du port à la frontière avec Rufisque, tout au long de la côte de Pikine, l'accrétion et l'érosion semblent mixtes dans la zone de Hann à Mbao, en fonction des conditions locales et de la typologie de la côte.

L'origine de ces changements sur le littoral est à la fois naturelle et anthropique. D'une part, les processus naturels peuvent apparaître en raison de l'élévation du niveau de la mer, du déficit en sable, etc. D'autre part, les processus anthropiques sont dus à l'extraction de sable des zones de plage, à une planification inadéquate, à l'urbanisme, etc. Ces processus sont liés à une occupation massive du littoral et affectent également d'autres risques, en déclenchant par exemple des problèmes d'intrusion saline.

Identifier l'origine de l'érosion (naturelle ou anthropique) est essentiel pour comprendre l'évolution d'une zone, à une échelle locale, et permet de déterminer les causes de l'érosion afin d'agir de manière adéquate. Par exemple, d'après les photographies satellites, la zone de Mbeubeuss semble être soumise à une érosion irrégulière, puisque la plage sèche est plus étroite et différente des zones environnantes. Les preuves (Figure 6 ci-dessous) suggèrent que l'érosion n'est pas causée par des événements naturels mais par l'extraction de sable pour des travaux de construction (Figure 6). À Thiaroye-sur-Mer, le transport net de sé-



## Encadré 2. Sélection des scénarios de changement climatique

Plusieurs paramètres ont été pris en compte pour estimer les inondations et l'érosion côtières dans le cadre du changement climatique futur: l'évolution des émissions de CO<sub>2</sub>, l'année à laquelle la situation est évaluée et la coïncidence d'événements extrêmes, tels que les ondes de tempête.

### Voies de concentration représentatives

Les voies de concentration représentatives (RCP) représentent une gamme de trajectoires d'émissions futures possibles au cours du siècle, qui correspondent à une certaine augmentation du niveau du forçage radiatif total (W/m<sup>2</sup>) en l'an 2100 par rapport à la période préindustrielle.

Dans Governadap, deux RCP, qui représentent deux voies différentes d'émission de CO<sub>2</sub>, ont été appliqués: Le RCP4.5, qui est un scénario d'émissions moyennement faibles pouvant être considéré comme une voie médiane. Le second scénario est le RCP8.5, qui considère que les émissions continuent d'augmenter tout au long du 21<sup>e</sup> siècle. Le RCP8.5 est généralement considéré comme le scénario le plus pessimiste. Il convient de noter que jusqu'en 2050, les différences entre les PCR restent faibles. À partir de 2050, les trajectoires divergent et cette différence augmente avec le temps.

### Projections de l'élévation du niveau de la mer

Les projections de l'élévation du niveau de la mer induite par le climat dans le cadre des scénarios RCP4.5 et RCP8.5 sont tirées de Vousdoukas et al. (2017).

### Horizon temporel de l'évaluation

Deux horizons temporels ont été envisagés dans le projet Governadap: l'un jusqu'à l'année 2050, qui fournit des informations pouvant soutenir la planification de l'adaptation à court et moyen terme, et l'autre jusqu'à l'année 2100, qui permet de comprendre l'évolution potentielle de l'élévation du niveau de la mer et des inondations côtières à long terme.

### Période de retour des événements extrêmes

Les événements extrêmes sont généralement caractérisés par ce que l'on appelle une période de retour (TR). Les périodes de retour estiment l'intervalle de temps entre des événements de taille ou d'intensité similaire. Par exemple, on peut s'attendre à ce qu'une tempête extrême ayant une période de retour de 50 ans se produise une fois tous les 50 ans.

diments vers l'est est retenu par la digue construite, diminuant la disponibilité du sable à l'est, et augmentant le dépôt à l'ouest. Le résultat est une nouvelle zone générée par l'accrétion déclenchée par le brise-lames, qui a ensuite été urbanisée (Figure 7).

## 3. Cartographie des inondations et de l'érosion côtières sous l'effet du changement climatique

L'élévation du niveau de la mer due au changement climatique établit un nouveau scénario de base dans lequel les vagues et les marées peuvent augmenter, exacerbant ainsi l'inondation des

côtes. La manière de prendre en compte le changement climatique futur se fait à l'aide de scénarios climatiques, chacun d'entre eux étant défini par certains paramètres qui composent le niveau d'eau total associé (voir Encadré 2). La combinaison de ces paramètres fournit une gamme de cas, du plus optimiste au plus pessimiste. En d'autres termes, chaque scénario se reflète dans les composantes du niveau d'eau total (voir Encadré 1) et se traduit par un certain niveau de risque, qui implique, à son tour, différents résultats en matière d'inondation et d'érosion côtières. Aucun scénario socio-économique futur n'a été pris en compte dans l'évaluation.

