

MAI 2020

EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR L'ÉROSION ET LES INONDATIONS CÔTIÈRES

au Bénin, en Côte d'Ivoire, en Mauritanie, au Sénégal et au Togo

Rapport technique



Nordic Development Fund



WORLD BANK GROUP

© 2020 Banque internationale pour la reconstruction et le développement / La Banque mondiale 1818 H Street NW, Washington, DC 20433 Téléphone : 202-473-1000 ; Internet : www.banquemondiale.org

Certains droits réservés.

Ce rapport n'a pas fait l'objet d'une évaluation par les pairs. Les observations, interprétations et conclusions qui y sont exprimées ne reflètent pas nécessairement les vues de la Banque mondiale, de son Conseil des administrateurs ou des pays que ceux-ci représentent. La Banque mondiale ne garantit pas l'exactitude des données citées dans cet ouvrage. Les frontières, les couleurs, les dénominations et toute autre information figurant sur les cartes du présent ouvrage n'impliquent de la part de la Banque mondiale aucun jugement quant au statut juridique d'un territoire quelconque et ne signifient nullement que l'institution reconnaisse ou accepte ces frontières.

EFFETS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR L'ÉROSION ET LES INONDATIONS CÔTIÈRES

au Bénin, en Côte d'Ivoire, en Mauritanie,
au Sénégal et au Togo

REMERCIEMENTS

Ce rapport technique a été établi à la demande du Programme de gestion du littoral ouest-africain (WACA) dans le cadre des pratiques de la Banque mondiale en matière d'environnement, de ressources naturelles et d'économie bleue. Le rapport a été élaboré par Angel Luis de Luque Söllheim (Spécialiste de la télédétection/du changement climatique) et Jacopo Scafura (Spécialiste du changement climatique) d'Acciona Ingeniería. Ces travaux s'appuient sur des rapports et des articles scientifiques publiés et qui portent sur le changement climatique en Afrique de l'Ouest. Le portail des connaissances sur le changement climatique de la Banque mondiale a constitué la principale source de données pour cette étude.

La rédaction du rapport a été encadrée par une équipe de la Banque mondiale dirigée par Junu Shrestha (Spécialiste principale de l'environnement), sous la supervision de Peter Kristensen (Spécialiste en chef de l'environnement), avec des apports techniques d'Ana Bucher (Spécialiste principale du changement climatique), de Nicolas Desramaut (Ingénieur principal en environnement) et de Yunziyi Lang (Analyste), ainsi que des révisions de Lelia Croitoru (économiste de l'environnement, consultante), Madjiguene Seck (Spécialiste Communications) et Zubair Qamar (Rédacteur technique). L'équipe remercie vivement Maria Sarraf (directrice sectorielle, Afrique de l'Ouest, environnement et ressources naturelles) pour ses recommandations d'ordre général.

La Banque mondiale tient à remercier le Fonds de développement nordique et le mécanisme de partenariat Corée-Banque mondiale pour avoir parrainé les analyses contenues dans ce rapport et les études de faisabilité connexes qui pourraient attirer des investissements structurants.

Photos: Vincent Tremeau pour la Banque mondiale

Design: Ndeye Diele Faye

RÉSUMÉ ANALYTIQUE

Selon le Cinquième rapport d'évaluation du GIEC, l'Afrique de l'Ouest qui s'étend de la Mauritanie au nord jusqu'au Nigéria au sud, constitue un foyer de risques associés au changement climatique et sera sans doute fortement affectée par le changement climatique au cours du XXI^e siècle et au-delà. En 2020, ce sont 75 à 250 millions de personnes qui, selon les estimations, seront particulièrement exposées aux impacts du changement climatique en Afrique ([MERF 2009](#)). Les projections en matière de changement climatique indiquent que la température pourrait augmenter de 0,5°C par décennie en Afrique de l'Ouest, entraînant une variabilité et une intensité accrues des précipitations ainsi qu'une accélération de l'élévation du niveau de la mer d'environ 1 mètre par siècle ([IPCC 2014](#)).

Malgré ces menaces, les impacts physiques et économiques potentiels du changement climatique pour les zones côtières de l'Afrique de l'Ouest n'ont pas encore été évalués de manière adéquate au niveau de chaque pays. Pour combler cette lacune, la Banque mondiale a entrepris la présente étude portant sur cinq pays de la région : **le Bénin, la Côte d'Ivoire, la Mauritanie, le Sénégal et le Togo**. L'étude vise à analyser la manière dont le changement climatique affectera les zones côtières et plus particulièrement à identifier les zones exposées et vulnérables de ces cinq pays. Ce résumé analytique présente les principales conclusions de l'étude.

