



OMVS
ORGANISATION POUR
LA MISE EN VALEUR
DU FLEUVE SÉNÉGAL



BANQUE MONDIALE

REVISION DU SCHEMA DIRECTEUR D'AMENAGEMENT ET DE GESTION DES EAUX DU FLEUVE SENEGAL A L'HORIZON 2050

Plan d'Investissement Climat





Version Provisoire – Décembre 2022

BRL
Ingénierie



CSE
Centre de Suivi Ecologique

IRD Institut de Recherche
pour le Développement
FRANCE

	<p>BRL ingénierie</p> <p>1105 Av Pierre Mendès-France BP 94001 30001 NIMES CEDEX 5</p>
	<p>Centre de Suivi Ecologique</p> <p>Fann Résidence, Rue Leon Gontron Damas, BP : 15532 DAKAR, SENEGAL</p>

Date du document	9 décembre 2022
Contact	Julien Verdonck

Titre du document	Plan d'Investissement Climat du BFS
Référence du document :	
Indice :	V1

Date émission	Indice	Observation	Dressé par	Vérifié et Validé par
09/12/2022	V1	Version provisoire, soumise à l'atelier régional de validation	LDO, CBA	JVE

REVISION DU SCHEMA DIRECTEUR D'AMENAGEMENT ET DE GESTION DES EAUX DU FLEUVE SENEGAL A L'HORIZON 2050

Plan d'Investissement Climat

RÉSUMÉ ANALYTIQUE	1
1 VULNERABILITÉ DU BASSIN DU FLEUVE SÉNÉGAL FACE AUX RISQUES CLIMATIQUES	3
1.1 UN BASSIN A FORT POTENTIEL MAIS QUI RESTE FRAGILE	3
1.2 VULNERABILITE DU BASSIN FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE	6
1.3 LES ACTEURS, OUTILS ET CADRE REGLEMENTAIRE DE LA LUTTE CONTRE LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE DANS LE BASSIN	7
2 CADRAGE DE LA STRATÉGIE D'ÉLABORATION DU PLAN D'INVESTISSEMENT CLIMAT	10
2.1 STRATEGIE D'ELABORATION DU PIC	10
2.2 METHODE DE SELECTION DES ACTIONS DU PIC	15
2.2.1 Définitions de critères de sélection des actions	15
2.2.1.1 Objectifs.....	15
2.2.1.2 Les critères de sélection	15
2.2.2 Justification des actions sélectionnées	22
3 PLAN D'INVESTISSEMENT CLIMATIQUE VISANT À RENFORCER LA RÉSILIENCE CLIMATIQUE DANS LE BASSIN DU FLEUVE SÉNÉGAL	24
3.1 PRESENTATION ET ARCHITECTURE.....	24
3.2 MESURES SELECTIONNEES	26
3.3 RESULTATS ET IMPACTS ATTENDUS DU PIC -	33
3.3.1 Résultats attendus et suivi de la mise en œuvre	33
3.3.2 Programme d'évaluation	34
3.4 STRATEGIE DE MISE EN ŒUVRE	34
3.4.1 Leçons apprises du SDAGE 2010.....	34
3.4.2 Cadre institutionnel de mise en œuvre du PIC	35
3.4.2.1 Cellule PIC à l'OMVS.....	35
4 FINANCEMENT DU PLAN D'INVESTISSEMENT CLIMAT	38
4.1 COUT DU PLAN D'INVESTISSEMENT CLIMAT	38
4.2 SOURCES ET MECANISMES DE FINANCEMENTS	38
5 PROCHAINES ÉTAPES	40
ANNEXES	41
Annexe 1. Synthèse des impacts climatiques et hydrologiques du changement climatique	43

Annexe 2. Vulnérabilité des populations, écosystèmes et activités économiques du bassin face au changement climatique	68
Annexe 3. Définition des concepts sous-tendant les stratégies de lutte contre les effets du changement climatique	87

TABLE DES ILLUSTRATIONS

LISTE DES FIGURES

Figure 1-1 : Sous-bassins du fleuve Sénégal	4
Figure 1-2 : Index de vulnérabilité au changement climatique (ND Gain 2022).....	6
Figure 2-1 : Schéma de définition du risque climatique et des stratégies de renforcement de la résilience au changement climatique.	12
Figure 3-1 : Cadre institutionnel de mise en œuvre du PIC	36
Figure 3-2 : Cadre de suivi évaluation du PIC	37
Figure 6-1 : Sous-bassins du fleuve Sénégal	43
Figure 6-2 : Occupation du sol du bassin	44
Figure 6-3 : Zones climatiques du Bassin du Fleuve Sénégal.....	46
Figure 6-4 : Carte de densité des populations dans le bassin du fleuve Sénégal.....	47
Figure 6-5 : Pôles économiques et transport multimodal dans le bassin	48
Figure 6-6 : Evolution des précipitations moyennes interannuelles à l'échelle du BFS selon les scénarios du changement climatique et résultats des moyennes des 9 modèles	59
Figure 6-7 : Projections des pluies (mm) à l'échelle du BFS selon le scénario RCP 4.5 à l'horizon 2100 pour 9 modèles de circulation régionale.....	59
Figure 6-8 : Projections des pluies (mm) à l'échelle du BFS selon le scénario RCP 8.5 à l'horizon 2100 pour 9 modèles de circulation régionale.....	60
Figure 6-9 : Diagrammes de précipitations mensuelles (mm) à l'échelle du BFS pour les scénarios RCP 4.5 et 8.5 et aux horizons 2050 [2035-2065] et 2080 [2065-2095], pour les 9 modèles de circulation régionale	61
Figure 6-10 : Evolution de l'ETP moyenne interannuelle à l'échelle du BFS selon les scénarios du changement climatique et résultats des moyennes des 9 modèles.....	62
Figure 6-11 : Projections de l'ETP (mm) à l'échelle du BFS selon le scénario RCP 4.5 à l'horizon 2100 pour 9 modèles de circulation régionale.....	63
Figure 6-12 : Projections de l'ETP (mm) à l'échelle du BFS selon le scénario RCP 8.5 à l'horizon 2100 pour 9 modèles de circulation régionale.....	64
Figure 6-13 : Diagrammes de l'ETP (mm) à l'échelle du BFS pour les scénarios RCP 4.5 et 8.5 et aux horizons 2050 [2035-2065] et 2080 [2065-2095], pour les 9 modèles de circulation régionale	64
Figure 6-14 : Evolution du bilan hydrique selon les scénarios du changement climatique et résultats des 9 modèles utilisés	66
Figure 6-15 : Visualisation du bilan hydrique selon les scénarios de changement climatique	66
Figure 6-16 : Diagrammes du Bilan P-ETP (mm) à l'échelle du BFS pour les scénarios RCP 4.5 et 8.5 et aux horizons 2050 [2035-2065] et 2080 [2065-2095], pour les 9 modèles de circulation régionale.....	67
Figure 6-17 : Index de vulnérabilité au changement climatique (ND Gain 2022).....	68
Figure 6-18 : Principaux impacts du changement climatique sur les ressources en eau du bassin	69
Figure 6-19 : Villageois peulh dans la vallée du fleuve Sénégal.....	70
Figure 6-20 : Village des pêcheurs à Saint-Louis	72
Figure 6-21 : Invasion de typha à Ahors.....	74
Figure A-1 : Schéma de définition du risque climatique et des stratégies de renforcement de la résilience au changement climatique.	87

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2-1 : Critères de sélection et de priorisation des actions de renforcement de la résilience aux impacts du changement climatique du PIC	18
Tableau 3-1 : Répartition des actions du PIC selon leur nature en termes d'adaptation	25
Tableau 3-2 : Liste d'indicateurs de résultats du PIC	33
Tableau 2-1 : Population par sous-bassin du fleuve Sénégal en 2020 et 2050.....	47

RESUME ANALYTIQUE

Le Bassin et sa vulnérabilité face au changement climatique

Le continent africain compte parmi les continents les plus vulnérables au changement climatique en raison de la combinaison des effets attendus du changement climatique, des défis actuels en termes de développement, d'un fort niveau de pauvreté et d'une faible capacité d'adaptation. Parmi la diversité des impacts envisagés du changement climatique, le bassin du fleuve Sénégal devra faire face à un stress accru sur les ressources en eau, déjà menacées par la surexploitation, en particulier dans les régions sujettes à la sécheresse, et la dégradation de leur qualité. De plus, le bassin souffre d'un déficit d'adaptation significatif – cependant on observe une réelle attention et motivation des autorités nationales et locales pour s'équiper afin de faire face aux aléas climatiques actuels, ainsi qu'aux événements climatiques anticipés du fait du changement climatique.

Le bassin du fleuve Sénégal (BFS), couvre une partie de l'Afrique de l'Ouest et abrite plus de 7 millions d'habitants au sein de 4 pays riverains que sont la Guinée, le Mali, la Mauritanie et le Sénégal. Le fleuve Sénégal et ses affluents constituent une artère vitale fournissant à ces 4 quatre pays les ressources pour l'eau potable, l'irrigation, la pisciculture, la production d'énergie, l'élevage, les mines et industries et le transport. La forte dépendance aux ressources naturelles, combinées aux instabilités en font un bassin fort mais fragile. Une partie de la population du fleuve vit dans des régions où la sécurité alimentaire est fortement dépendante des précipitations et des débits des rivières, présentant une importante variabilité naturelle interannuelle. Cette variabilité climatique inhérente a toujours été un obstacle au développement du bassin.

Le changement climatique amplifiera ces phénomènes extrêmes et génèrera de nouveaux obstacles à l'atteinte des Objectifs de Développement Durable en lien, entre autres, avec la gestion de l'eau, la sécurité alimentaire, la durabilité environnementale et la santé. Le changement climatique augmentera le risque de catastrophes naturelles telles que les inondations ou les sécheresses, dégradera la biodiversité et les écosystèmes associés au fleuve et impactera négativement tous les secteurs économiques. Ces impacts dont la combinaison amplifie leurs effets menacent la sécurité alimentaire et énergétique, le développement économique et la préservation des écosystèmes du BFS.

Certaines lacunes du BFS en termes de capacités financières, technologiques et managériales accroissent la difficulté de la gestion des phénomènes climatiques et hydrologiques et dégradent l'efficacité des réponses apportées aux besoins de la population. On observe cependant une motivation des parties prenantes du bassin pour améliorer les infrastructures hydroélectriques permettant d'augmenter de capacités de stockage de l'eau en période de pénurie, de contrôler les inondations et de fournir une source d'énergie fiable et à faible coût.

Des éléments importants permettent la réussite du développement du bassin :

- Une longue histoire de coopération entre les pays riverains du fleuve et membres de l'OMVS ;
- Une organisation stable, active et motivée pour rendre le BFS résilient face au changement climatique : l'OMVS.
- Un très fort potentiel de développement durable, qui passe par le renforcement de la résilience et de la capacité adaptative des populations aux changements climatiques



Les pays du BFS reconnaissent que le caractère international du fleuve et le partage des ressources associées constituent une formidable opportunité de coopération et de coordination, socle du renforcement de la résilience à l'échelle du bassin. Le Plan d'Investissement Climatique associé au SDAGE 2050, a été préparé et sera mise en œuvre par l'OMVS et ses Etats membres.

Le PIC

Le PIC comprend 114 actions, organisées en 11 composantes, elles-mêmes réparties en 2 grandes catégories : l'amélioration des connaissances et la mise en œuvre d'actions de résilience face au changement climatique. Les actions ont été tirées du SDAGE 2050. Ces actions incluent :

- ✓ L'amélioration de la connaissance grâce à la collecte et la génération d'information, d'outils de prévention des aléas climatiques ;
- ✓ L'évaluation de la vulnérabilité au travers d'actions de communication et de sensibilisation ;
- ✓ L'intégration de l'adaptation au changement climatique dans les politiques publiques ;
- ✓ La mise en place d'actions pour réduire la vulnérabilité face au stress hydrique ;
- ✓ La mise en place d'actions pour réduire la vulnérabilité face aux inondations ;
- ✓ La mise en place d'actions pour réduire la vulnérabilité face à l'ensablement à et la dégradation des sols ;
- ✓ La mise en place d'actions pour réduire la vulnérabilité face à la dégradation des pâturages ;
- ✓ La mise en place d'actions pour réduire la vulnérabilité face à la dégradation des écosystèmes ;
- ✓ La mise en place d'actions pour réduire la vulnérabilité face à la dégradation de la qualité de l'eau ;
- ✓ La mise en place d'actions pour réduire la vulnérabilité face à la hausse du niveau de la mer ;
- ✓ La mise en place d'actions de résilience et de mitigation face aux impacts du changements climatiques.

Le montant global du PIC est estimé à 7,8 Milliards d'euros soit 5 089 milliards de FCFA répartis sur la période de 10 ans entre 2023 et 2033. La mobilisation des financements ciblera une grande diversité de bailleurs de fonds, dont certains se sont engagés à soutenir l'initiative dès l'initiation du processus d'élaboration du document. L'appui des partenaires régionaux et multilatéraux sera sollicité. In fine, le PIC rassemble les mesure d'adaptation envisagées dans le BFS et constituera un outil de mobilisation des sources de financements de l'adaptation, et notamment des fonds dédiés au climat. Le PIC est cohérent et compatible avec les différentes initiatives nationales et régionales en lien avec l'adaptation au changement climatique.

Le PIC est ainsi positionné comme un plan d'investissement englobant l'ensemble des actions d'adaptation projetées dans le BFS, notamment le SDAGE de l'OMVS. La programmation des actions du PIC a été faite sur la base de leur niveau d'urgence exprimé par les pays, et de leur niveau de préparation.

Cette approche globale de développement et de renforcement de la résilience est souvent reconnue comme très pertinente mais rarement mise en œuvre dans les pays en voie de développement du fait de l'urgence des besoins en matière de développement et des contraintes en termes de ressources et de capacités. Cependant, étant donné la multiplication et la fréquence des impacts du changement climatique dans le Bassin du Fleuve Sénégal et ses communautés très vulnérables, le PIC constitue une étape décisive vers le développement concerté pour un futur durable du BFS.