<sup>2</sup> L'accrétion désigne l'inverse de l'érosion : le processus de sédimentation côtière sur une plage.

La population totale dans les zones inondées calculées a été étudiée à la fois pour la situation actuelle et pour des situations futures sous l'effet du changement climatique.

### 3.1. Inondations côtières sous l'effet du changement climatique

Le risque futur d'inondation côtière a été obtenu suite à la combinaison des paramètres présentés dans l'Encadré 2. Certains résultats concernant le risque d'inondation côtière sont illustrés dans la Figure 8: (i) le scénario de base, tel que présenté dans la section 2 ; (ii) le risque d'inondation côtière en 2050, qui tient compte d'un événement extrême avec une période de retour de 100 ans; (iii) un scénario pour l'année 2100 considérant le



Figure 8. Inondations côtières(en bleu) en 2050 et 2100 selon différents scénarios de changement climatique et par rapport au scénario de référence (risque d'inondation actuel).



Figure 9. Érosion côtière en 2050 et 2100 selon différents scénarios de changement climatique.

scénario intermédiaire (RCP4.5); et (iv) un scénario pour l'année 2100, considérant le pire des scénarios (RCP8.5), pour une période de retour de 100 ans.

En se concentrant sur les mêmes zones affectées par les risques actuels (scénario de base), les inondations potentielles observées sur la Grande Côte ne sont pas graves, même dans le pire des scénarios. Dans cette zone, la longue plage agit comme une barrière qui est capable d'arrêter les inondations de manière adéquate. La présence de dunes dans certaines zones renforce ce rôle protecteur de la côte.

Dans la zone du canal de Ngor, l'effet dans des conditions extrêmes, lié à des périodes de retour extrêmes, devient de plus en plus significatif, les zones inondées devenant plus grandes à mesure que les scénarios deviennent plus sévères. Bien que cette tendance soit

observée tout au long du littoral, elle est plus importante dans les zones plates.

Dans le cas du port de Dakar, bien que la zone affectée s'agrandisse avec des scénarios plus sévères, les inondations n'augmentent pas autant que dans le cas du canal de Ngor. L'élévation des zones entourant les installations portuaires est plus élevée et donc plus difficilement atteinte par l'action de la mer. L'étendue de l'inondation ne s'aggrave pas comme dans d'autres zones, même dans le scénario le plus extrême.

Enfin, dans la région de Mbao, les inondations suivent le même schéma. Les inondations profitent des plans d'eau déjà existants pour pénétrer à l'intérieur des terres. Ce phénomène est exacerbé dans le pire des cas, où la zone touchée s'étend aux alentours de ces plans d'eau.

### 3.2. Érosion côtière sous l'effet du changement climatique

Suivant le même principe que dans le cas de l'inondation côtière, les scénarios futurs d'érosion côtière sont estimés en considérant les vagues et les marées jusqu'à une certaine année, en intégrant les projections d'élévation du niveau de la mer. En conséquence, la Figure 9 présente le recul total qui se produirait dans le cadre de divers scénarios de changement climatique. Le recul total fait référence à la distance sur laquelle le littoral recule dans un scénario donné pour chaque profil analysé.

En 2050, dans le cadre du scénario intermédiaire (RCP4.5), la Grande Côte affiche des retraits nets plus importants. Sur la Petite Côte, le recul n'est pas aussi important mais il y a certaines zones où la largeur de la plage est très étroite, ainsi, certains petits retraits peuvent entraîner un pourcentage élevé de la plage perdue (Figure 9, en haut à gauche).

Le deuxième scénario prend en compte les effets d'un événement extrême d'une période de retour de 50 ans,

en plus de l'élévation du niveau de la mer (Figure 9, en haut à droite). En termes d'érosion, une période de retour de 50 ans est extrêmement élevée, ce qui signifie que l'érosion augmente considérablement. Dans une évaluation de l'érosion côtière comme celle-ci, les actions anthropiques potentielles et les effets locaux spécifiques, comme ceux observés dans les Figures 6 et 7, ne peuvent pas être inclus dans l'analyse, et donc, le résultat principal est la tendance naturelle générale observée à ce niveau régional. La troisième carte (Figure 9, en bas) présente la situation avec une période de retour de 50 ans (extrêmement élevée) et un horizon temporel jusqu'à 2100 (au lieu de 2050). La tendance observée est une réduction de l'extension des plages, notamment dans les zones où la largeur de la plage n'est pas très importante, comme sur la Petite Côte.