L'étude présente les conditions et le changement climatique du littoral à l'échelle régionale, suivie d'une vue d'ensemble des régions côtières de chaque pays (structure géomorphologique de la zone et caractéristiques climatiques, notamment la température, les précipitations, les vents et les marées).

Les tendances historiques des trois paramètres climatiques clés (**températures, précipitations et élévation du niveau de la mer**) ont été analysées afin d'évaluer l'évolution du climat au cours des dernières décennies. Les données actualisées des séries chronologiques de 1950 à 2016 concernant les températures et les précipitations ont été recueillies auprès des stations météorologiques de chaque pays et les séries mensuelles sur l'élévation du niveau de la mer ont été fournies par le portail des connaissances sur le changement climatique de la Banque mondiale. Les séries de données de réanalyse ERA-Interim ont permis de constater les anomalies et les variabilités des principaux paramètres climatiques au cours des dix dernières années.

Les projections pour ces trois paramètres ont été modélisées sur trois horizons temporels (2030, 2050 et 2100)¹ puis comparées à la période de référence (1986-2005).² Pour chaque paramètre et chaque horizon temporel, nous avons utilisé deux profils représentatifs d'évolution de concentration (RCP), soit le RCP 4,5 et le RCP 8,5, permettant ainsi d'illustrer le degré de changement entre les deux profils auxquels il est le plus souvent fait référence. Les données de la cinquième phase du projet de comparaison des modèles couplés (CMIP5), tirées du portail des connaissances sur le changement climatique de la Banque mondiale, ont servi à évaluer les changements potentiels sur les trois principaux paramètres dans les deux RCP retenus.

Enfin, l'étude présente une évaluation de la manière dont le changement climatique affectera

¹ Horizons temporels : 2020-2039, 2040-2059 et 2080-2099.

² Les périodes exactes varient légèrement en fonction de la disponibilité des données.

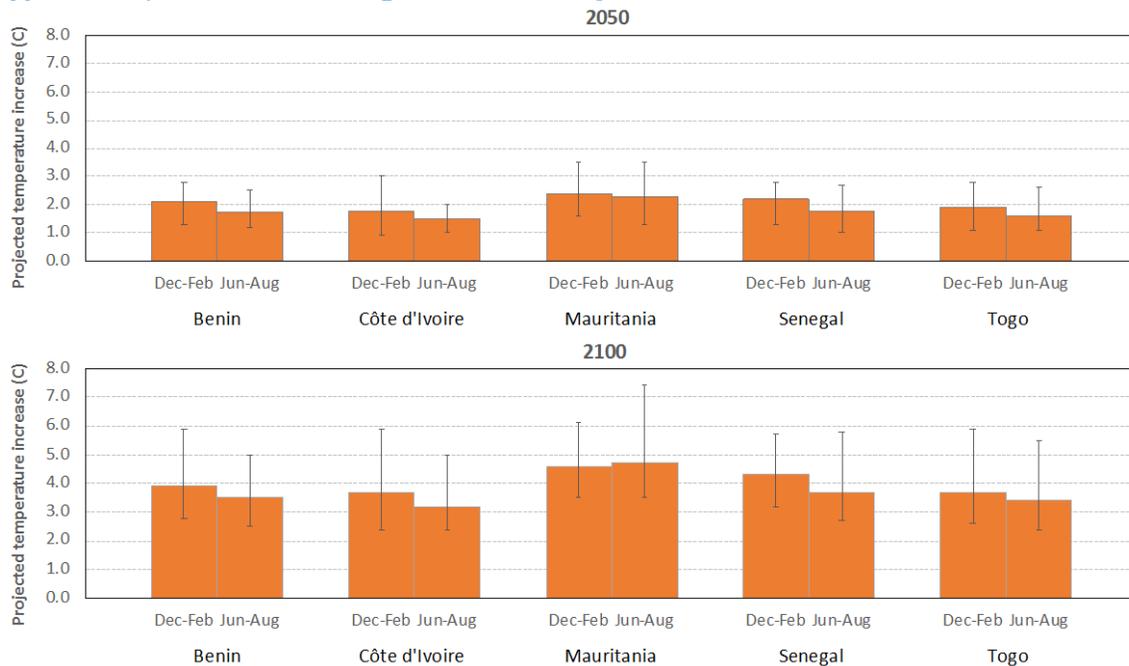
le littoral à travers l'analyse de deux risques naturels : **l'érosion côtière et les inondations du littoral**. Il s'agit des deux phénomènes les plus courants qui se produisent déjà le long des côtes de ces pays. Or, ils seront accentués par les effets du changement climatique. La position du littoral sur la période 1984-2015 a été évaluée à l'aide des images Landsat et Sentinel puis elle a fait l'objet de projections sur les trois horizons temporels afin d'obtenir une estimation de l'érosion côtière potentielle. Concernant l'évaluation des inondations côtières, des cartes des zones côtières exposées aux inondations ont été générées par des simulations basées sur des données projetées pour l'élévation du niveau des mers, combinées à des données numériques d'élévation à résolution spatiale de 90 mètres recueillies par interférométrie radar au cours d'une mission topographique de la navette spatiale Endeavour (SRTM). La production de cartes spatiales a permis l'identification et l'analyse des principales