1 VULNERABILITE DU BASSIN DU FLEUVE SENEGAL FACE AUX RISQUES CLIMATIQUES

La vulnérabilité du bassin au CC a fait l'objet de plusieurs études conduites par l'OMVS et sa cellule de Suivi Environnemental (DEDD). Parmi les principales études réalisées on peut notamment citer :

- l'Analyse Diagnostique Environnementale Transfrontalière du Bassin du Fleuve Sénégal de 2016 qui a fait l'inventaire des problématiques environnementales prioritaires du bassin et son Plan d'Action Stratégique associé ;
- Le rapport de diagnostic d'évaluation de la vulnérabilité de 2018 qui a permis de creuser plus en profondeur les données pluviométriques et climatologiques et leurs impacts sur l'hydrologie du bassin et les secteurs économique, et préparer un Plan d'Adaptation et de Renforcement de la résilience du bassin associé.

De plus, le diagnostic et état des lieux du projet de révision du SDAGE à l'horizon 2050 a permis de compléter les données à jour du bassin au travers de la récolte des données lors des missions, notamment avec une carte des enjeux environnementaux du bassin et une étude bibliographique poussée.

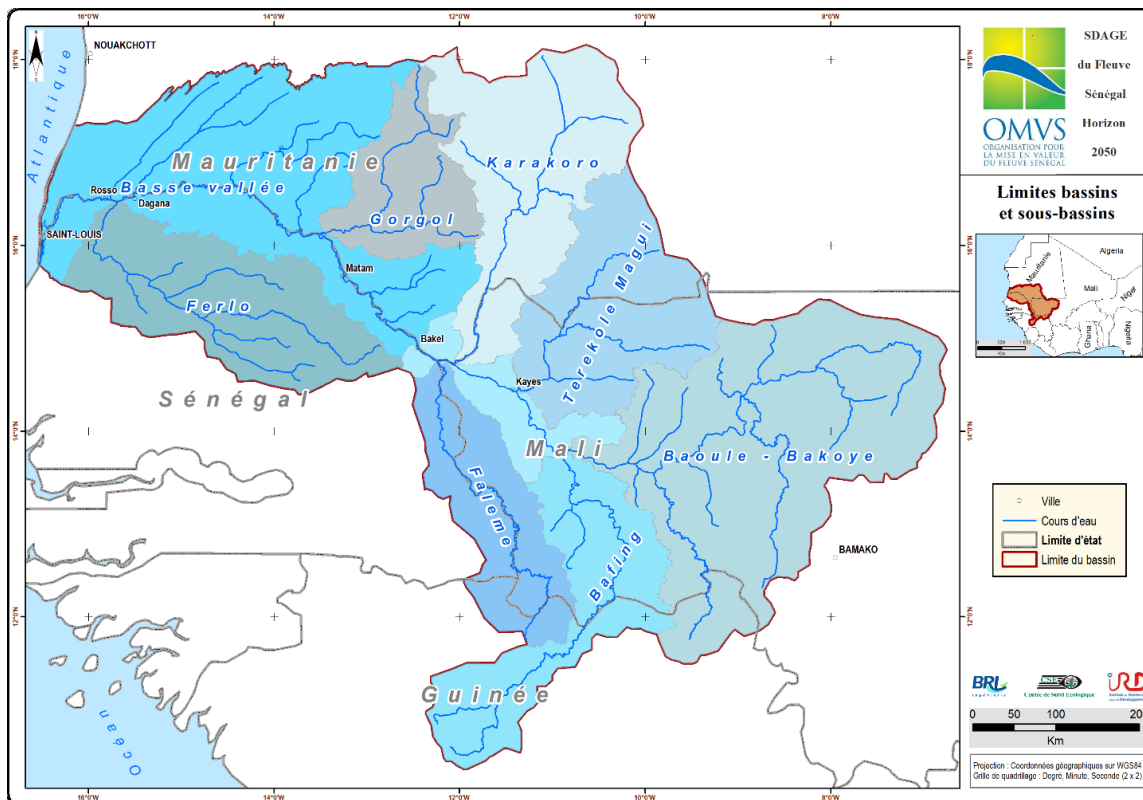
1.1 UN BASSIN A FORT POTENTIEL MAIS QUI RESTE FRAGILE

UN FLEUVE PUISSANT AUX ETIAGES MARQUES

Le bassin du fleuve Sénégal couvre environ 424 000 km², répartis en Guinée (7%), au Mali (39%), en Mauritanie (36%) et au Sénégal (18%). La région du Gouta Djalou est formée de hauts plateaux et forêts abritant des têtes de sources de plusieurs cours d'eau dont les principaux affluents du fleuve : le Bafing, le Bakoye et la Falémé. Dans la vallée, le fleuve forme (à la faveur de sa faible pente) une plaine alluviale caractérisée par des cuvettes permettant la culture de décrue. Enfin le fleuve se jette dans le delta situé au Sud de Saint-Louis, zone stratégique de biodiversité et de développement agricole. Neuf sous-bassins hydrologiques ont été identifiés lors de l'élaboration du SDAGE, la carte ci-dessous les présente.



Figure 1-1 : Sous-bassins du fleuve Sénégal



4

UNE FORTE CROISSANCE DEMOGRAPHIQUE ET UN EXODE RURAL

La population vivant dans le bassin s'élève à 7,5 millions d'habitants en 2020¹ et se caractérise par une forte croissance qui, selon les projections, pourrait l'amener à s'élever à plus de 12, 6 millions d'habitants à l'horizon 2050².

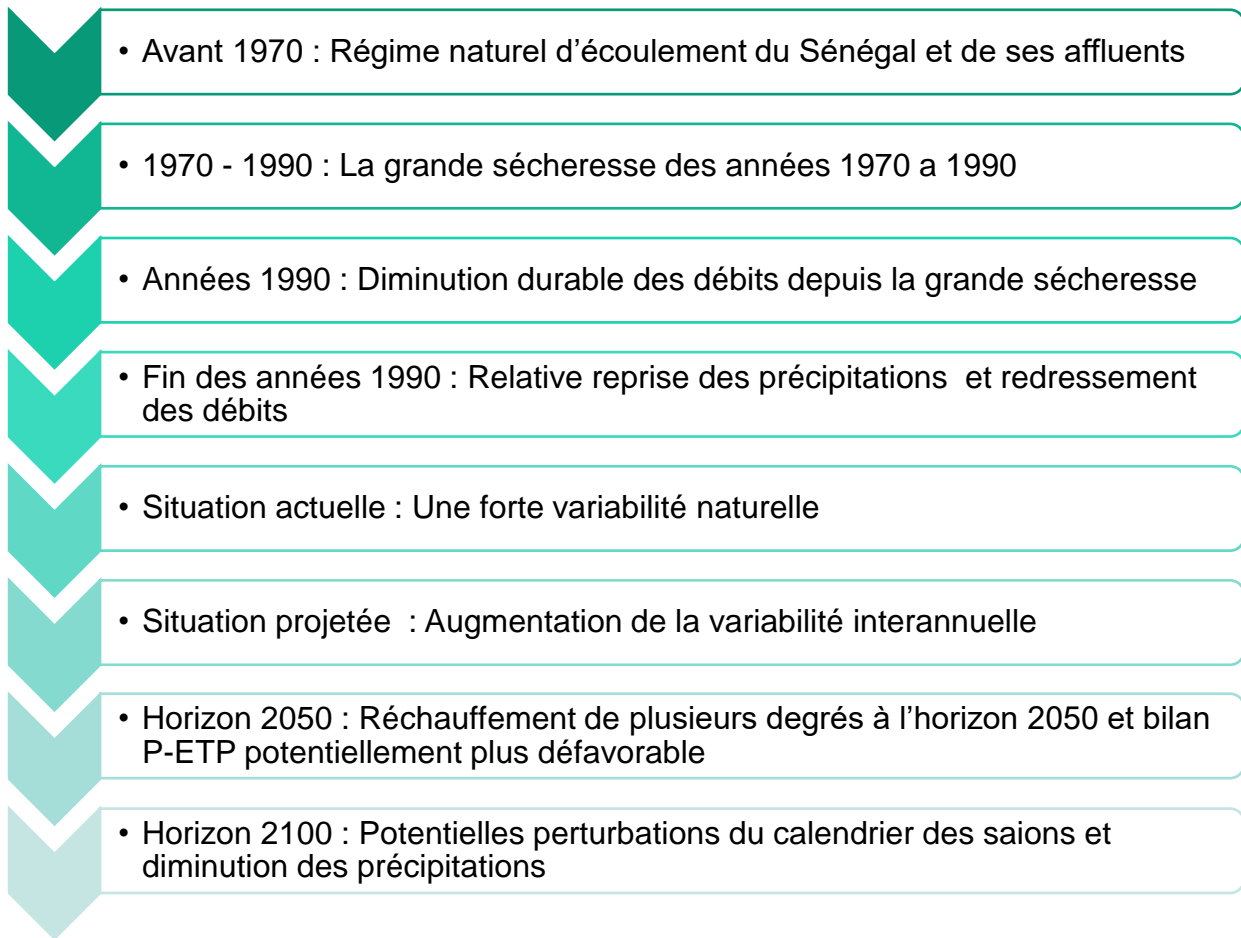
La part de la population ayant moins de 34 ans est de 60 % et la variation de la population vivant en zone urbaine en 2050 augmentera de 180%. Plus de la moitié de la population du bassin vit en zone rurale, et 38 % d'entre elle vit en dessous du seuil de pauvreté, qui est estimé à 1USD par personne et par jour. Le taux d'urbanisation dans le bassin est relativement plus faible que dans les autres zones des pays, même si on observe l'émergence de pôles urbains au niveau du bassin. Cette population vit généralement aux abords du Fleuve et développe pour l'essentiel des activités d'agriculture, d'élevage et de pêche. Pour les autres usages de l'eau il faut noter que plusieurs ethnies du Mali ou de Guinée y viennent pour y exploiter certaines ressources. Le secteur tertiaire devient de plus en plus attractif et va se renforcer dans les prochaines années.

DES CYCLES HYDRO-CLIMATIQUES CONTRASTES

D'après les études bibliographiques réalisées, les principales caractéristiques climatologiques et changements projetés dans le bassin peuvent être résumés comme suit :

¹ Cette donnée a été calculée par l'auteur selon les recensements disponibles dans les pays membres avec un ajustement de la croissance de la population pour obtenir les données de 2020. Voir chapitre 4.2.1 de l'Etat des lieux du bassin (Livrable Phase 1).

² Projections réalisées à partir de plusieurs scénarios de croissance démographique dans le bassin.



DES IMPACTS DU CC MARQUES MAIS INCERTAIN

Pour résumer, les évolutions climatiques prédites dans le bassin sont :

- Un potentiel décalage du pic de la saison des pluies vers Octobre ;
- Des cumuls annuels constants mais avec des évènements pluvieux plus importants et plus extrêmes (pluies orageuses, inondations...) ;
- Une augmentation des températures ;
- Un bilan hydrique potentiellement plus défavorable.

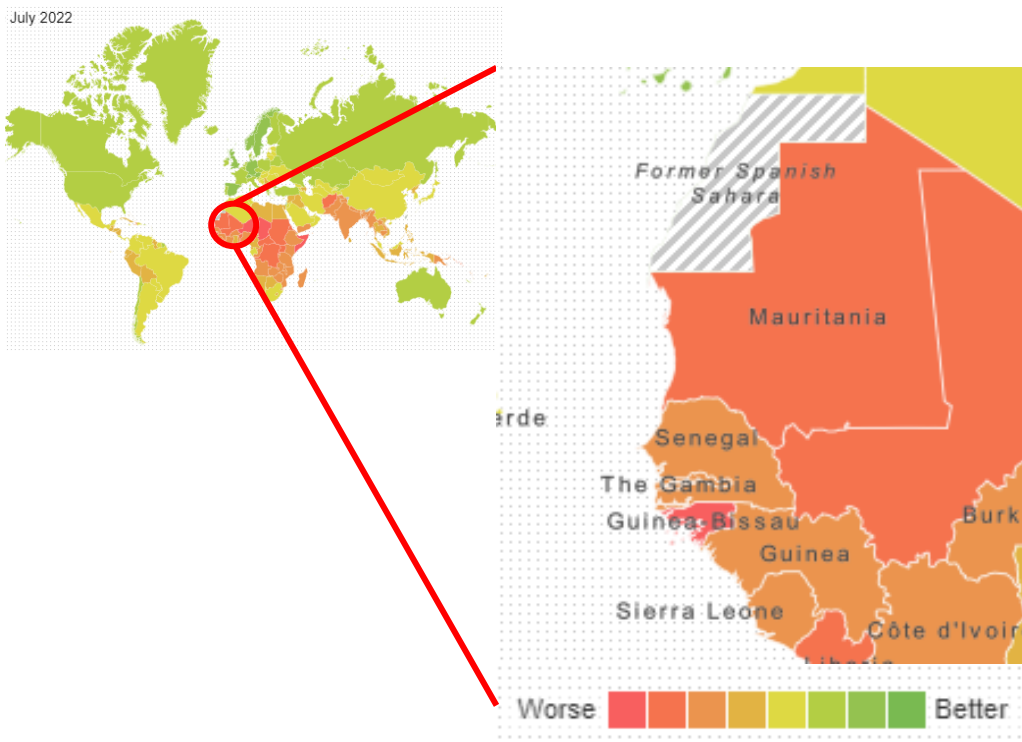
L'analyse détaillée des perturbations climatiques dans le bassin est présentée en Annexe 1 de ce rapport.



1.2 VULNERABILITE DU BASSIN FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

L'Afrique de l'Ouest et Centrale a été défini comme une des régions les plus vulnérables au changement climatique par le groupement d'expert du climat : le GIEC. D'après la carte d'index de vulnérabilité ci-dessous, on observe que 2 (Mauritanie et Mali) des 4 pays membres de l'OMVS sont considérés comme hautement vulnérables dû à un manque de ressources hydriques, une population majoritairement pauvre et des zones de conflits. Le continent n'est responsable que de 3,8% des émissions à effet de serre et est pourtant une des principales victimes

Figure 1-2 : Index de vulnérabilité au changement climatique (ND Gain 2022)



Source : <https://gain.nd.edu/our-work/country-index/>

Le changement climatique a de nombreux impacts sur les ressources du bassin, ses écosystèmes et sa biodiversité, impactant ainsi les activités anthropiques s'appuyant sur ces ressources naturelles.