#### 4. Estimation de la population à risque et des dommages économiques dus aux inondations côtières

Une fois que l'analyse des risques côtiers a été développée et que les cartes d'inondation sont disponibles, la population exposée à ces risques côtiers peut être estimée, ainsi que les dommages monétaires résultant du risque d'inondation.

##### 4.1. Population exposée aux risques côtiers

La population totale vivant dans les zones inondées calculées a été étudiée à la fois pour la situation actuelle (scénario de base) et pour les différents scénarios climatiques considérés. Dans la situation actuelle, les résultats montrent que la population totale affectée par les inondations côtières à Dakar pourrait être comprise entre 1 500 et 2 000 personnes par an, sur une population de 2,98 millions d'habitants.<sup>3</sup>

Si l'on compare la population touchée selon les scénarios climatiques, le nombre de personnes affectées par les inondations côtières à Dakar devrait augmenter de 20% en 2050, et de 80 à 170% en 2100, selon la gravité du changement climatique futur.

**1500-2000**  
Personnes touchées annuellement par des inondations côtières

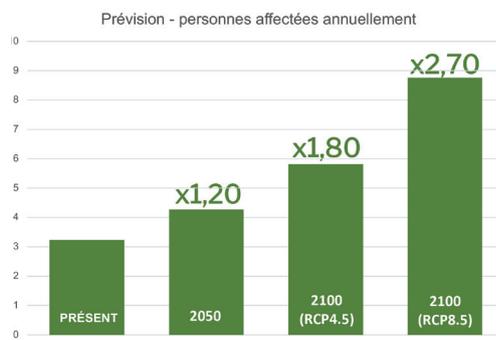


Figure 10. Prévision de la population annuelle affectée pour les quatre mêmes scénarios considérés dans l'évaluation de l'inondation côtière.

##### 4.2. Risque d'inondation côtière et dommages économiques

Les dommages économiques annuels actuels esperés concernant les bâtiments ont été obtenus en superposant les zones inondées et les informations sur les bâtiments construits, indépendamment des types de bâtiments, qui

Augmentation de 20% d'ici 2050...  
80% d'ici 2100...  
170% d'ici 2100 dans le pire des scénarios

**3-4 M<sub>USD</sub>**  
stock construit annuellement endommagé par des inondations côtières



AED – Dommages attendus annuellement

sont disponibles dans l'ensemble de données sur l'exposition globale de l'environnement bâti de l'ONU-SIPC. Les résultats suggèrent un dommage économique annuel total d'environ 3-4 millions USD en moyenne. Ce calcul est basé sur le risque côtier de base ainsi que sur l'évaluation des événements extrêmes, au moyen de périodes de retour.

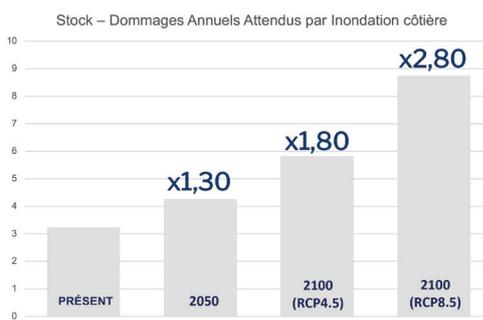


Figure 11. Dommages économiques annuels attendus (MS) pour les scénarios de référence et de changement climatique futurs.

Augmentation de 30% d'ici 2050...  
80% d'ici 2100...  
180% d'ici 2100 dans le pire des scénarios

Période de Retour (TR)	Stock endommagé (Millions de USD)			
	Présent	2050 RCP 4.5/8.5 Moyenne SLR	2100 RCP 4.5 Moyenne SLR	2100 RCP 8.5 Moyenne SLR
25	40-45	58-62	79-83	120-124
50	45-50	60-64	81-85	122-126
100	46-51	61-65	83-87	125-129

Figure 12. Dommages (MS) pour les scénarios de base et de changement climatique futurs sous plusieurs périodes de retour.

<sup>3</sup> World Urbanization Prospects 2018

Si l'on compare les dommages économiques selon les scénarios de changement climatique, on observe une augmentation de 30 % d'ici 2050. À la fin du siècle, les dommages attendus pourraient augmenter de 80 à 180 % selon le scénario d'élévation du niveau de la mer et dans l'hypothèse où aucune adaptation n'est entreprise (Figure 11).