zones exposées de chaque pays. La section qui suit présente un résumé des **résultats** de l'étude.

a) **Les projections sur le changement climatique** par rapport à la période de référence 1986-2005 donnent les résultats suivants pour les trois paramètres :

Températures. Un réchauffement global dans l'ensemble des cinq pays est attendu (voir la figure 1). En effet, selon le RCP8,5, les températures en Afrique de l'Ouest devraient augmenter de 2°C à l'horizon 2050 et de près de 4°C à l'horizon 2100, avec une augmentation d'environ 4,6°C en Mauritanie à l'horizon 2100. Il est prévu une hausse plus importante des températures pendant les mois d'hiver (décembre à février) comparativement à ceux d'été (juin à août), à l'exception de la Mauritanie où les mois d'hiver seraient plus chauds que les mois d'été.

(i) **Projections des changements de températures selon le RCP8,5**

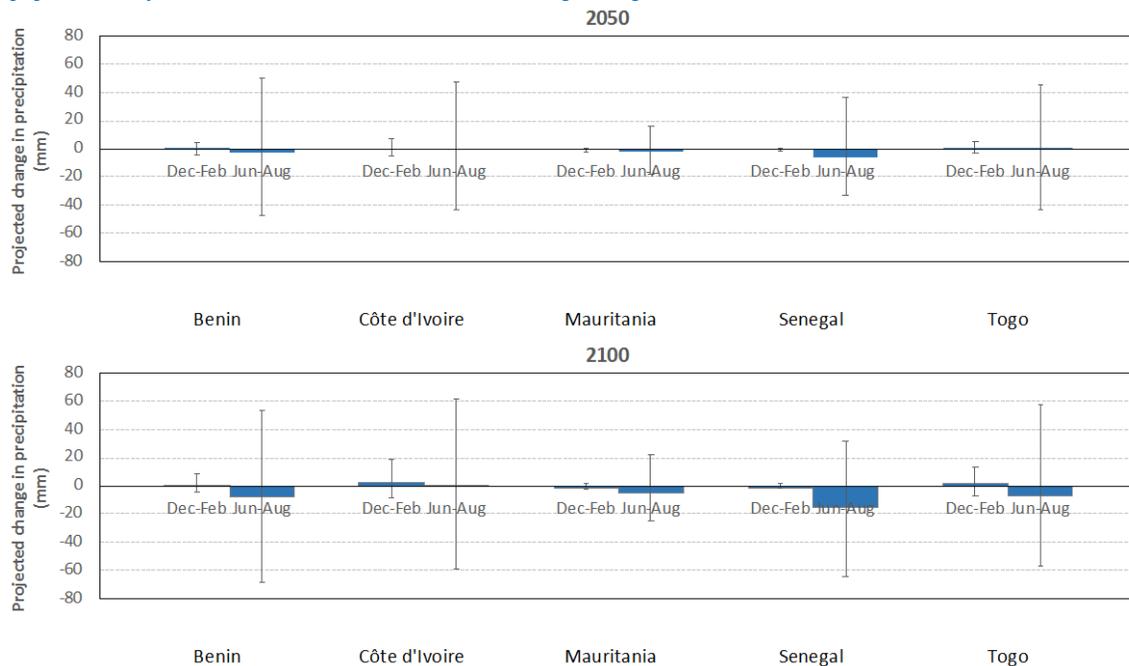


Les barres verticales représentent les plages de valeurs.

Précipitations. Les projections des précipitations sont caractérisées par une forte variabilité qui rend les prévisions incertaines. Les projections font état d'une baisse globale des précipitations dans tous les pays à

l'exception de la Côte d'Ivoire,³ ainsi que le raccourcissement des saisons des pluies au cours de l'année. Bien que les pluies devraient être moins fréquentes, des précipitations extrêmes auront tendance à se produire plus souvent.⁴

(ii) Projections des modifications des précipitations selon le RCP8,5



Les barres verticales représentent les plages de valeurs.