Impacts environnementaux : Les principaux résultats du changement climatique sont l'augmentation des températures et le décalage de la saison des pluies. Cela a ainsi de nombreuses conséquences sur les ressources naturelles et les écosystèmes et la gestion de ces ressources : l'augmentation des prélèvements, la diminution des ressources en eau, la réduction de la crue, la dégradation de la qualité de l'eau, et la submersion marine, une dégradation poussée des sols (érosion, ensablement), perte des zones boisées et assèchement des écosystèmes. Une diminution de la disponibilité de l'eau risque de favoriser la surexploitation des ressources.



Impacts socioéconomiques : Le changement climatique complique la mise en œuvre de stratégies favorisant la sécurité alimentaire. La diversification des cultures et le développement du maraîchage sont en effet compromis par la baisse et l'irrégularité de la pluviométrie. L'une des principaux impacts sur le secteur agricole est une précarité accrue ayant des conséquences socioéconomiques importantes, entraînant une augmentation de l'insécurité alimentaire, la paupérisation des ménages et l'exode rural ou encore la reconversion des activités agricoles vers d'autres activités économiques. De plus, la raréfaction des ressources en eau entraînerait l'augmentation des concurrences et des conflits potentiels entre agriculteurs mais également avec les pêcheurs et éleveurs. De plus le changement climatique aura pour conséquence la dégradation des conditions de vie sanitaire et augmentera l'exposition des populations aux crues et inondations. Une dégradation de la qualité de l'eau rend plus contraignants et plus coûteux la potabilisation et l'assainissement



Impacts sur le secteur de l'agriculture, le pastoralisme, la pisciculture et la sylviculture : L'élévation des températures va modifier le cycle de croissance des cultures, perturbant ainsi l'itinéraire technique des plantations avec un décalage du calendrier des cultures vivrières, de rente et fourragères. Elle va également favoriser l'expansion des nuisibles. Les changements climatiques appauvrissent les sols agricoles. Une diminution des ressources en eau compromet l'abreuvement du bétail Les épidémies sont facilitées par une concentration plus grande du cheptel à proximité du fleuve. La production halieutique souffre d'une diminution des précipitations et la pollution des eaux pourra être plus importante dû à une augmentation de la transpiration des plans d'eau. L'évolution du climat incite à davantage d'exploitation du bois des forêts.



Impacts sur le secteur hydroélectrique : Une diminution des précipitations impacte la productivité hydroélectrique. Le fonctionnement des barrages est influencé par l'évolution d'autres paramètres climatiques. Le changement climatique modifie les prélèvements et la gestion des barrages

Le détail des impacts du changement climatique sur les différents secteurs économiques, environnementaux et sociaux est présenté en Annexe 2.

1.3 LES ACTEURS, OUTILS ET CADRE REGLEMENTAIRE DE LA LUTTE CONTRE LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE DANS LE BASSIN

RATIFICATION A LA CCNUCC

Les 4 Etats membres de l'OMVS ont tous ratifiés la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) et ont mis à jour leur Contribution Prévues Déterminées au Niveau National (CPDN). De plus, chaque Etat membres de l'OMVS possède sa propre politique ou stratégie de lutte contre le changement politique au niveau national.

LA STRATEGIE NATIONALE SUR LE CHANGEMENT CLIMATIQUE EN GUINEE

La République de Guinée a élaboré son Plan d'Action National d'Adaptation aux changements climatiques (PANA) en 2007 et engagé plusieurs projets pour mettre en œuvre ce plan. Elle est par ailleurs actuellement engagée dans le processus d'élaboration de sa Troisième Communication nationale (TCN) et de son Plan National d'Adaptation (PNA), qui devraient respectivement être achevés en 2023 et 2024. Dans le cadre des travaux sur la TCN, un 3ème IGES a été élaboré au premier semestre 2021 et constitue le socle des données de référence de la révision de la Contribution Prévues Déterminées au Niveau National (CPDN). En Septembre 2019, la Guinée a exposé sa Stratégie Nationale sur le Changement Climatique (SNCC). Celle-ci est coordonnée auprès du Ministère de l'Environnement, des Eaux et Forêts.



LA PNCC AU MALI

L'objectif global de la Politique Nationale sur les Changements Climatiques du Mali est de contribuer à la lutte contre la pauvreté et au développement durable en apportant des solutions appropriées aux défis des changements climatiques afin que ceux-ci ne deviennent des facteurs limitant du développement socioéconomique.

La NPCC s'articule prioritairement autour de huit orientations politiques (OP) intégrant les cinq piliers initialement définis à Bali (Indonésie) lors de la COP13 en 2007, à savoir : la vision partagée, l'adaptation, l'atténuation, le transfert de technologies, et le financement.

La NDT est un objectif à bénéfices multiples pour la lutte contre la pauvreté, la sécurité alimentaire, la gestion de l'eau, la gestion des forêts, la gestion des pâturages, etc. Les cibles NDT du Mali, constituent donc les bases de l'adaptation au changement climatique des écosystèmes terrestres et des populations vulnérables. La synergie entre la politique du changement climatique et le processus NDT apparaît comme un accélérateur de la mise en œuvre de l'ODD13.

LA SCAPP DE LA MAURITANIE

En 2021, en conformité avec le cycle quinquennal d'actualisation des CDN promu par l'Accord de Paris (AP), la Mauritanie actualise sa CDN en même temps qu'elle établit le bilan du premier plan quinquennal de mise en œuvre de la SCAPP qui doit donner lieu à la définition du deuxième plan quinquennal 2021-2025. La concomitance des deux processus, SCAPP et CDN, assure la cohérence entre les deux cadres politiques et la synergie des programmes qui y sont inscrits.

La Stratégie Nationale de Croissance Accélérée et de Prospérité Partagée (SCAPP) constitue la vision stratégique de développement de la Mauritanie pour la période 2016-2030 et sert de cadre de référence pour toutes les actions de développement entreprises par l'Etat, les organismes publics et socioprofessionnels ainsi que les partenaires techniques et financiers (PTF). Elle intègre l'Agenda 2030 des Nations unies et les cibles classées prioritaires pour le pays parmi les objectifs de développement durable (ODD) ainsi que les orientations de l'Agenda 2063 de l'Union africaine. Elle tire la légitimité des ambitions d'atténuation qu'elle préconise et des actions d'adaptation qu'elle définit des stratégies sectorielles et thématiques dont elles sont issues.

En septembre 2020, le Ministère de l'environnement et du développement durable (MEDD) a consolidé son dispositif institutionnel en instituant la Direction du climat et de l'économie verte (DCEV) pour coordonner l'ensemble du programme national sur le changement climatique.

LE PSE DU SENEGAL

Le cadre politique général du Sénégal est défini dans le Plan Sénégal Émergent (PSE), qui oriente le programme de développement du pays. Ce plan repose sur trois piliers stratégiques, à savoir : la transformation économique, la promotion du capital humain et le renforcement de la bonne gouvernance et de l'État de droit.

La Contribution déterminée au niveau national (CDN) a été mise à jour en 2020 : La CDN est composée d'un certain nombre d'objectifs sectoriels pour 2025 et 2030. Ces objectifs représentent une réduction globale des émissions de GES de 7 % à 29,5 % par rapport aux émissions habituelles en 2030. Le Ministère de l'Environnement et du Développement Durable (MEDD) est chargé de coordonner et de suivre l'élaboration et la mise en œuvre de la politique climatique. Le Comité National sur les Changements Climatiques (COMNACC), créé en 1994, cherche à assurer la coordination, l'intégration, le suivi et l'évaluation des interventions sur le changement climatique aux niveaux national et local. La Direction de l'Environnement et des Établissements Classés (DEEC), un département du MEDD, assure le secrétariat du COMNACC créé en 1994. Ce Comité bénéficie d'une large participation des acteurs sectoriels du gouvernement et des parties prenantes non gouvernementales. Son mandat est d'assurer la coordination des différentes activités liées à la consultation, à la formation, à la sensibilisation, à la gestion et au suivi dans le cadre de la mise en œuvre des politiques climatiques.



L'OMVS ET SON ACTION FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Depuis le dernier SDAGE, l'OMVS s'est fortement positionnée sur des actions transfrontalières pour répondre aux défis du changement climatique :

- Le SDAGE 2010 et ses actions environnementales et de lutte contre les inondations ;
- Les deux phases du PGIRE :
 - Rapport d'état de l'environnement ;
 - Plan d'Action Stratégique ;
 - Activités environnementales (feux de brousse, valorisation du typha, sensibilisations aux populations...)
- Analyse Diagnostic Transfrontalière (Recensement des problématiques environnementales prioritaires du bassin);
- Projet GEF (suivi des ressources en eau et mise en œuvre de microprojets sur la gestion des zones humides, la lutte contre la désertification et le renforcement de la diversité biologique);
- Rapport de diagnostic d'évaluation de la vulnérabilité du BFS et son programme d'action (étude poussée des impacts du changement climatique sur le bassin et sur les secteurs d'usage).

Faisant suite aux deux phases du PGIRE, un nouveau projet est en cours d'élaboration au sein de l'OMVS avec comme objectif de répondre aux enjeux du changement climatique sous un horizon de 10 ans. Le SDAGE et notamment le PIC serviront de base de réflexion et de stratégie pour ce futur projet.



2 CADRAGE DE LA STRATEGIE D'ELABORATION DU PLAN D'INVESTISSEMENT CLIMAT

2.1 STRATEGIE D'ELABORATION DU PIC

Les enjeux démographiques auxquels le BFS est confronté et l'accroissement consécutif des besoins en eau, en nourriture et en énergie, la menace d'une poursuite du cycle de sécheresses débuté au début des années 1970, les enjeux environnementaux et de désenclavement des zones rurales, ont amené les Etats Membres à s'engager de façon exemplaire et historique dans le cadre de l'OMVS. Cela s'est notamment traduit par la construction d'ouvrages communs, Manantali en 1988 et Diama en 1998, et par l'adoption de la Charte des Eaux du BFS en 2002. Les Etats Membres ont poursuivi leur engagement dans la coopération régionale en dotant l'OMVS d'un Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE 2010), associé à un Plan d'investissement, et de documents de planification sectoriels (Evaluation Régionale Stratégique – ERC 2013, Politique Energétique Commune - PEC 2014, Plan Régional d'Amélioration des Cultures Irriguées - PARACI 2017, Analyse Diagnostic Transfrontalière / Plan d'Action Stratégique - ADT/PAS 2018).

Conscients de leur vulnérabilité face au changement climatique, les Etats Membres ont réitéré leur volonté d'un engagement fort en faveur de l'adaptation aux impacts du changement climatique dans le BFS. Lors de la XVI^{ième} Conférence des Chefs d'Etat et de Gouvernement de l'OMVS, tenue en mars 2015 à Conakry, Guinée, ils ont manifesté leur engagement politique à trouver des solutions appropriées à ces enjeux à l'échelle du BFS. Cet engagement s'est notamment traduit par l'étude de vulnérabilité du BFS face aux changements climatiques (2017 et 2018) et la préparation subséquente d'un Plan d'Adaptation et de Renforcement de la Résilience du Bassin (2018).

Afin de donner suite à cette déclaration et de soutenir la mise en œuvre des plans d'adaptation nationaux à l'échelle du bassin, les Etats membres sont convenus, lors de la XVII^{ième} Conférence des Chefs d'Etat et de Gouvernement de l'OMVS, tenue en mai 2017 à Conakry, Guinée, de la mise en place d'un Plan d'Investissement global sur le changement climatique (PIC).

Cette initiative se traduit d'une part par **la révision du SDAGE**, à partir des principaux documents de planification nationaux existants, et de schémas directeurs sectoriels, et d'autre part par **l'élaboration d'un Plan d'Investissement pour le Renforcement de la Résilience au Changement Climatique du Bassin du Fleuve Sénégal - abrégé en Plan d'Investissement Climat, « PIC »**. Il consiste en une extraction d'un sous-ensemble de mesures du SDAGE révisé, visant à renforcer la résilience du BFS face aux changements climatiques.

UN PROCESSUS D'ELABORATION CONSULTATIF BASE SUR CELUI DU SDAGE 2050

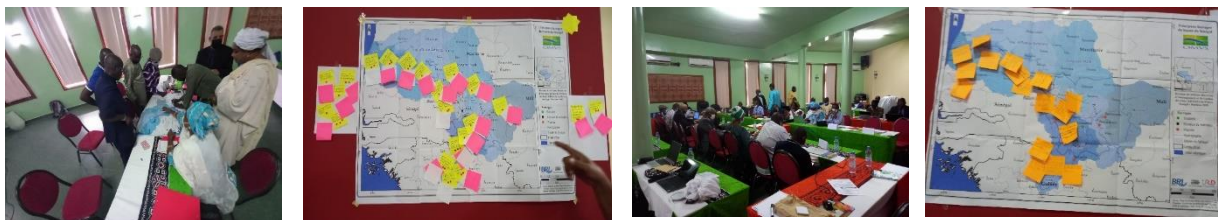
La concertation a été au cœur du processus d'élaboration du SDAGE 2050, puis de sa déclinaison en un PIC :

- **La mission de terrain de récolte de données du diagnostic** et entretiens réalisés auprès des Directions Nationales, des sociétés et agences nationales et des autorités locales ;





■ L'atelier régional de présentation du diagnostic :



■ Les ateliers nationaux pour l'élaboration des schémas sectoriels :



- Le groupe de travail pour présenter les scénarios de développement et de modélisation ;
- L'atelier de présentation des résultats de modélisation ;
- L'atelier final de validation du SDAGE et du PIC.