Il est important de noter que l'utilisation de bases de données mondiales pour la population et les bâtiments présente certaines limites, notamment en ce qui concerne la précision des valeurs spécifiques. Néanmoins, elles peuvent fournir des approximations relativement bonnes qui nous permettent de comprendre l'ampleur, la fréquence et les tendances des impacts du changement climatique. En outre, ce type d'analyse nous permet de comprendre comment les dommages évoluent à mesure que le changement climatique s'aggrave.

Dans ce sens, les résultats montrent qu'un événement avec une période de retour de 100 ans dans le scénario de base devrait se produire plus fréquemment à l'avenir, une fois tous les 25 ans d'ici 2050, avec des dommages doublant presque d'ici 2100.

## Remarques finales

Les inondations et l'érosion côtières sont des problèmes graves dans de nombreuses régions du Sénégal, y compris dans la région de Dakar, et le changement climatique exacerbera ce risque. Les résultats présentés dans ce rapport doivent être considérés comme des estimations prudentes. Si d'autres aspects sont pris en compte, tels que la croissance démographique, la croissance économique dans la région et les futurs développements urbains, alors la population globale affectée et le niveau des dommages économiques devraient être beaucoup plus élevés que ces estimations ne le suggèrent.

Ces résultats constituent une étape préliminaire pour soutenir l'élaboration de stratégies de gestion des risques d'inondation. Le développement et l'application de stratégies, de voies et de mesures d'adaptation sont des facteurs clés qui ont le potentiel de modifier les tendances présentées dans ce rapport. En ayant une bonne compréhension des impacts, en réduisant l'exposition et la

vulnérabilité, nous sommes en mesure de réduire le risque. Si l'adaptation ne peut pas réduire la menace d'une tempête, elle a la capacité d'en diminuer ses conséquences, en réduisant le nombre de personnes touchées et les dommages économiques. L'élaboration de stratégies d'adaptation adéquates nécessitera un compromis entre toutes les parties prenantes: citoyens, collectivités territoriales et gouvernement national, secteurs public et privé, etc.

La méthodologie et les résultats présentés ici sont reproductibles dans d'autres villes africaines et extensibles à d'autres niveaux de gouvernement.

## Remerciements

Nous sommes très reconnaissants à la Ville de Dakar, notre partenaire institutionnel au niveau local, pour son soutien lors du développement du projet. Nous tenons également à remercier notre partenaire à Dakar, le Centre de Suivi Ecologique (CSE) pour son support technique, en particulier Ousmane BATHIERY.

Des **informations détaillées** sur les références et la méthodologie peuvent être trouvées dans Aniel-Quiroga et al. (à venir).

**Dépôt de données:** Les résultats du projet Governadapt, y compris les fichiers SIG, sont disponibles sur demande dans Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4749593>

**Divulgarion de l'utilisation de ces données:** Notez que les estimations sont intrinsèquement incertaines en raison des incertitudes dans les projections climatiques, le modèle de risque économique appliqué et les données d'entrée. Ainsi, les chiffres actuels ne doivent pas être interprétés comme des prédictions des impacts futurs pour Dakar, mais comme une référence des tendances de l'élévation du niveau de la mer et de ses impacts associés.

## Références

- Bâ, K., Wade, S., Niang, I., Trébossen, H., & Rudant, J.-P. (2007). *Cartographie radar en zone côtière à l'aide d'images multitemporales de l'ERS-2: application au suivi environnemental de la langue de barbarie et de l'estuaire du fleuve sénégal* coastal zone radar mapping with multitemporal ERS-2 SAR data: Application à la surveillance environnementale de la

langue de Barbarie et de l'estuaire du fleuve Sénégal.