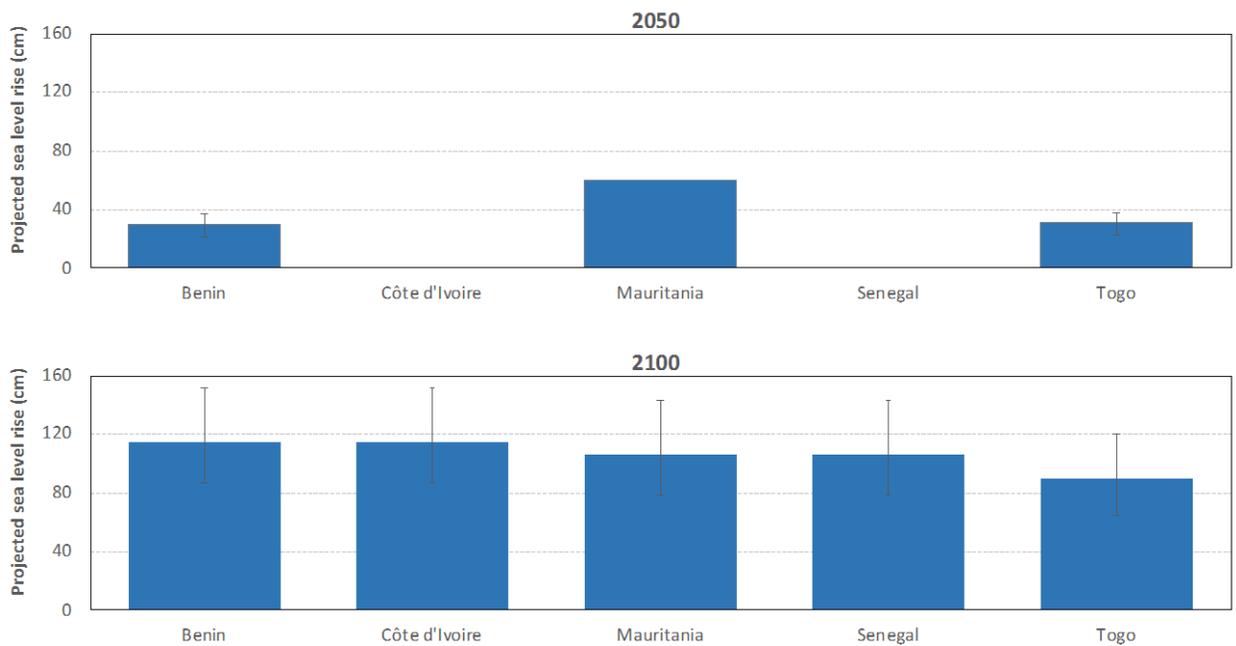
³ Les projections pour l'an 2100 indiquent une hausse des précipitations en Côte d'Ivoire.

⁴ Les informations relatives aux occurrences futures et à l'intensité des ondes de tempête et autres phénomènes extrêmes sont insuffisantes. Bien que de nombreux rapports soulignent que ces événements se produiront plus souvent et avec une plus grande intensité, il n'existe aucune preuve détaillée sur l'ampleur exacte et la période de retour de ces phénomènes à l'avenir.

Élévation du niveau de la mer. À l'horizon 2030, la Mauritanie et le Sénégal risquent de connaître une élévation du niveau de la mer de 0,18 m. Sur cette même période, la Côte d'Ivoire, le Togo et le Bénin pourraient connaître une élévation de 0,1 m. D'ici 20150, le niveau de la mer en Mauritanie et au Sénégal pourrait s'élever de 0,6 m contre 0,3 m en Côte d'Ivoire, au Bénin et au Togo. Une élévation de plus de 1 m est prévue dans tous les pays d'ici la fin du siècle. L'élévation du niveau de la mer est définie de façon précise dans les rapports du GIEC à l'échelle du globe, mais elle est mal cernée au niveau local, notamment dans certains pays africains. Les rares études de

recherche et rapports gouvernementaux disponibles ont été utilisés pour obtenir des informations sur les projections relatives à l'élévation du niveau de la mer dans les différents pays. En raison des lacunes importantes en matière de données sur l'élévation du niveau de la mer en Afrique de l'Ouest, il est difficile de générer des projections avec un degré de confiance élevé. La plus forte hausse, estimée à 1,15 m d'ici la fin du siècle, devrait se produire au Bénin et en Côte d'Ivoire. Voir la figure 3 ci-dessous pour les projections relatives à l'élévation du niveau de la mer selon le RCP8,5.

(iii) **Élévation prévue du niveau de la mer selon le RCP8,5**



Les barres verticales représentent les plages de valeurs. Les données de la Côte d'Ivoire et du Sénégal ne sont pas disponibles pour l'horizon 2050.