Compte tenu de la taille du bassin et du très grand nombre d'acteurs concernés, plusieurs catégories d'acteurs ont eu un rôle important tout particulier à jouer. Il s'agit de(s) :

- Les Directions Nationales des ministères sectoriels des Etats membres de l'OMVS: Elles sont parties prenantes de l'élaboration du SDAGE car ils sont les principaux maîtres d'ouvrage dans les pays membres. Les services déconcentrés au niveau des provinces permettent d'assurer la mise en œuvre et le suivi local des projets mis en œuvre par les Directions Nationales.
- Les Sociétés d'Aménagement Hydroagricoles : SAED, ADRS, SONADER, DNGR ;
- L'OMVS (Haut-Commissariat, DEDD et autres programmes relatifs à la gestion et planification de la ressource en eau du bassin tels que le PGIRE, le PARACI) et ses cellules nationales. En effet, l'OMVS et ses cellules nationales pilotent la mise en œuvre des actions du programme de mesures et prennent des décisions qui doivent concourir aux objectifs du SDAGE au travers de la concertation des Etats membres. L'OMVS pourra être maître d'ouvrage sur des programmes régionaux répondant aux objectifs du SDAGE.
- Les Sociétés de Gestion de l'OMVS, notamment : SOGEOH, SOGENAV, SOGEM, SOGED ;

UN PLAN D'ADAPTATION ET D'ATTENUATION AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Le Plan d'Investissement Climat consiste ainsi en une sélection de mesures issues du SDAGE 2050 et contribuant au renforcement de la résilience³ des populations du BFS face aux changements climatiques.

Le renforcement de la résilience au changement climatique des populations, écosystèmes, infrastructures et institutions du BFS consiste à **réduire leur exposition, à réduire leur sensibilité et à renforcer leurs capacités adaptatives** aux risques climatiques spécifiques au BFS (voir Figure suivante et définitions en annexe), et cela dans une trajectoire globale de développement, où le changement climatique est une des contraintes majeures.

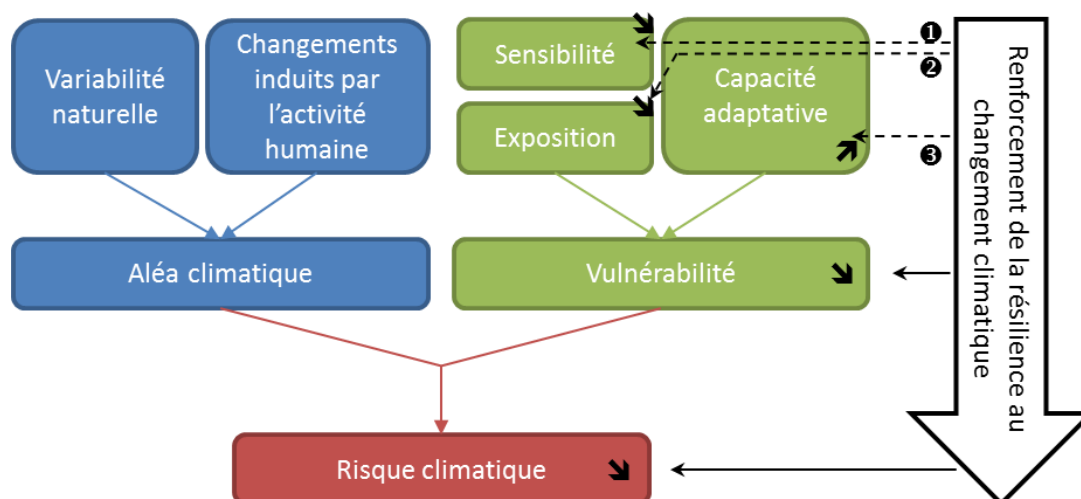
³ Voir définitions en Annexe 3.



Le PIC comporte ainsi **principalement des mesures d'adaptation, mais également des mesures d'atténuation**, au titre de bénéfices collatéraux induits par des mesures d'adaptation (mesure gagnant – gagnant). Les mesures gagnant-gagnant, zéro-regret, faible regret et d'adaptation flexible sont également incluses dans le PIC.

Une attention particulière est portée à l'intégration des mesures du PIC à une échelle plus large, dans des temps plus longs et sous des hypothèses contrastées sur les changements futurs, à la prise en considération des interactions entre secteurs et entre financements, afin **d'éviter les phénomènes de maladaptation**. Certaines mesures visant la réduction de la vulnérabilité au changement climatique peuvent ainsi affecter négativement voire augmenter la vulnérabilité d'autres systèmes, secteurs ou groupes sociaux. Par exemple, les réservoirs des ouvrages structurants peuvent évaporer de grands volumes d'eau. Ces volumes évaporés dans l'atmosphère peuvent grever les usages en aval et dégradent le bilan hydrologique à l'échelle du bassin, ce qui dégrade la vulnérabilité des usagers aux sécheresses.

Figure 2-1 : Schéma de définition du risque climatique et des stratégies de renforcement de la résilience au changement climatique.



Légende : Les différents types de mesures de renforcement de la résilience au changement climatique. ① mesures visant à réduire la sensibilité à l'aléa climatique ; ② mesures visant à réduire la vulnérabilité à l'aléa climatique ; ③ mesures visant à renforcer la capacité adaptative à l'aléa climatique.

Source: Inspiré de Gitz V. & Meybeck A., 2012. Risks, vulnerabilities and resilience in a context of climate change. FAO.

Adaptation et atténuation

Les mesures d'atténuation permettent de limiter les changements climatiques tandis que l'objectif **des mesures d'adaptation** est de réduire la vulnérabilité des systèmes naturels et socio-économiques et ainsi de faire face aux changements climatiques à moindre coût.

Le renforcement de la résilience au changement climatique d'un bassin versant est une démarche englobant l'adaptation et s'inscrivant dans une trajectoire de développement plus général du bassin versant. Le changement climatique est alors considéré comme une contrainte (parmi d'autres) placée sur la trajectoire de développement.

Si certaines mesures relèvent clairement de l'adaptation ou de l'atténuation, d'autres au contraire contribuent à ces deux volets de la lutte contre les effets des changements climatiques.



Par ailleurs, certaines mesures de développement agricole, d'agroforesterie ou de restauration et gestion des forêts permettent non seulement de renforcer la résilience des populations au changement climatique mais elles constituent également des mesures d'atténuation par la séquestration du carbone dans la biomasse végétale ou dans les sols qu'elles favorisent. De même, la construction d'un ouvrage structurant multi-usages est considérée comme une mesure d'adaptation car l'ouvrage contribue à l'amélioration de la disponibilité de la ressource en eau en période d'étiage, à la lutte contre les inondations et à l'amélioration des moyens de subsistances des populations locales (pêche, tourisme). Cependant, la composante hydroélectricité de l'ouvrage constitue une mesure d'atténuation, contribuant à la génération d'énergie sans émission de gaz à effet de serre (GES).

Un outil pour planifier à différentes échelles de temps

Le paquet de mesures du PIC **cible les différentes échelles de temps inhérentes à la réduction du risque climatique**. Il comporte des mesures de prévention et d'éducation - prévenir les effets négatifs des changements climatiques sur la gestion des ressources en eau, de préparation - avant la survenue de l'aléa climatique (ex. : amélioration/développement des réseaux hydrométriques ou climatologiques, des systèmes de détection précoce) -, des mesures visant à la réaction pendant l'aléa (ex. : sécurisation de l'approvisionnement en eau en période de sécheresse / d'étiage sévère), et des mesures de rétablissement ou réparation, après l'aléa (ex. : réhabilitations d'ouvrages). En outre, tous les secteurs en lien avec la gestion des ressources en eau seront intégrés.

Les stratégies d'adaptation sont d'autant plus efficaces qu'elles ciblent les enjeux de court, moyen et long termes :

- **Les mesures de long terme** concernent les décisions de traiter les changements climatiques à long terme (décennaux) et sont fondées sur des projections à long terme. Elles vont généralement au-delà de la portée de la planification du secteur de l'eau car elles ont une incidence sur le modèle de développement et sur le contexte socioéconomique par le biais des changements institutionnels et juridiques (par exemple l'aménagement du territoire);
- **Les mesures de moyen terme** concernent les décisions visant à traiter les projections des tendances climatiques à moyen terme (sur une ou deux décennies) et apportant les corrections nécessaires au cadre par des mesures de planification hydrologique telles que la gestion des risques (par exemple les plans de gestion des sécheresses et des inondations);
- **Les mesures de court terme** se rapportent aux décisions relatives à des problèmes identifiés principalement dans le climat actuel, c'est-à-dire dans la variabilité hydrologique actuelle. Elles correspondent aux mesures qui peuvent être adoptées dans les cadres institutionnels et juridiques et les infrastructures actuels et se réfèrent généralement à l'évaluation des risques, à l'état de préparation et à la réduction de la vulnérabilité (par exemple la révision des allocations d'eau durant une sécheresse)

Un outil pour faire à un futur climatique très incertain

Enfin, le PIC **tient compte de la très grande incertitude quant au climat futur dans le BFS**. En restant ouvert à l'intégration dans le futur d'actions non identifiées ou d'actions non éligibles à ce jour, le PIC conserve de la flexibilité et contribue à l'adaptation à la grande diversité des impacts potentiels envisagés dans le BFS.

Par ailleurs, la robustesse et la résilience au CC des scénarios prospectifs de développement du BFS ont été testées au travers d'un panel représentatif des futurs climatiques possibles. L'objectif a été que les mesures envisagées soient testées vis-à-vis d'un panel de scénarios contrastés de changement climatique afin de s'assurer que les paquets de mesures constituant le SDAGE 2050 et son PIC constituent bien des stratégies d'adaptation aux impacts observés ou anticipés du changement climatique dans le BFS (voir Chapitre 5 du SDAGE 2050).



En raison des incertitudes qui entourent les effets des changements climatiques sur le fleuve et son environnement, il est important de mettre en œuvre, là où c'est possible, des mesures susceptibles de faire face à un éventail de futures conditions climatiques, c'est-à-dire qui soient résilientes dans des conditions d'incertitude forte :

Options gagnant-gagnant – mesures d'adaptation d'un bon rapport coût-efficacité qui minimisent les risques climatiques ou exploitent les potentialités mais aussi offrent d'autres avantages sociaux, environnementaux ou économiques. Dans ce contexte, les options gagnant-gagnant sont souvent associées aux mesures ou activités qui traitent les effets climatiques mais contribuent aussi à l'atténuation des changements climatiques ou répondent à d'autres objectifs sociaux et environnementaux. Par exemple, encourager l'utilisation efficiente de l'eau, et en particulier de l'eau chaude, dans les ménages, est une option gagnant-gagnant car elle réduit la demande d'eau tout en atténuant les changements climatiques en réduisant les émissions de carbone dues au chauffage de l'eau;

Options zéro regret – mesures d'adaptation d'un bon rapport coût-efficacité qui sont utiles (à savoir qu'elles apportent un bénéfice socioéconomique net) quelle que soit l'ampleur des futurs changements climatiques. Ces types de mesures comprennent les mesures qui sont justifiées (efficaces par rapport à leur coût) dans les conditions climatiques actuelles (y compris celles qui concernent leur variabilité et leurs extrêmes) et sont aussi compatibles avec le traitement des risques associés aux changements climatiques projetés. Par exemple, la promotion des bonnes pratiques de gestion des sols pour limiter les risques de pollution diffuse est une option zéro regret.

Options faible regret – mesures d'adaptation dont les coûts sont relativement bas et dont les avantages, bien que résultant principalement des futurs changements climatiques projetés, peuvent être relativement importants. Par exemple, la construction de systèmes de drainage ayant une plus grande capacité que celle requise par les conditions climatiques actuelles présente souvent un coût additionnel limité mais peut aider à faire face à l'augmentation du ruissellement résultant des effets des changements climatiques anticipés;

Options d'adaptation flexible – mesures qui sont conçues pour pouvoir être modifiées à l'avenir en fonction des changements climatiques. Influencer la conception d'un réservoir de façon que sa capacité puisse être augmentée ultérieurement, si nécessaire, serait un exemple d'adaptation flexible. Une autre approche face à l'incertitude consiste à évaluer la capacité d'adaptation des stratégies actuelles. Cela peut permettre d'identifier les situations futures dans lesquelles le maintien d'une stratégie devient insupportable en termes de coût, d'acceptabilité sociale et/ou de faisabilité

COHERENCE AVEC LES INITIATIVES NATIONALES, REGIONALES ET INTERNATIONALES.

Le PIC est constitué pour être présenté à la communauté internationale lors la prochaine Conférence des Nations Unies sur l'eau en 2023 (*UN 2023 Water Conference*), ainsi que lors des prochains événements internationaux relevant de la lutte contre les changements climatiques dans le cadre des Conventions de la UNFCCC, de la UNCCD ou de la UNECE sur l'eau, et des tables rondes des partenaires techniques et financiers de l'OMVS. En vue du financement des besoins du bassin en matière de renforcement de la résilience, ce PIC est également un outil de mobilisation des financements. Les sources de financement identifiées sont les fonds de financement de l'adaptation, tels que le Fond Vert pour le Climat, ainsi que les bailleurs multilatéraux ou bilatéraux dans les pays en lien ou non avec une initiative climat. En vue de pouvoir solliciter ces fonds, le PIC répond aux conditions et critères de chacun d'eux (voir détails en Annexe I).



Les initiatives nationales et régionales pour la lutte contre les effets des changements climatiques dans le BFS sont nombreuses, notamment en termes d'adaptation au changement climatique. Au niveau national, les Contributions Prévues Déterminées au niveau National (CPDN) des pays comprennent un volet adaptation (voir section 1.3). Les institutions régionales (la BOAD, la CEDEAO, l'UEMOA, la CEMAC, ou le CILSS) ont chacune des initiatives d'adaptation au changement climatique spécifiques au secteur de la gestion des ressources en eau. Celles-ci prennent la forme d'interventions (par exemple, la mise en place de l'Observatoire Régional de l'Eau en Afrique de l'Ouest pour le CCRE ou l'Initiative Irrigation au Sahel du CILSS) ou d'outils de financement (par exemple, le Fond pour l'Economie Verte en Afrique Centrale – FEVAC mis en place par la CEEAC). Ces documents stratégiques définissent des axes d'intervention prioritaires aux échelles nationales et régionales, afin de renforcer la résilience au changement climatique. **Le PIC a ainsi été élaboré de façon d'une part à ce que les actions retenues soient compatibles et complémentaires avec ces initiatives et d'autre part à assurer leur cohérence aux échelles nationales et régionales.**

Enfin, certains pays du BFS partagent également d'autres bassins versants internationaux, dont les organismes de gestion peuvent également avoir ou être en train de développer des programmes d'adaptation et d'atténuation (OMVG, ABN, ABV, MRU, etc). Une attention particulière a été portée à la mise en cohérence de ces initiatives afin d'en faciliter la mise en œuvre ultérieure à l'échelle nationale par les pays.