- Bakhoum, P. W., Ndour, A., Niang, I., Sambou, B., Traore, V. B., Diaw, A. T., Sambou, H., & Ndiaye, M. L. (2017). *Mobilité du littoral de l'île de Gorée (Sénégal), de 1942 à 2011*. 7(1), 1-9.
- Bakhoum, P. W., Niang, I., Sambou, B., & Diaw, A. T. (2018). *Une péninsule en érosion côtière ? Dakar, la capitale sénégalaise face à l'élévation du niveau de la mer dans le contexte du changement climatique*. EWASH & TI Journal, 91-108. Dennis, K. C., Niang-Diop, I., & Nicholls, R. J. (1995). *Sea-Level Rise and Senegal: Potential Impacts and Consequences*. *Journal of Coastal Research* (pp. 243-261). Coastal Education & Research Foundation, Inc.
- DEEC, Direction de l'Environnement et des Établissements Classés, 2015. *Troisième Communication Nationale du Sénégal. À la Convention Cadre des Nations-Unies sur les Changements Climatiques (National Communication No. 3)*. Ministère de l'Environnement et du Développement Durable (MEDD), Dakar.
- Dennis, K. C., Niang-Diop, I., & Nicholls, R. J. (n.d.). *Sea-Level Rise and Senegal: Potential Impacts and Consequences*. In *Journal of Coastal Research* (pp. 243-261). Coastal Education & Research Foundation, Inc.
- Durand, P., Anselme, B., & Thomas, Y.-F. (2010). *L'impact de l'ouverture de la brèche dans la langue de Barbarie à Saint-Louis du Sénégal en 2003: un changement de nature de l'aléa inondation ? The impact of the opening of the breach in the Langue de Barbarie (Saint-Louis du Sénégal) in 2003: a change of flood hazards nature?* *Cybergeo*.
- Enríquez-de-Salamanca, Á. (2020). *Évolution de l'érosion côtière à Palmarin (Sénégal)*. *Journal of Coastal Conservation*, 24(2), 1-11.
- 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*.
- Huizinga, J., Moel, H. de, & Szweczyk, W. (2017). *Fonctions globales profondeur-dommages des inondations: Méthodologie et la base de données avec des lignes directrices*. Dans JRC.
- GIEC, 2012: *Résumé pour les décideurs. Dans: Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation* [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, et P.M. Midgley (eds.)]. *Rapport spécial des groupes de travail I et II du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, et New York, NY, USA, pp. 1-19.

- Miller, J. K., & Dean, R. G. (2004). A simple new shoreline change model. *Coastal Engineering*, 51(7), 531-556.
- Ndour, A., Laïbi, R. A., Sadio, M., Degbe, C. G. E., Diaw, A. T., Oyédé, L. M., Anthony, E. J., Dussouillez, P., Sambou, H., & Dièye, E. hadji B. (2018). Stratégies de gestion des problèmes d'érosion côtière en Afrique de l'Ouest: Analyse, enjeux et contraintes tirés des exemples du Sénégal et du Bénin. *Ocean and Coastal Management*, 156, 92-106.
- Niang, I., Dansokho, M., Faye, S., Gueye, K., & Ndiaye, P. (2010). Impacts des changements climatiques sur les zones côtières sénégalaises: Exemples de la péninsule du Cap Vert et de l'estuaire du Saloum. *Global and Planetary Change*, 72(4), 294-301.
- NIANG-DIOP, I. (1995). L'érosion sur la petite côte du Sénégal à partir de l'exemple de Rufisque. *Passé - Présent*.
- Futur [UNIVERSITE D'ANGERS UFR: ENVIRONNEMENT].
- Perez, J., Menendez, M., & Losada, I. J. (2017). GOW2: A global wave hindcast for coastal applications. *Coastal Engineering*, 124, 1-11.
- Toimil, A., Camus, P., Losada, I. J., Le Cozannet, G., Nicholls, R. J., Idier, D., & Maspataud, A. (2020). Modélisation de l'érosion côtière induite par le changement climatique sur des plages sableuses tempérées: Méthodes et traitement des incertitudes. *Earth-Science Reviews* (Vol. 202, p. 103110). Elsevier B.V.
- Toimil, A., Losada, I. J., Camus, P., & Díaz-Simal, P. (2017). *Gérer l'érosion côtière sous le changement climatique à l'échelle régionale*. *Coastal Engineering*, 128, 106-122.
- Vousdoukas, M. I., Voukouvalas, E., Annunziato, A., Giardino, A., & Feyen, L. (2016). Projections des niveaux extrêmes des ondes de tempête le long de l'Europe. *Climate Dynamics*, 47(9-10), 3171-3190.
- World Bank. (2013). *Economic and Spatial Study of the Vulnerability and Adaptation to Climate Change of Coastal Areas in Senegal*.



Ce travail a été développé avec le soutien financier de l'Agence Basque de Coopération, eLankidetzeta.

bc<sup>3</sup>

BASQUE CENTRE  
FOR CLIMATE CHANGE  
Klima Aldaketa Ikergai

Sustainability, that's it!

BC3 Policy Briefs report on research carried out at BC3 and have received only limited review. Views or opinions expressed herein are responsibility of the authors and do not necessarily represent those of the Basque Centre for Climate Change. BC3 Policy Briefs are available on the internet at <http://www.bc3research.org/policybriefings>.

This work is licenced under a Creative Commons Attribution - Non Commercial (CC-BY-NC) 4.0 International License. For any commercial use or queries please contact: [info@bc3research.org](mailto:info@bc3research.org)



MINISTERIO  
DE CIENCIA, INNOVACIÓN  
Y UNIVERSIDADES