Une étude bibliographique approfondie a été effectuée pour recueillir des informations sur les zones côtières des cinq pays ainsi que sur les tendances climatiques historiques, afin de modéliser des projections climatiques. Les informations sont synthétisées puis utilisées pour produire des cartes illustrant les risques futurs liés au changement climatique pour les zones côtières des cinq pays.

b) Futurs risques naturels :

Érosion. L'érosion côtière est influencée par de multiples facteurs, notamment les facteurs naturels (par exemple, l'élévation du niveau de la mer, la configuration des vents, les changements bathymétriques en mer) ainsi que les activités humaines (par exemple, la construction d'infrastructures portuaires, les barrages sur les fleuves, l'extraction de sable). Dans l'ensemble, les zones qui seront sans doute les plus touchées par l'érosion sont celles situées au sud du port de Nouakchott (perte probable de 40,6 km² d'ici 2100), à l'est de Lomé (perte de 17,4 km² pour la même période) et à l'est de Cotonou (12,9 km²). Parmi les autres zones à risque figurent Grand-Popo au Bénin, Abidjan et la Lagune Popo en Côte d'Ivoire, Jreida en Mauritanie et la côte togolaise proche du Bénin.

Inondations. L'étude identifie les zones d'inondation potentielle pour différents scénarios appliqués à l'élévation du niveau de la mer, aux marées et aux événements extrêmes. Si l'on tient compte uniquement de l'élévation du niveau de la mer, le total des zones potentiellement inondables dans les cinq pays est estimé à environ 6 650 km² à l'horizon 2100, dont 5 260 km² en Mauritanie et au Sénégal réunis, 800 km² en Côte d'Ivoire et 590 km² au Togo et au Bénin réunis. Toutefois, lorsque les effets des marées et des phénomènes extrêmes sont pris en compte, les zones d'inondation potentielle sont plus importantes. Les sites les

plus exposés aux inondations comprennent les lagunes du Mono et du Kouffo au Bénin, la zone comprise entre Abidjan et la frontière avec le Ghana en Côte d'Ivoire, les zones urbaines de Nouakchott et Nouadhibou en Mauritanie, les villes de Saint-Louis, Dakar et la région de Casamance au Sénégal et enfin l'environnement côtier de Lomé au Togo. Voir le tableau 1 pour les zones à risque et vulnérables à l'érosion et aux inondations dans les pays respectifs.

c) Conséquences possibles d'une inondation permanente :

L'étude a permis d'évaluer l'impact probable des inondations et de l'érosion sur les conditions socio-économiques des zones côtières des cinq pays. Les effets combinés de l'élévation du niveau de la mer et des marées hautes maximales prévues pour 2050 et 2100 sont considéré comme la pire situation d'inondation permanente possible. Selon le RCP8,5, les zones d'inondation (l'ensemble des zones urbaines et rurales concernées) s'étendraient sur environ 7 231 km² en 2050 comparativement à l'année de référence 2015. Dans tous les pays, les zones rurales seront probablement les plus touchées (60 % de la superficie totale). La Mauritanie serait le pays le plus vulnérable, avec 76% de la superficie totale des terres inondables. À l'horizon 2100, on estime la zone d'inondation permanente à environ 9 806 km² par rapport à l'année de référence 2015. Les projections relatives à l'utilisation des terres touchées en 2100 sont similaires à celles de 2050. Il apparaît que les écosystèmes côtiers tels que les mangroves et les terres humides seront fortement exposés aux inondations dues à la hausse du niveau de la mer. De même, l'interconnexion du réseau routier, les ports et les terres arables pourraient être affectés, ce qui entraînerait de graves incidences négatives sur les moyens de subsistance locaux.

(i) Zones côtières exposées à l'érosion et aux inondations						
Bénin	Ouest (BJ1-a, BJ1)	Centre-Ouest (BJ1-c, BJ2-a)	Centre-Est (BJ2-b, BJ2-c, BJ2-d)	Est (BJ2-e)		
Côte d'Ivoire	Cap des Palmes-Sassandra	Sassandra-Abidjan	Abidjan-frontière du Ghana			
Mauritanie	Nouakchott	Nouadhibou				
Sénégal	Rufisque-Bargny	Saint-Louis	Saly Portudal	Casamance		
Togo	Zone 1 (TG1-a, TG-1b)	Lomé	Zone 2 (TG1-c)	Zone 3 (TG1-d)	Zone 4 (TG1-e)	Zone 5 (TG1-frontière du Bénin)