2.2 METHODE DE SELECTION DES ACTIONS DU PIC

2.2.1 Définitions de critères de sélection des actions

2.2.1.1 Objectifs

L'objectif n°1 est de définir des critères permettant de discriminer, parmi les mesures inscrites dans le SDAGE 2050, ceux relevant de la protection, de la gestion et du développement des ressources en eau dans le bassin et contribuant à renforcer la résilience des populations, des écosystèmes, des infrastructures et des institutions du BFS aux risques climatiques spécifiques à la région. Il s'agit d'établir des critères spécifiques aux projets de gestion des ressources en eau d'un bassin tel que le BFS.

L'objectif n°2 est de prioriser des mesures visant les enjeux transfrontaliers à l'échelle du BFS ; promouvant une vision et une stratégie d'adaptation de bassin.

L'objectif n°3 est de s'assurer de la sélection de mesures s'inscrivant territorialement dans le bassin, faisant l'objet d'une appropriation par les pays et présentant un niveau de préparation permettant d'envisager une mise en œuvre rapide, cela afin de faciliter l'accès aux sources de financement identifiées.

2.2.1.2 Les critères de sélection

10 critères ont été établis. Ils ont été classés selon leur nature, technique, institutionnelle, administrative, ou économique (Tableau 2-1).



Une action doit remplir les deux conditions suivantes pour être sélectionnée dans le PIC :

- ▶ elle doit contribuer au renforcement de la résilience au changement climatique et ainsi remplir l'un, au moins, des 2 critères correspondants. Ces 2 critères correspondent aux 2 grandes catégories d'actions d'adaptation identifiées :

- *Mesures institutionnelles, mesures de renforcement des connaissances ou mesures de renforcement des capacités contribuant à renforcer la résilience au changement climatique (critère 1).*

Cette catégorie comprend les actions de renforcement de la connaissance et de la prévision des aléas hydro-climatiques et de leurs impacts sur le régime des ressources en eau (sous-critère 1.1), les actions contribuant à l'évaluation de la vulnérabilité des populations, écosystèmes, infrastructures et institutions du BFS, à la communication, à l'éducation et à la sensibilisation (sous-critère 1.2) et les actions contribuant à renforcer l'intégration de l'adaptation au changement climatique aux capacités, aux organes, aux instruments de gestion des institutions nationales et régionales du bassin (sous-critère 1.3)

- *Mesures sectorielles ou multi-sectorielles contribuant à renforcer la résilience des populations et écosystèmes du bassin aux impacts du changement climatique identifiés dans le BFN (critère 2).*

Les chaînes d'impacts du CC, logigrammes présentés en annexe 1, font partie intégrante de la définition du critère technique n°2. Toute action sectorielle ou multi-sectorielle visant un des impacts identifiés dans ces logigrammes fait partie de cette catégorie. Cela comprend les actions visant à réduire la vulnérabilité liée aux situations de stress hydriques, d'inondations, de dégradation de la qualité de l'eau, de dégradation des sols, de dégradation des pâturages, de dégradation des écosystèmes, liée à la hausse du niveau de la mer et les actions visant à renforcer la capacité adaptative (ex. : génération d'emplois, de revenus, etc).

- ▶ elle doit, par ailleurs, satisfaire à l'ensemble des 8 autres critères (3 à 10) :

- *contribuer à la gestion et au développement durable du BFS (critère 3),*
- *contribuer à la protection, la gestion et le développement des ressources en eau du bassin du fleuve Sénégal ainsi que des écosystèmes qui leur sont associés (critère 4),*
- *ne pas induire de maladaptation (critère 5),*
- *être compatible avec les documents de planification et les accords concernant le bassin du fleuve Sénégal (critère 6),*
- *faire l'objet d'une appropriation forte par l'OMVS et les Etats Membres (critère 7),*
- *démontrer le niveau requis de préparation (critère 8),*
- *démontrer le niveau requis de financements pré-identifiés (critère 9),*
- *démontrer le niveau requis de faisabilité économique (critère 10).*

La méthodologie détaillée de confrontation des mesures du SDAGE 2050 à chacun des critères est fournie en Annexe 3.

Les critères faisant l'objet d'une notation (critères 1, 2 et 8) serviront à la **priorisation des actions** sélectionnées dans le PIC.

Les critères 9 et 10 concernent plus spécifiquement le financement des actions :

- Le critère 9 vise à évaluer les conditions de financement des projets. Le niveau des financements identifiés pour chaque action a été recueilli auprès des pays. Les projets bénéficiant de conventions de financement signées ne sont pas sélectionnées. Ce critère permet de sélectionner les mesures pour lesquelles un financement a été identifié pour tout ou partie du budget, mais non confirmé, ou pour lesquelles aucun financement n'a été identifié.



- La faisabilité des actions (critère 10) sera analysée au moment de leur sélection pour financement. Cette analyse sera conduite à partir des études de faisabilité produites par les pays pour chaque action, dans le cadre de leur préparation. Pour les actions pour lesquelles aucune étude de faisabilité n'a été produite, leur sélection dans le PIC vise à mobiliser des financements pour la conduite de ces études de faisabilité. Le montant associé recherché correspond à une portion du montant global indiqué pour ces actions.



Tableau 2-1 : Critères de sélection et de priorisation des actions de renforcement de la résilience aux impacts du changement climatique du PIC

Critères	Justification	Description/Exemple et [nature de la mesure]
Critères d'évaluation de la contribution des actions à la résilience au changement climatique		
1. •Mesures institutionnelles, de renforcement des connaissances ou de renforcement des capacités contribuant à renforcer la résilience au changement climatique	<p>La gestion de la variabilité et des incertitudes hydro-climatiques requiert une amélioration des connaissances sur le climat et ses impacts sur les ressources en eau, le renforcement des capacités des acteurs, et le renforcement des institutions.</p> <p>A des fins de priorisation, ce critère fait l'objet d'une notation de 1 à 3 afin de quantifier leur contribution à la résilience vis-à-vis des impacts du changement climatique identifiés dans le BFS.</p>	<p>1.1 Contribuer à renforcer la connaissance et la prévision des aléas hydro-climatiques et de leurs impacts sur le régime des ressources en eau.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Collecte / Génération de données météorologiques, hydrologiques et hydro-géologiques, développement des réseaux de suivi, et mise en place de réseaux d'information fiables et de plateformes de gestion et de partage efficaces (amélioration de la qualité et de l'accessibilité des données); [Réduction de l'exposition – Préparation] • Activités de recherche visant à la modélisation des processus et à l'évaluation des impacts et de la vulnérabilité au changement climatique sur les ressources en eau, les zones humides et la dégradation des sols ; [Réduction de l'exposition – Préparation] • Développement et mise en œuvre d'outils d'aide à la décision pour la gestion des risques liés au climat, et pour l'amélioration des prévisions climatiques (pluviométrie, écoulements) à court, moyen et long terme. [Réduction de l'exposition – Préparation] • Communication, sensibilisation <p>1.2 Contribuer à l'évaluation de la vulnérabilité des populations, écosystèmes, infrastructures et institutions du BFN, à la communication et à la sensibilisation.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Communication / sensibilisation à propos de la vulnérabilité des populations au changement climatique • Evaluation de la vulnérabilité des populations, écosystèmes, infrastructures et institutions au changement climatique <p>A des fins de priorisation, ce critère fera l'objet d'une notation de 1 à 3 afin de quantifier leur contribution à la résilience vis-à-vis des impacts du changement climatique identifiés dans le BFN.</p>



Critères	Justification	Description/Exemple et [nature de la mesure]
		<p>1.3 Contribuer à assurer l'intégration de l'adaptation au changement climatique aux capacités, aux organes, et aux instruments de gestion des institutions nationales et régionales du bassin</p> <ul style="list-style-type: none"> • Renforcement des capacités techniques, réglementaires, etc ; • Intégration de la stratégie d'adaptation dans l'élaboration des accords internationaux, documents stratégiques, des réglementations, des normes et des procédures organisationnelles de l'OMVS et des institutions du bassin • Promotion des règles de gestion des ressources naturelles compatibles avec l'objectif de ce PIC ; <p>Mise en œuvre des accords internationaux en lien avec le changement climatique.</p>
<p>2. Mesures sectorielles contribuant à renforcer la résilience des populations et écosystèmes du bassin aux impacts du changement climatique identifiés dans le BFN</p>	<p>Il s'agit de l'objectif principal du Plan d'Investissement Climat : contribuer à réduire la vulnérabilité des enjeux (par la réduction de l'exposition ou de la sensibilité, ou l'amélioration de la capacité adaptative) aux impacts sectoriels identifiés dans le BFS</p> <p>A des fins de priorisation, ce critère fera l'objet d'une notation de 1 à 3 afin de quantifier leur contribution à la résilience vis-à-vis des impacts du changement climatique identifiés dans le BFS.</p>	<p>Toute action ciblant les effets favorables ou défavorables identifiés dans chacun des secteurs ou renforçant la résilience des populations, écosystèmes, infrastructures, institutions vis-à-vis de ces impacts remplit ce critère. Il repose sur les logigrammes explicitant les effets du changement climatique par secteur élaborés en annexe 1.</p> <p>Les actions de renforcement de la résilience cibleront :</p> <ul style="list-style-type: none"> • La vulnérabilité liée aux situations de stress hydriques • La vulnérabilité liée aux situations d'inondations • La vulnérabilité liée aux situations de dégradation de la qualité de l'eau • La vulnérabilité liée aux situations de dégradation des sols • La vulnérabilité liée aux situations de dégradation des pâturages • La vulnérabilité liée aux situations de dégradation des écosystèmes • La vulnérabilité liée à la hausse du niveau de la mer • Renforcement de la capacité adaptative (ex. : génération d'emplois, de revenus, etc.)
<p>Critères de financement des actions</p>		



Critères	Justification	Description/Exemple et [nature de la mesure]
3. Contribuer à la gestion et au développement durable <u>du bassin du fleuve Sénégal</u> et adresser les impacts du CC de façon collective et intégrée à l'échelle du BFS	Il s'agit de s'assurer que (1) les mesures sélectionnées ont des implications au sein de l'emprise territoriale du bassin du Fleuve Sénégal et que (2) les mesures sélectionnées contribuent à une stratégie intégrée au niveau du BFS et communes aux 4 Etats membres pour la lutte contre les impacts du CC. Cela concerne les actions transfrontalières comme les actions nationales ou locales.	Les mesures concernant les territoires en dehors du bassin versant du Fleuve Sénégal ne sont pas sélectionnées. Exemple : Les mesures concernant la zone côtière de Guinée ne sont pas sélectionnées.
4. Intégration dans une échelle plus large, dans des temps plus longs et sous des hypothèses contrastées sur les changements futurs, prise en considération des interactions entre les secteurs et entre les financements. - <u>Maladaptation</u>	L'objectif de ce critère est d'éviter de sélectionner les mesures générant de la « maladaptation »	Certaines mesures d'adaptation peuvent accroître la vulnérabilité d'autres écosystèmes, secteurs ou populations si (i) elles augmentent les émissions de gaz de serre, (ii) elles impactent de manière disproportionnée les plus vulnérables, (iii) elles ont des coûts d'opportunité très élevés, (iv) elles réduisent les incitations à s'adapter, ou (v) si elles induisent des trajectoires qui limitent les choix possibles pour les générations futures. Ces cinq risques de mauvaise adaptation offrent une base sur laquelle analyser les possibles effets indésirables des mesures d'adaptation (Barnett & O'Neill, 2009). Dans le domaine de la gestion et du développement des ressources en eau, et plus particulièrement pour les grands ouvrages hydrauliques, ce critère vise à éliminer les mesures qui, par exemple : <ul style="list-style-type: none"> • dégradent le bilan hydrique global ; • ou induisent une mauvaise ou une faible valorisation de la ressource en eau ; • ou accroissent à moyen ou long terme ou dans d'autres territoires, les risques climatiques, tels qu'une digue réduisant risque inondation des zones qu'elles protègent mais pouvant rendre vulnérables des territoires plus à l'aval.
5. Contribuer à la <u>protection, la gestion et le développement des ressources en eau</u> du bassin du fleuve Sénégal ainsi que des écosystèmes qui leur sont associés.	L'OMVS assurera l'animation de la mise en œuvre du PIC. Les actions y figurant doivent rester dans son champ d'action thématique : en lien avec la gestion, la protection et le développement des ressources en eau du fleuve Sénégal.	Exemple : Les actions consistant en la constitution de banques alimentaires ne contribuent pas à la protection, la gestion et le développement des ressources en eau du fleuve Sénégal. Elles sont considérées hors du champ d'action de l'OMVS
6. <u>Compatibilité</u> avec les principaux documents de planification et les accords concernant le bassin du fleuve Sénégal (CDN, Chartes des eaux et conventions OMVS, et annexes)	Les actions intégrées au PIC, en particulier celles ne figurant pas dans le SDAGE 2050 et qui pourraient à l'avenir être intégrées, doivent être compatibles avec les accords en vigueur dans le bassin, tels que les Conventions et la Charte des Eaux et ses Annexes.	Les actions non compatibles avec les actions des documents stratégiques et les accords, tels que la Charte des eaux et ses Annexes, sont disqualifiées. <i>NB : ce critère est considéré comme rempli par les actions sélectionnées dans le SDAGE 2050.</i>



Critères	Justification	Description/Exemple et [nature de la mesure]
	A noter que le PIC a vocation à rester un document évolutif, dans lequel des actions pourront être intégrées dans le futur.	
7. <u>Appropriation</u> par les pays et l'OMVS. Consultations des parties prenantes.	La bonne appropriation de ses actions par l'OMVS et les pays assure la pérennité à long terme des résultats attendus.	<i>NB : ce critère est considéré comme rempli par les actions sélectionnées parmi le SDAGE 2050 qui a fait l'objet d'un processus de consultation, d'identification et de priorisation aux échelles locales, nationales et de bassin versant. Il est considéré que le fait que ces actions soient inscrites dans le SDAGE 2050 reflète la bonne appropriation des actions par les pays.</i>
8. <u>Stade de préparation</u> du projet.	Critère de certains fonds d'investissement climat : disposition à mise en œuvre rapide Requis pour déclencher une décision d'appui financier. Au regard de la qualité des études, le respect des bonnes pratiques et des standards internationaux promus par les bailleurs multilatéraux est pris en considération dans le processus de sélection des actions à intégrer au PIC.	Quel est le stade de préparation du projet : idée, identification, faisabilité, Avant-Projet Sommaire / Avant-Projet Détaillé, conception détaillée, (planification de la) mise en œuvre ? Ce critère fait l'objet d'une notation. N/A : pas d'information, 1 : idée, 2 : identification réalisée, 3 : faisabilité réalisée, 4 : APS/APD réalisée, 5 : conception détaillée réalisée ou (planification de la) mise en œuvre. Seuil : les études d'identification doivent être réalisées. Les actions ne répondant pas à ce seuil sont disqualifiées.
9. Niveau des financements identifiés	Critère de certains fonds d'investissement climat : pas de substitution à des financements nationaux ou régionaux.	Quelle proportion du coût estimé du projet est couverte par les financements identifiés ? Les mesures pour lesquelles une convention de financement est signée sont considérées comme en cours de mise en œuvre et ne sont pas sélectionnées. Les mesures pour lesquelles un financement a été identifié pour tout ou partie du budget, mais non signé, ou pour lesquelles aucun financement n'a été identifié sont sélectionnées.
10. Faisabilité économique	Critère de certains fonds d'investissement climat : Requis pour déclencher une décision d'appui financier	La faisabilité des actions (critère 10) sera analysée au moment de leur sélection pour financement. Cette analyse sera conduite à partir des études de faisabilité produites par les pays pour chaque action, dans le cadre de leur préparation. Pour les actions pour lesquelles aucune étude de faisabilité n'a été produite, leur sélection dans le PIC vise à mobiliser des financements pour la conduite de ces études de faisabilité. Le montant associé recherché correspond à une portion du montant global indiqué pour ces actions.