Conclusion et recommandations

Cette étude regroupe des informations pertinentes sur le changement climatique dans cinq pays d'Afrique de l'Ouest afin de décrire de manière organisée et quantitative les changements potentiels intervenant dans le climat côtier, à savoir la température, les précipitations et l'élévation du niveau de la mer, ainsi que les aléas liés à ces phénomènes (inondations et érosion). Elle met en lumière la magnitude des risques potentiels sur les zones côtières et fournit des cartes des zones à risque dans chaque pays à différents horizons temporels et selon deux RCP différents. Cette analyse synthétique souligne la nécessité de mener des études et de collecter des

données au niveau local en ce qui concerne l'élévation du niveau de la mer, les précipitations et les phénomènes extrêmes tels que les ondes de tempête. Seule une analyse préliminaire des types d'utilisation des terres susceptibles d'être affectés par les dangers a été réalisée dans le cadre de l'étude. Il s'agit donc de la compléter par une analyse approfondie des impacts socio-économiques qui permettrait une évaluation quantitative plus fiable des projections de pertes de terres le long de la côte. Voir le tableau 2 pour un résumé des principales conclusions par pays et le tableau 3 pour une identification détaillée des insuffisances et des recommandations.



(ii) Résumé des principales conclusions

	Changement climatique observé			Projections sur le changement climatique			Risques associés au changement climatique	
	Température	Précipitations	Élévation du niveau de la mer	Températures	Précipitations	Élévation du niveau de la mer	Érosion	Inondations
Bénin	Augmentation de la température annuelle moyenne de près de 0,5°C entre 1979 et 2016.	Diminution générale des précipitations de 0,2 mm/an sur la période 1950-2016 à la station de Porto Novo. A partir de 1979, une augmentation de 0,2 mm/an a été observée et de ±0,3 mm/an avec une grande incertitude	Hausse de 0,25 cm/an sur la période 1992-2017 telle qu'enregistrée par les satellites de l'ESA.	D'ici le milieu du siècle, il est prévu une hausse des températures moyennes de 1,3°C selon le RCP4,5 et de 2,1°C selon le RCP8,5. Le réchauffement sera plus important pendant les mois d'hiver que ceux d'été.	Les projections indiquent une diminution au cours du siècle pendant les mois d'été mais en hiver, une légère hausse est attendue.	D'ici la fin du siècle, le niveau de la mer devrait augmenter de 81 cm dans une plage comprise entre 75 et 152 cm.	Les zones susceptibles d'être les plus touchées sont la zone ouest du littoral, plus particulièrement les villes de Hillacondji et de Grand-Popo. Les zones d'Azizacoue-Abouta, de Djomehountin à Cotonou, ainsi que la zone frontalière avec le Nigéria sont également menacées.	Il est attendu que les inondations soient plus fréquentes et plus intenses. Les sections du littoral les plus exposées sont les zones ouest et centre-ouest. Dans ce rapport, C'est la zone périphérique de Cotonou qui a été analysée.
Côte d'Ivoire	Augmentation de la température annuelle moyenne de près de 0,7°C au cours de la période 1979-2016.	Diminution des précipitations de 0,5 mm/an sur la période 1950-2016 à la station de l'aéroport d'Abidjan. On constate une diminution de 0,1 mm/an sur la période 1979-2016. Ces données présentent une grande variabilité et un degré élevé d'incertitude dans les tendances.	Hausse d'environ 0,32 cm/an sur la période 1992-2017 selon les mesures par satellite de l'ESA.	Il est prévu une augmentation de la température annuelle moyenne de 1,9°C selon le scénario à émissions élevées RCP8,5	Les précipitations annuelles moyennes pourraient connaître une baisse de 1,38 à 3,57 mm en 2050 selon le RCP4,5 et de 0,5 à -0,7 mm selon le RCP8,5.	Il est attendu une hausse du niveau de la mer de 30 cm à l'horizon 2070 et de 95 cm à l'horizon 2100 selon le RCP4,5. Le niveau augmenterait de 115 cm à l'horizon 2100 selon le RCP8,5.	D'ouest en est, la première section du littoral est stable. De Sassandra à Abidjan, le trait de côte est fortement exposé à l'érosion. D'autres zones concernées sont, les zones de Grand Lahou, la Lagune Popo et San Pedro.	Les fortes précipitations le long du littoral et l'élévation du niveau de la mer entraînent de fréquentes inondations, notamment entre Abidjan et la frontière avec le Ghana.