2.2.2 Justification des actions sélectionnées

Cette section vise à fournir les principales justifications concernant la sélection ou la non-sélection des mesures au regard de leur contribution au renforcement de la résilience au changement climatique. La matrice présentée ci-après **croise** pour cela **les grands types d'activités sectorielles (en ligne) et les différents types de mesures d'adaptation (en colonnes)**. La matrice indique également les **risques de maladaptation liés à l'aggravation du bilan hydrique** ou de la vulnérabilité aux autres risques (avant dernière colonne) ainsi que la **possibilité de co-bénéfices en termes d'atténuation** (dernière colonne). Pour mémoire, les orientations fondamentales du SDAGE 2050 auxquels appartiennent les grands types d'actions sectorielles sont rappelées.

A noter que cette matrice ne concerne que la contribution au renforcement de la résilience (critères 1 et 2) ainsi que (en partie) le critère 4 sur les risques de maladaptation. Les autres critères sont considérés par ailleurs.

Les justifications pour chacune des mesures prise individuellement et pour les 8 autres critères sont fournies en Annexe 3.

A noter que les actions issues des programmes d'actions d'adaptation au changement climatique (CDN, PANA, PNA, PNACC, PIDACC, etc) contribuent de facto au renforcement de la résilience au changement climatique. L'enjeu de l'évaluation de ces actions se situe par contre au niveau des questions suivantes :

- ▶ Leur emprise géographique est-elle compatible avec le périmètre géographique du BFS ? (critère 3)
- ▶ Génèrent-elles de la maladaptation ? (critère 4)
- ▶ Est-ce qu'elles contribuent à la protection, la gestion et le développement des ressources en eau du BFS ? (critère 5)
- ▶ Sont-elles compatibles avec les documents stratégiques concernant le BFS ? (critère 6)



2. CADRAGE DE LA STRATEGIE D'ELABORATION DU PLAN D'INVESTISSEMENT CLIMAT

	Connaissances des aléas climatiques	Evaluation de la vulnérabilité	Intégration institutionnelle de l'adaptation	Réduction de vulnérabilité liée au stress hydrique	Réduction de la vulnérabilité liée aux inondations	Réduction de la vulnérabilité liée à la dégradation de la qualité de l'eau	Réduction de la vulnérabilité liée à la dégradation des sols	Réduction de la vulnérabilité liée à la dégradation des pâturages	Réduction de la vulnérabilité liée à la hausse du niveau de la mer	Renforcement de la résilience face au changement climatique	Risque d'aggravation du bilan hydrique	Non liée au changement climatique
OF 1 : Renforcer la gouvernance pour assurer une gestion intégrée des ressources en eau du BFS												
D.1.1 Renforcer la gouvernance institutionnelle du BFS												
D.1.2 Assurer le conseil aux filières agricoles du BFS												
D.1.3 Renforcer les capacités de gouvernance dans le BFS												
D.1.4 Appuyer la recherche sur la gestion intégrée des ressources en eau du BFS												
D.1.5 Renforcer le suivi des ressources en eau du BFS et de leurs usages												
OF 2 : Préserver les écosystèmes												
D.2.1 Renforcer les capacités, responsabiliser et sensibiliser les populations												
D.2.2 Poursuivre les politiques publiques environnementales												
D.2.3 Poursuivre les programmes de restauration et préservation des écosystèmes												
D.2.4 Gestion de la connaissance et suivi des ressources naturelles												
OF 3 : Protéger les populations												
D.3.1 Gérer le risque inondation dans le BFS												
D.3.2 Gérer le risque sécheresse dans le BFS												
D.3.3 Gérer le risque pollution dans le BFS												
OF 4 : Aménager les ressources en eau du BFS												
D.4.1 Aménager les ressources en eau du BFS dans le secteur agricole												
D.4.2 Aménager les ressources en eau du BFS dans le secteur énergétique												
D.4.3 Aménager les ressources en eau du BFS dans le secteur des transports												
D.4.4 Aménager les ressources en eau du BFS dans les secteurs de l'AEP et de l'assainissement												
OF 5: Valoriser les ressources en eau du BFS												
D.5.1 Accompagner, appuyer et structurer les filières usagères de l'eau du BFS												
D.5.2 Améliorer la transformation et la commercialisation des produits de l'utilisation de l'eau du BFS												
D.5.3 Innover pour réduire les impacts négatifs des usages de l'eau du BFS												



3 PLAN D'INVESTISSEMENT CLIMATIQUE VISANT A RENFORCER LA RESILIENCE CLIMATIQUE DANS LE BASSIN DU FLEUVE SENEGAL

3.1 PRESENTATION ET ARCHITECTURE

Le PIC consiste en une sélection d'actions, discriminées au regard des 9 premiers critères définis en section **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**. La sélection sera affinée au moment de la mobilisation des financements, par la confrontation des actions au dernier critère, concernant la faisabilité économique des projets (n°10). La justification de la sélection des actions est détaillée en Annexe E.

Le PIC a vocation à rester un document évolutif, dans lequel des actions pourront être intégrées dans le futur, selon le même processus de sélection.

La capacité des institutions du bassin à traiter des questions transcendant les secteurs, telles que le changement climatique, tant au niveau local, au niveau national qu'au niveau du bassin, **conditionne l'atteinte et la robustesse des résultats attendus de la mise en œuvre du PIC**. Pour cette raison, les mesures de renforcement institutionnel, les mesures de renforcement des capacités, et les mesures de renforcement des connaissances ont été isolées au sein d'**un paquet d'actions « Connaissances et Institutions »**. Sa mise en œuvre est présentée comme prioritaire afin de garantir la pleine efficacité du second paquet d'actions du PIC.

Le PIC comporte principalement des mesures d'adaptation, mais également des mesures d'atténuation, au titre de bénéfices collatéraux induits par des mesures d'adaptation. Il est ainsi organisé comme suit :

► **Paquet d'actions « Connaissances et Institutions » :**

1. Connaissance - Collecte et génération d'informations climatiques et hydrologiques. Outils de prévision des aléas climatiques et outils d'aide à la décision ;
2. Evaluation de la vulnérabilité - Communication, éducation et sensibilisation ;
3. Intégration de l'adaptation au changement climatique aux capacités, aux organes, et aux instruments de gestion des institutions nationales et régionales du bassin.

► **Paquet d'actions sectorielles contribuant à renforcer la résilience des populations et écosystèmes du bassin aux impacts du changement climatique identifiés dans le BFS :**

4. Mesures ciblant la vulnérabilité aux stress hydriques ;
5. Mesures ciblant la vulnérabilité aux inondations ;
6. Mesures ciblant la vulnérabilité à l'ensablement et à la dégradation des sols ;
7. Mesures ciblant la vulnérabilité à la dégradation des pâturages ;
8. Mesures ciblant la vulnérabilité à la dégradation des écosystèmes ;
9. Mesures ciblant la vulnérabilité à la dégradation de la qualité de l'eau ;
10. Mesures ciblant la vulnérabilité à la hausse du niveau de la mer ;
11. Mesures de renforcement de la capacité adaptative et de résilience (ex. : génération d'emplois, de revenus, etc.).



Dans sa version actuelle (décembre 2022), le Plan d'Investissement Climat du Bassin du Fleuve Sénégal comporte 114 actions, ainsi réparties :

Tableau 3-1 : Répartition des actions du PIC selon leur nature en termes d'adaptation

1. Améliorer les connaissances des aléas du changement climatique		Nombre d'actions
1.1	Améliorer la connaissance grâce à la collecte et la génération d'information, d'outils de prévention des aléas climatiques ;	18
1.2	Evaluer la vulnérabilité au travers d'actions de communication et de sensibilisation ;	9
1.3	Intégrer l'adaptation au changement climatique dans les politiques publiques ;	13
2. Mettre en place des actions multisectorielles de lutte et de résilience face au changement climatique		Nombre d'actions
2.1	Mesures pour réduire la vulnérabilité face au stress hydrique ;	13
2.2	Mesures pour réduire la vulnérabilité face aux inondations ;	11
2.3	Mesures pour réduire la vulnérabilité face à l'ensablement à et la dégradation des sols ;	5
2.4	Mesures pour réduire la vulnérabilité face à la dégradation des pâturages ;	2
2.5	Mesures pour réduire la vulnérabilité face à la dégradation des écosystèmes ;	3
2.6	Mesures pour réduire la vulnérabilité face à la dégradation de la qualité de l'eau ;	12
2.7	Mesures pour réduire la vulnérabilité face à la hausse du niveau de la mer ;	1
2.8	Mesures de résilience et de mitigation face aux impacts du changements climatiques.	27

Les deux tableaux ci-après regroupent les actions sélectionnées au sein des deux paquets du PIC, à l'issue du processus de sélection présenté en chapitre 2. Les actions sont organisées selon leur nature en matière d'adaptation / de résilience au changement climatique. Les actions du paquet « Connaissances et Institutions » sont celles validant le critère n°1. Les sous-catégories correspondent aux sous critères 1.1, 1.2 et 1.3. Les actions du second paquet sont celles relevant du critère n°1. Les sous-catégories sont également identiques.

A noter que certaines actions peuvent appartenir à plusieurs catégories de mesures d'adaptation ; dans ce cas, elles ont été affectées à la catégorie pour laquelle la contribution est la plus significative.



3.2 MESURES SELECTIONNEES

MESURES DU PLAN D'INVESTISSEMENT CLIMAT DU BFN – PAQUET CONNAISSANCES ET INSTITUTIONS

N° Action	Libellé de l'action	Coût total de l'action (Millions €)	Coût total de l'action (Milliards FCFA)	Ventilation des coûts sur la période 2023 - 2028 (Millions €)	Ventilation des coûts sur la période 2029 - 2033 (Millions €)
1. Améliorer les connaissances des aléas du changement climatique					
1.1. Améliorer la connaissance grâce à la collecte et la génération d'information, d'outils de prévention des aléas climatiques					
1.1.1	Mettre en place des fonds de recherche sur des sujets relatifs à l'amélioration de la productivité agricole résiliente au CC dans le BFS	10,0	6 583	5,0	5,0
1.1.2	Organiser l'innovation et la recherche au niveau institutionnel pour le suivi de la qualité de l'eau	0,5	342	0,3	0,3
1.1.3	Mettre en place des normes d'accréditations des laboratoires et accompagner la construction de nouveaux laboratoires	0,5	329	0,3	0,3
1.1.4	Mettre à jour les stations et la connaissance des zones à risque pour la qualité et quantité des eaux superficielles et souterraines	1,0	658	0,5	0,5
1.1.5	Automatiser les stations de mesures et renforcer le réseau de suivi de la quantité et de la qualité des eaux souterraines et de surface	0,5	346	0,3	0,3
1.1.6	Mettre en place un système de suivi, de contrôle et d'évaluation technique et financier des performances de gestion, d'exploitation et de la maintenance des équipements d'AEP	0,9	596	0,8	0,2
1.1.7	Mettre en place un système de surveillance des maladies hydriques en lien avec les systèmes nationaux existant	0,5	329	0,5	0,0
1.1.8	Renforcer et pérenniser le réseau des mesures et le suivi hydrométrique des crues	1,0	629	0,5	0,5
1.1.9	Gérer, valoriser, capitaliser et diffuser l'information	1,0	658	0,5	0,5
1.1.10	Caractériser les aléas pour mieux maîtriser le risque inondation	5,0	3 292	2,5	2,5
1.1.11	Suivre le niveau piézométrique des nappes	0,5	349	0,3	0,3
1.1.12	Mettre en place un SIE au sein de l'OMVS et des pays membres comme outil de décision pour la gestion quantitative et qualitative des ressources en eau	1,5	987	0,8	0,8



3. PLAN D'INVESTISSEMENT CLIMATIQUE VISANT A RENFORCER LA RESILIENCE CLIMATIQUE DANS LE BASSIN DU FLEUVE SENEGAL

N° Action	Libellé de l'action	Coût total de l'action (Millions €)	Coût total de l'action (Milliards FCFA)	Ventilation des coûts sur la période 2023 - 2028 (Millions €)	Ventilation des coûts sur la période 2029 - 2033 (Millions €)
1.1.13	Mettre en place un dispositif de suivi et collecte des données statistiques sur l'agriculture, la pêche, l'élevage et la foresterie à l'échelle du bassin	5,0	3 292	2,5	2,5
1.1.14	Mettre en place un système d'information cartographique sur les aménagements hydroagricoles et pastoraux, les plans d'eau et les sites aquacoles du bassin	8,0	5 266	5,5	2,5
1.1.15	Renforcer les connaissances de base et développer des systèmes d'information et d'observation systématique sur les aspects socio-économiques des écosystèmes du bassin	1,3	878	0,7	0,7
1.1.16	Renforcer l'observatoire de la DEDD sur la gestion des ressources agricoles	2,0	1 317	2,0	0,0
1.1.17	Développer les TIC	30,0	19 749	15,0	15,0
1.1.18	Assurer les services numériques	25,0	16 458	12,5	12,5
1.2. Evaluer la vulnérabilité au travers d'actions de communication et de sensibilisation					
1.2.1	Assurer le conseil de proximité dans le BFS	22,0	14 483	11,0	11,0
1.2.2	Mettre en place des plateformes d'intermédiations entre les acteurs des filières	2,0	1 317	1,5	0,5
1.2.3	Former les pêcheurs en gestion durable des ressources	5,0	3 292	2,5	2,5
1.2.4	Former les agriculteurs en gestion durable des ressources	5,0	3 292	2,5	2,5
1.2.5	Former les éleveurs en gestion durable des ressources	5,0	3 292	2,5	2,5
1.2.6	Former les forestiers en gestion durable des ressources	5,0	3292	2,5	2,5
1.2.7	Sensibiliser et responsabiliser les populations locales sur la protection des composantes de l'environnement	5,0	3 292	2,5	2,5
1.2.8	Sensibiliser et former les élus locaux à l'utilisation solaire et éolienne	2,0	1 317	1,0	1,0
1.2.9	Informier et sensibiliser la population pour l'élimination de la DAL	5,0	3 292	2,5	2,5
1.3. Evaluer la vulnérabilité au travers d'actions de communication et de sensibilisation					
1.3.1	Renforcer les initiatives de sécurisation du foncier	2,0	1 317	1,0	1,0
1.3.2	Elaborer un code ou charte de résolution des conflits agricoles	2,0	1 317	1,0	1,0
1.3.3	Mettre en place une cellule qualité de l'eau à l'OMVS	1,0	658	1,0	0,0
1.3.4	Appuyer la mise en place d'une police de l'eau et de l'environnement dans les pays membres de l'OMVS	2,0	1317	1,0	1,0
1.3.5	Elaborer une Charte des eaux souterraines en coordination avec l'OMVG sur les aquifères présents dans le BFS	2,0	1317	1,0	1,0



N° Action	Libellé de l'action	Coût total de l'action (Millions €)	Coût total de l'action (Milliards FCFA)	Ventilation des coûts sur la période 2023 - 2028 (Millions €)	Ventilation des coûts sur la période 2029 - 2033 (Millions €)
1.3.6	Généraliser et mettre à jour des plans directeurs de développement de l'irrigation dans le BFS	4,0	2633	4,0	0,0
1.3.7	Renforcer la coopération énergétique au niveau régional	1,5	987	1,0	0,5
1.3.8	Renforcer la gestion de PPP fiables et durables	1,0	658	0,5	0,5
1.3.9	Harmoniser les textes législatifs et réglementaires pour l'assainissement dans chacun des pays de l'OMVS	0,5	329	0,5	0,0
1.3.10	Améliorer les performances des services d'encadrement dans les agences d'exécution des projets OMVS	10,0	6583	5,0	5,0
1.3.11	Renforcer les capacités des acteurs impliqués dans la gestion, l'exploitation et la maintenance des systèmes d'eau potable	0,5	329	0,3	0,3
1.3.12	Renforcer les capacités des acteurs impliqués dans la gestion, l'exploitation et la maintenance des systèmes d'assainissement	0,5	329	0,3	0,3
1.3.13	Instaurer une coopération des pays membres OMVS basée sur les accords réciproques en matière de pêche, d'élevage, d'agriculture et de foresterie	0,5	329	0,5	0,0



MESURES DU PLAN D'INVESTISSEMENT CLIMAT DU BFN – PAQUET ACTIONS MULTISECTORIELLES DE RESILIENCE FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

N° Action	Libellé de l'action	Coût total de l'action (Millions €)	Coût total de l'action (Milliards FCFA)	Ventilation des coûts sur la période 2023 - 2028 (Millions €)	Ventilation des coûts sur la période 2029 – 2033 (Millions €)
2. Mettre en place des actions multisectorielles de lutte et de résilience face au changement climatique					
2.1 Mettre en place des actions pour réduire la vulnérabilité face au stress hydrique ;					
2.1.1	Renforcer les connaissances de base et développer des systèmes d'information et d'observation systématique pour les zones sujettes à la sécheresse et à la désertification	1,3	878	0,0	1,3
2.1.2	Réhabiliter les infrastructures hydroagricoles existantes	390,0	256741	195,0	195,0
2.1.3	Etendre et construire les aménagements hydroagricoles en Guinée	65,0	42790	32,5	32,5
2.1.4	Etendre et construire les aménagements hydroagricoles au Mali	60,0	39499	30,0	30,0
2.1.5	Etendre et construire les aménagements hydroagricoles en Mauritanie	700,0	460 817	350,0	350,0
2.1.6	Etendre et construire les aménagements hydroagricoles au Sénégal	1 000,0	658 310	500,0	500,0
2.1.7	Installer des stations de pompage pour l'irrigation, connectées aux réseaux électriques	122,0	80 314	61,0	61,0
2.1.8	Mise en service du barrage de Gouina	0,0	0	0,0	0,0
2.1.9	Mise en service du barrage de Koukoutamba	32,5	21 395	16,3	16,3
2.1.10	Mise en service du barrage de Goubassi	26,0	17 116	13,0	13,0
2.1.11	Installer des stations de pompage pour l'irrigation, connectées aux réseaux électriques	122,0	80 314	61,0	61,0
2.1.12	Moderniser les méthodes et systèmes d'irrigation	75,0	49 373	37,5	37,5
2.1.13	Accroître la disponibilité des semences améliorées des cultures de diversifications	20,0	13 166	10,0	10,0
2.2 Mettre en place des des actions pour réduire la vulnérabilité face aux inondations ;					
2.2.1	Appliquer le plan d'alerte existant	0,3	180	0,1	0,1
2.2.2	Mettre en place un système d'alerte précoce sur tout le bassin	2,0	1 317	0,0	2,0
2.2.3	Développer des plans de vulnérabilité aux risques d'inondations (PVRI) au niveau du bassin	2,0	1 317	0,0	2,0
2.2.4	Coordonner les actions des différents acteurs pour la gestion de crise	0,5	329	0,3	0,3
2.2.5	Renforcer l'information préventive et développer la conscience du risque d'inondation	0,5	329	0,3	0,3



N° Action	Libellé de l'action	Coût total de l'action (Millions €)	Coût total de l'action (Milliards FCFA)	Ventilation des coûts sur la période 2023 - 2028 (Millions €)	Ventilation des coûts sur la période 2029 - 2033 (Millions €)
2.2.6	Optimiser la gestion de Manantali et de Gourbassi pour l'écrêtement des crues face aux nouveaux enjeux	0,5	329	0,5	0,0
2.2.7	Prévoir les modalités de régulation des futurs barrages	1,5	987	1,5	0,0
2.2.8	Valoriser les zones d'expansion de crues	0,0	0	0,0	0,0
2.2.9	Limiter les impacts négatifs des ouvrages de protection contre les inondations	2,7	1 755	1,3	1,3
2.2.10	Améliorer la gestion des digues de protection existantes	0,3	219	0,2	0,2
2.2.11	Mieux maîtriser l'urbanisation en zone inondable	0,2	110	0,0	0,2
2.3 Mettre en place des actions pour réduire la vulnérabilité face à l'ensablement à et la dégradation des sols ;					
2.3.1	Gérer les sols et restaurer le couvert végétal	10,5	6 912	5,3	5,3
2.3.2	Mesurer les impacts d'érosion, d'ensablement sur la structure et la biodiversité des sols	0,7	439	0,3	0,3
2.3.3	Renforcer le réseau des Aires Protégées	3,0	1 975	1,5	1,5
2.3.4	Augmenter la surface des puits de carbone tels que les forêts en formation, les tourbières, etc.	2,0	1 317	1,0	1,0
2.3.5	Mettre en place des pépinières de production d'essences locales pour la restauration réhabilitation des paysages forestiers dégradés	5,0	3 292	2,5	2,5
2.4 Mettre en place des actions pour réduire la vulnérabilité face à la dégradation des pâturages ;					
2.4.1	Prévoir des parcours de bétail dans les aménagements pour l'accès à l'eau et assurer une meilleure transhumance dans le bassin	33,3	21 944	16,7	16,7
2.4.2	Introduire les cultures fourragères et créer des réseaux de producteurs des semences fourragères pour l'intensification des productions animales	50,0	32 916	25,0	25,0
2.5 Mettre en place des actions pour réduire la vulnérabilité face à la dégradation des écosystèmes ; ;					
2.5.1	Protéger les forêts classées et les aires protégées	2,0	1 317	1,0	1,0
2.5.2	Améliorer la gestion des AP par la mise en œuvre d'une délégation de gestion PPP	8,0	5 266	4,0	4,0
2.5.3	Mettre en place une gestion forestière intégrée et un suivi des exploitations forestières	10,0	6 583	5,0	5,0
2.6 Mettre en place des actions pour réduire la vulnérabilité face à la dégradation de la qualité de l'eau					
2.6.1	Lutter contre la prolifération des végétaux aquatiques	2,0	1 317	1,0	1,0
2.6.2	Elaborer des plans stratégiques de lutte contre les maladies animales liées à l'eau	2,0	1 317	1,0	1,0



3. PLAN D'INVESTISSEMENT CLIMATIQUE VISANT A RENFORCER LA RESILIENCE CLIMATIQUE DANS LE BASSIN DU FLEUVE SENEGAL

N° Action	Libellé de l'action	Coût total de l'action (Millions €)	Coût total de l'action (Milliards FCFA)	Ventilation des coûts sur la période 2023 - 2028 (Millions €)	Ventilation des coûts sur la période 2029 - 2033 (Millions €)
2.6.3	Sensibiliser les groupements miniers sur les dangers de l'utilisation des métaux lourds (mercure, cyanure) et des explosifs	8,0	5 266	6,0	2,0
2.6.4	Créer/dynamiser les organisations professionnelles des orpailleurs	1,0	658	1,0	0,0
2.6.5	Définir les couloirs et les parcelles d'orpaillage	4,0	2 633	4,0	0,0
2.6.6	Créer un cadre de concertation régional sur les EMAPE	1,0	658	1,0	0,0
2.6.7	Former sur l'usage des intrants agricoles	2,0	1 317	1,0	1,0
2.6.8	Suivre les micropolluants et les métaux lourds dans les eaux superficielles et souterraines	2,0	1 317	1,0	1,0
2.6.9	Inventorier l'ensemble des sites et les pratiques de l'orpaillage au niveau des cours d'eau	1,0	658	0,5	0,5
2.6.10	Mettre en place un plan d'alerte et de prévention contre les pollutions du fleuve	2,0	1 317	1,0	1,0
2.6.11	Promouvoir l'assainissement industriel	100,0	65 831	50,0	50,0
2.6.12	Renforcer la prévention de l'exposition de la population aux pesticides et aux produits issus de l'orpaillage	1,0	658	0,5	0,5
2.7 Mettre en place des actions pour réduire la vulnérabilité face à la hausse du niveau de la mer					
2.7.1	Construction d'aménagements de protection sur des sites pilotes	10,0	6 583	0,0	10,0
2.8 Mettre en place des actions de résilience et de mitigation face aux impacts du changements climatiques					
2.8.1	Etude pour la mise en place de centrales solaires et éoliennes dans le bassin	0,5	329	0,3	0,3
2.8.2	Création de micro réseaux avec source solaire pour les petits villages	5,0	3 292	2,5	2,5
2.8.3	Etude de nouveaux barrages sur les affluents non contrôlés	0,5	329	0,3	0,3
2.8.4	Proposer des alternatives à l'utilisation d'énergie fossile dans les sites miniers et industriels sur 3 sites miniers	1,0	658	0,5	0,5
2.8.5	Mettre en place un site pilote de stockage d'énergie au travers des STEPs et centrales hydroélectriques	2,0	1 317	1,0	1,0
2.8.6	Promouvoir les foyers améliorés dans le BFS	10,0	6 583	5,0	5,0
2.8.7	Valoriser le typha et les résidus de culture pour limiter la pression sur les ressources ligneuses au travers de 15 projets pilotes	2,0	1 317	1,0	1,0
2.8.8	Réduire la consommation énergétique avec des équipements basse consommation et sensibiliser les populations sur la basse consommation	10,0	6 583	5,0	5,0