Mauritanie	Augmentation de la température annuelle moyenne de près de 0,9°C sur la période 1979-2016.	Aucune tendance claire n'a été observée en matière de précipitations. Alors qu'on constate une diminution de 0,04 mm/an sur la période 1950-2016, une tendance positive de +0,5 mm/an est observée sur la période 1979-2016.	Selon les données de l'ESA, une augmentation de 0,32 cm/an est mesurée sur la période 1992-2007.	Selon le RCP8.5, les températures devraient augmenter de 2,3°C d'ici 2050 et de 4,6°C d'ici 2100.	Les précipitations devraient diminuer de 2 mm à l'horizon 2050 selon le RCP 8.5.	Il est prévu une hausse du niveau de la mer pouvant atteindre 60 cm d'ici le milieu du siècle selon le RCP8.5.	Les zones littorales sableuses et de faible altitude seraient gravement touchées, principalement au sud du port de Nouakchott, dans la région de Jreida et sur le littoral de Nouadhibou.	Le trait de côte sera constamment exposé au risque d'inondation car les phénomènes météorologiques exceptionnels se produiront plus fréquemment. Les zones urbaines comme Nouakchott et Nouadhibou seront vulnérables face aux inondations côtières.
Sénégal	Augmentation de la température annuelle moyenne de près de 0,8°C sur la période 1979-2016.	La station de Dakar observe une diminution globale de 0,8 mm/an sur la période 1950-2016. À partir de 1979, une augmentation de 0,9 mm/an est notée.	Une augmentation de 0,25 cm/an est enregistrée par les satellites de l'ESA sur la période 1992-2017.	Selon le RCP8.5, les températures devraient augmenter de 1,3 à +2,7°C d'ici 2050 et de 4,3°C d'ici 2100.	Une tendance générale à la baisse des précipitations est probable. Toutefois, il est difficile de conclure avec précision.	Les projections relatives à l'élévation du niveau de la mer montrent une augmentation de plus de 1 m d'ici la fin du 21 ^e siècle.	Les zones les plus vulnérables sont N'Dar Toute-Saint-Louis, Fas Boue, Boro Deunde, Kayar, M'Bour-Saly Portudal, Kafoutine-Casamance, Ngalou Sam Sam, Palmarin et Djiffèr.	Zones d'altitude relativement basse. Les zones les plus exposées sont les villes de Saint-Louis et de Dakar, ainsi que la région de la Casamance.
Togo	Augmentation de la température annuelle moyenne de près de 0,5°C sur la période 1979-2016.	Diminution de 0,1 mm/an sur la période 1950-2016. Tendance positive sur la période 1979-2016, avec une augmentation de 0,3 mm/an.	Une élévation du niveau de la mer d'environ 0,25 cm/an sur la période 1992-2017 selon les mesures des satellites de l'ESA.	Selon le RCP8,5, les températures devraient augmenter de 1,1 à 2,8°C d'ici 2050 et de 2,5 à 5,6°C d'ici la fin du siècle.	Les changements prévus en matière de précipitations présentent une forte variabilité et une grande incertitude. On constate une augmentation pendant les mois d'hiver et une diminution pendant les mois d'été.	Le niveau de la mer devrait monter de 31 cm à l'horizon 2050 selon le RCP8.5.	Le littoral sera presque entièrement touché par l'érosion. Les secteurs les plus vulnérables sont les secteurs TG1-c, TG1-d et TG1-e. Les zones les plus susceptibles d'être touchées sont identifiées au sud de Lomé et à la frontière avec le Bénin.	Le risque d'inondation sera élevé sur tout le littoral, principalement dans la partie basse de la ville de Lomé et dans le secteur TG1-c.

	Principales conclusions	Insuffisances et contraintes	Contribution principale	Recommandations pour les études futures
Caractéristiques générales du climat	La Mauritanie et le Sénégal connaissent une longue saison sèche (novembre-mai) avec des températures douces à élevées (22 à 32°C) et une courte saison des pluies en été (juillet-septembre). Les vagues de 1,2 à 1,7 m proviennent principalement du nord-ouest. Les trois autres pays ont une longue saison des pluies (avril-octobre) avec des températures chaudes toute l'année (24 à 32 °C) et des vagues de 1,2 m venant principalement du sud.	Les informations sur la direction et l'ampleur des vents et des houles, les marées et les courants sont généralement peu détaillées. C'est également le cas pour les informations sur les ondes de tempête et les précipitations extrêmes.	Une description des principales caractéristiques du climat (configuration des températures et des précipitations, géomorphologie côtière, régime des vents, conditions océaniques) est fournie au niveau régional et est analysée pour chaque pays. Grâce aux données ERA-Interim, le spectre directionnel des vagues a été généré pour chaque pays afin de montrer la fréquence et la hauteur significative des vagues provenant de différentes directions.	Il est nécessaire de mener des études supplémentaires sur les phénomènes climatiques extrêmes tels que les ondes de tempête et les précipitations extrêmes.
Changements climatiques observés	Une augmentation générale de la température et une élévation du niveau de la mer ont été observées au niveau régional et au niveau de chaque pays. Avec une plus grande variabilité des données, une diminution générale des précipitations a également été constatée dans la zone d'étude.	La forte variabilité observée au niveau des données historiques sur les précipitations constitue une contrainte importante pour l'analyse de l'évolution des précipitations au cours des décennies. Des études relatives aux ondes de tempête et aux précipitations extrêmes font également défaut.	Des données observées sur la température et les précipitations ont été collectées et traitées à partir des séries de données ERA-Interim et des principales stations météorologiques des villes côtières. Les données portant sur le niveau de la mer ont été obtenues du Portail des connaissances sur le changement climatique, puis ont été transformées en tendances annuelles et analysées. Les plateformes de données sur les risques ont fourni les périodes de retour et les anomalies du niveau de la mer liées aux ondes de tempête et aux précipitations extrêmes.	Des études additionnelles s'imposent sur les phénomènes climatiques extrêmes intervenus dans le passé et sur l'interprétation de la forte variabilité des précipitations et des vagues.
Changements climatiques futurs	La température et l'élévation du niveau de la mer devraient augmenter, tandis que les projections des précipitations, qui sont censées diminuer, montrent une grande variabilité, ce qui ne permet pas de tirer des conclusions fiables.	Bien que de nombreuses études soient disponibles sur l'élévation du niveau de la mer au niveau mondial, un déficit important de données a été constaté aux niveaux régional et national. Les données sont insuffisantes pour divers horizons temporels et scénarios (notamment le RCP4,5). Des recherches sont en cours en matière de projection des événements extrêmes comme les ondes de tempête et les précipitations. Il est donc difficile de trouver des résultats fiables pour des régions précises.	La plupart des données de projection des principaux paramètres climatiques ont été fournies par le Portail des connaissances sur le changement climatique de la Banque mondiale, mais également par des rapports scientifiques et autres documents nationaux et internationaux. Ces données sont présentées sous forme de tableaux et les résultats ont été analysés pour chaque paramètre climatique.	Pour mieux comprendre les changements futurs de l'élévation du niveau de la mer, des ondes de tempête et des phénomènes climatiques extrêmes, des études supplémentaires devront être menées aux niveaux régional et national.
Risques naturels associés au changement climatique	L'élévation du niveau de la mer, la hausse des températures et l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des phénomènes climatiques extrêmes vont amplifier le phénomène d'érosion et générer davantage d'inondations le long du littoral de tous les pays analysés. Ces effets seront intensifiés par l'intervention humaine dans les zones côtières.	Absence d'études actualisées relatives à l'influence des événements climatiques extrêmes tels que les ondes de tempête, les vents extrêmes et les précipitations sur l'érosion et les inondations côtières dans la région.	La description des phénomènes d'érosion et d'inondation côtières au niveau régional et leur analyse plus approfondie au niveau national ont été réalisées. Pour chaque pays, les zones les plus exposées ont été identifiées et une analyse des impacts a été présentée. Des cartes de l'érosion (pour la Mauritanie et le Sénégal) et des inondations côtières (pour chaque pays) ont été générées pour montrer les effets de ces phénomènes en fonction des trois horizons temporels et des deux scénarios climatiques.	Il serait souhaitable de réaliser un plus grand nombre d'études afin d'évaluer les incidences potentielles des risques climatiques extrêmes sur l'érosion côtière et les inondations.

Principaux paramètres climatiques appliqués aux études des zones côtières

Les principaux paramètres du changement climatique retenus par les rapports du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) sont : la température, les précipitations et l'élévation du niveau de la mer. Outre ces paramètres clés, certains phénomènes extrêmes, tels que les ondes de tempête et les inondations, ont également été analysés en tenant compte du débordement des cours d'eau intérieurs lors de précipitations extrêmes et des marées hautes qui sont susceptibles d'accroître les effets de l'élévation du niveau de la mer. Lors de tels événements graves, les précipitations sont également un facteur provoquant le débordement des cours d'eau et l'accumulation des eaux de

pluie dans les zones côtières à basse altitude. Par conséquent, lorsque cette situation est associée aux marées hautes et aux ondes de tempête, les effets négatifs de l'élévation du niveau de la mer sont renforcés. En résumé, les paramètres clés analysés dans les zones côtières sont les suivants :

- Températures (changements moyens et évolution)
- Régime des précipitations (changements moyens et évolution)
- Élévation du niveau de la mer (changements moyens)
- Conditions océaniques (changements moyens et évolution des phénomènes extrêmes)