N° Action	Libellé de l'action	Coût total de l'action (Millions €)	Coût total de l'action (Milliards FCFA)	Ventilation des coûts sur la période 2023 - 2028 (Millions €)	Ventilation des coûts sur la période 2029 - 2033 (Millions €)
2.8.9	Améliorer l'efficacité énergétique des habitations par la promotion des matériaux de construction à faible conductibilité thermique au travers de 15 projets pilotes	5,0	3 292	2,5	2,5
2.8.10	Etendre la navigabilité sur le fleuve Sénégal et mise en œuvre du SITRAM	1,2	790	1,0	0,2
2.8.11	Construire au moins 10 ports fluviaux et des plateformes multimodales	16,0	10 533	14,0	2,0
2.8.12	Mettre en place une flotte de transport fluvial	1,6	1 053	1,4	0,2
2.8.13	Construire / réhabiliter des infrastructures d'alimentation en eau potable (AEP) dans les zones urbaines et rurales et renforcer le suivi des travaux.	1 700,0	1 119 127	850,0	850,0
2.8.14	Assurer et optimiser la mobilisation des eaux de surface	4,5	2962	2,3	2,3
2.8.15	Construire/ Réhabiliter des infrastructures d'assainissement de base pour la population des centres et des zones rurales du bassin et renforcer le suivi des travaux	2 666,7	1 755 493	1333,3	1333,3
2.8.16	Planifier et concevoir des solutions optimales pour une bonne exécution des infrastructures d'approvisionnement en eau potable pour la population des zones urbaines et rurales	57,0	37 524	28,5	28,5
2.8.17	Planifier et concevoir des solutions optimales pour une bonne exécution des infrastructures d'assainissement de base pour la population des zones urbaines et rurales	70,0	46 082	35,0	35,0
2.8.18	Equiper les agriculteurs, pêcheurs, éleveurs et forestiers dans le bassin du fleuve Sénégal	20,0	13 166	10,0	10,0
2.8.19	Maintenir l'équilibre avec la culture de décrue pour assurer la sécurité alimentaire et nutritionnelle	10,0	6 583	5,0	5,0
2.8.20	Intensifier les cultures à forte valeur ajoutée	15,0	9 875	7,5	7,5
2.8.21	Développer les chaînes de valeur prometteuses	26,7	17 555	13,3	13,3
2.8.22	Développer les systèmes d'élevage intégrés	20,0	13 166	10,0	10,0
2.8.23	Former les organisations professionnelles sur la productivité agricole, la négociation et financement, la réglementation environnementale et les services	2,0	1 317	1,0	1,0
2.8.24	Construire des systèmes agro-forestiers productifs et résilients au travers de 20 projets pilotes	7,5	4 937	3,8	3,8
2.8.25	Empoisonner 20 points d'eau dans le bassin du fleuve avec des espèces appropriées	1,5	987	0,8	0,8
2.8.26	Mettre en place 5 systèmes de reproduction artificielle (écloseries)	2,0	1 317	1,0	1,0
2.8.27	Aménager des fermes piscicoles et des débarcadères dans les zones du bassin du fleuve	10,0	6 583	5,0	5,0



3.3 RESULTATS ET IMPACTS ATTENDUS DU PIC -

3.3.1 Résultats attendus et suivi de la mise en œuvre

RESULTATS ATTENDUS ET SUIVI DE LA MISE EN ŒUVRE

Suite à cette phase de conception, le PIC basculera dans une phase de mise en œuvre dans les mois qui viennent. Ce plan reconnaît la nécessité pour l'OMVS de développer un solide programme de suivi et évaluation de la mise en œuvre des actions pour appuyer la responsabilisation et le retour d'expérience. Un tel programme comprendra : **un cadre de résultats afin d'identifier les impacts attendus du PIC** dans son ensemble et des actions individuelles (y compris la relation de cause à effet entre le contenu des actions et ces résultats) ; et des indicateurs d'avancement visant à suivre l'atteinte progressive des résultats attendus énoncés dans la chaîne de résultats.

L'OMVS travaillera en consultation étroite avec les pays et les partenaires au développement du cadre de résultats et des indicateurs associés. Il s'agira de s'assurer de leur cohérence avec les indicateurs des projets et programmes que le PIC intègre, tels que ceux du SDAGE 2050, du PARACI, du projet Navigation. **Le Tableau 3-2 ci-dessous propose une liste d'indicateurs de résultats envisageables visant à mesurer et renseigner les impacts attendus du PIC.** Les pays et les partenaires pourront s'en inspirer afin d'établir une sélection des indicateurs les plus pertinents.

Tableau 3-2 : Liste d'indicateurs de résultats du PIC

Indicateurs de résultats	Nature des mesures correspondantes
Le nombre de bénéficiaires (directs/indirects) affectés	Toutes
Le nombre de stations climatologiques, hydrologiques ou hydrogéologiques installées ou réhabilitées.	Mesures de renforcement de la connaissance de l'aléa climatologique / hydrologique (catégorie 1 du PIC)
Le nombre d'outils d'aide à la décision développés (prévision, alerte précoce, modélisation hydraulique / allocation)	Mesures de renforcement de la connaissance de l'aléa climatologique / hydrologique (catégorie 1 du PIC)
Le nombre de personnes sensibilisés au CC	Mesures de communication et de sensibilisation (catégorie 2 du PIC)
Le nombre de personnels formés à l'adaptation au CC	Mesures de renforcement des capacités (catégorie 3 du PIC)
Volume d'eau total mobilisé	Capacité d'adaptation au stress hydrique
Superficies nouvellement irriguées / réhabilitées (ha)	Aménagements hydro-agricoles (catégories 4 et 11)
Tonnage de production agricole, piscicole, pastorales	Augmentation de la production agricole, pastorale, piscicole
Nombre de schéma d'adduction EP / assainissement EU ou infrastructures associées	Mesures de lutte contre la dégradation de la qualité de l'eau (catégorie 6 du PIC)
Couloirs de transhumance aménagés (km)	Mesures de lutte contre la dégradation des pâturages (catégorie 8 du PIC)
Nombre de points d'eau pastoraux	Aménagements d'hydrauliques pastorales (catégories 4 et 8 du PIC)
Nombre d'actions de protection contre les inondations (digues, ouvrages de stockage, etc.)	Ouvrages hydrauliques, activités de dragages, etc (catégories 5 et 7 du PIC)
Superficies protégées / réhabilitées / reboisées (forêts, espaces protégés, sources etc.) (ha)	Mesures de protection des écosystèmes du BFN, de lutte contre l'érosion, de lutte contre l'ensablement, de lutte contre la dégradation de la qualité de l'eau (catégories 6, 7, 8 et 9 du PIC)
Linéaire de fleuve entretenu/réhabilité pour la navigation (km)	Mesures de lutte contre l'ensablement et de renforcement de la résilience (catégories 6 et 11)
Linéaire de littoral protégé (km)	Mesures de protection des zones côtières (catégorie 10 du PIC)



Indicateurs de résultats	Nature des mesures correspondantes
Nombres de pêcheurs installés / aidés.	Mesures de développement de l'aquaculture (catégorie 11 du PIC)
MW/GW installés ou réhabilités	Aménagements hydroélectriques (catégories 4, 5 et 11 du PIC)
Nombre de mesures prenant en compte le Genre	Toutes

Les indicateurs de résultats n'ont pas pu être estimés de façon consolidée à ce stade.

3.3.2 Programme d'évaluation

Le PIC comprendra également un programme d'évaluation, qui est une analyse distincte, basée sur le cadre de résultats et les indicateurs associés et sur la collecte et l'analyse de données indépendantes complémentaires. Un programme d'évaluation analyse pourquoi et comment les résultats ont été atteints, ce qui a bien fonctionné ou n'a pas bien fonctionné, et quel type d'améliorations dans la conception ou la mise en œuvre du Plan pourrait améliorer les résultats. Le fait d'inclure un mécanisme d'évaluation de l'impact dans la mise en œuvre de ce plan améliore la compréhension empirique des approches et des pratiques qui ont le mieux réussi à renforcer la résilience dans le bassin du Sénégal. L'intégration de ce retour d'expérience dans le cycle d'apprentissage du programme aidera l'OMVS à renforcer les capacités nécessaires dans la région (à la fois aux niveaux national et local) en termes de suivi et évaluation des investissements visant au renforcement de la résilience au changement climatique.

3.4 STRATEGIE DE MISE EN ŒUVRE

3.4.1 Leçons apprises du SDAGE 2010

Une évaluation du SDAGE 2010 a été réalisée au préalable de l'élaboration du présent SDAGE 2050. En effet, afin d'améliorer la mise en œuvre du SDAGE révisé, il est important de prendre en compte les leçons apprises de cette évaluation, qu'elles soient positives ou négatives :

- Il faut assurer un renforcement de capacités techniques et financières des points focaux des cellules nationales de l'OMVS dans le plaidoyer, la communication et l'accompagnement auprès des Directions Nationales des Etats membres, des ONG, des associations et du secteur privé. Ce renforcement de capacités pourrait être prévu dans le budget de suivi-évaluation.
- Une meilleure articulation entre les activités de l'OMVS et les nouvelles politiques des Etats membres doit être mise en place. Cela permettra une mise en cohérence entre les activités de l'OMVS et les différentes visions politiques de développement des Etats membres. Cette prise en compte pourrait être réalisée lors de l'élaboration des politiques sectorielles des Ministères des 4 Etats membres et profiter de ces événements pour communiquer sur les objectifs du SDAGE et leur potentiel application dans les programmes politiques.
- Une campagne de communication du SDAGE doit être assurée tous les ans minimum. Les cellules nationales de l'OMVS doivent communiquer au sein des Directions Nationales sur les préconisations du SDAGE. Les Directions Nationales quant à elles doivent partager les actions mises en œuvre ainsi que les informations financières relatives aux projets qu'elles ont mises en place. Cette communication pourra être réalisée lors des ateliers nationaux proposés plus haut. Aussi, le point focal jouerait un rôle de médiateur dans les échanges entre les Directions Nationales et le Haut-Commissariat et assurera une proximité certaine avec les acteurs locaux du BFS.
- Développer des déclinaisons du SDAGE en SAGE à l'échelle locale permettant un meilleur suivi d'actions menées localement et des résultats plus concrets. Le dernier SDAGE a montré de bons résultats au niveau des SAGE pilotes mis en œuvre. Cette tendance doit être mise en place à l'échelle de chaque sous bassin, en référence au SDAGE à l'échelle du BFS.



- Mettre en place des actions bénéfiques à l'égalité des genres et à l'autonomisation des femmes. Améliorer a prise en compte de la gouvernance foncière au travers d'une charte foncière à l'échelle du BFS.
- L'OMVS pourrait se doter de certaines capacités de suivi comme la télédétection, qui permet de vérifier les infos de terrain (concernant les superficies irriguées, le suivi des zones humides ou de l'aménagement du territoire).
- Pour les financements, l'OMVS doit penser à développer des projets et activités avec un système d'autofinancement. Ces financements pourraient provenir des revenus des ventes d'électricité des barrages existants et projetés pour limiter la dépendance de son budget auprès des Etats membres et des bailleurs de fonds.
- Concernant le mécanisme de suivi-évaluation nécessaire :
 - Assurer un budget dès le début du SDAGE consacré au suivi-évaluation du projet. L'OMVS pourra ainsi mettre en place au sein de l'unité suivi Evaluation du Haut-Commissariat une cellule dédiée au S&E du SDAGE. Cette cellule travaillerait en étroite collaboration avec les cellules nationales qui à leur tour seront les relais directs auprès des Directions nationales. Le mandat de la cellule dédié serait :
 - de mettre en place le plan de suivi évaluation du SDAGE ;
 - de mettre en place un dispositif informatisé de suivi évaluation ;
 - d'assure le suivi de la mise en œuvre des actions du SDAGE.
 - Son rôle serait de piloter les points focaux OMVS dans chaque pays et de rendre compte des résultats auprès du Haut-Commissariat et des parties prenantes. De plus, le budget devra également prendre en compte le financement d'ateliers annuels de suivi afin de rendre compte des avancements dans les 4 Etats membres.
 - La définition d'un cadre de gestion du SDAGE avec la définition claire des rôles et responsabilités du Haut-Commissariat, des cellules nationales de l'OMVS, des Directions Nationales, des Comités de Bassin et UGP est essentielle. Ce cadre de gestion ferait partie intégrante des campagnes de communication. Il pourrait être un comité de pilotage qui se réunit annuellement qui aura l'avantage de suivre effectivement les avancées de la mise en œuvre mais aussi servir de cadre de communication et vulgarisation du SDAGE.
 - Le suivi des actions mises en place dans chaque Directions Nationales doit être réalisé au sein même de ces Directions dans les cellules de suivi de projet ou de statistiques puis récoltées par les Cellules Nationales de l'OMVS.
 - Un outil de collecte des données tel qu'un système d'information doit être mis en place au travers d'un logiciel de collecte de données et donc d'un dispositif de suivi informatisé de suivi-évaluation permettant d'obtenir en temps réel ou de manière mensuelle les informations et permettant d'obtenir les résultats par pays et sous-bassin versant au travers d'un tableau de bord et d'assurer un suivi simple et efficace.
 - Le suivi-évaluation de qualité permet d'adapter régulièrement les réalisations à venir du SDAGE aux succès et problèmes rencontrés.

3.4.2 Cadre institutionnel de mise en œuvre du PIC

3.4.2.1 Cellule PIC à l'OMVS

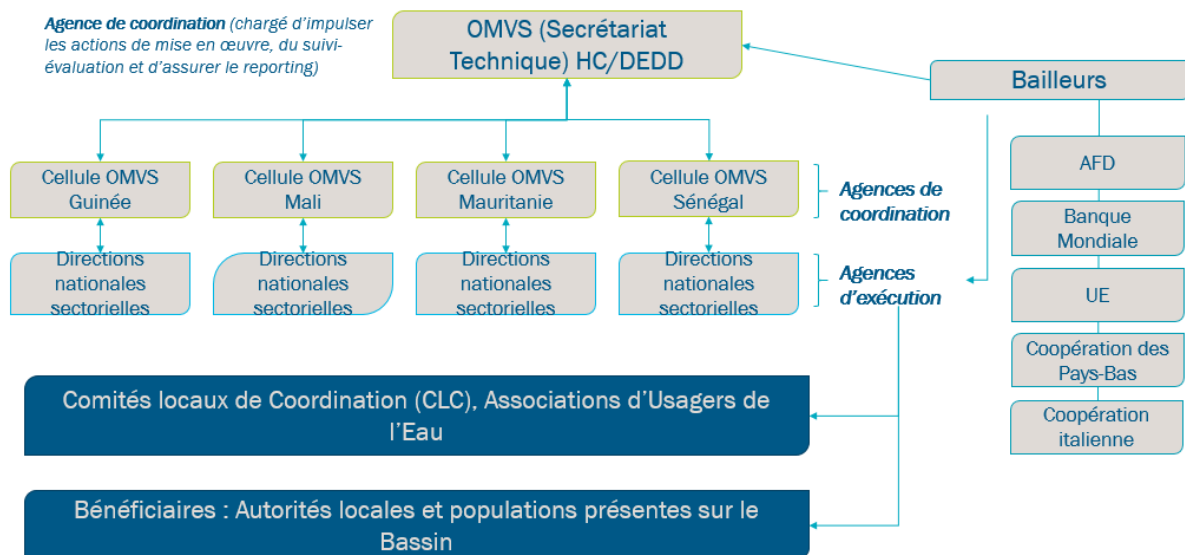
Attributions des responsabilités suivantes :

- Donner les orientations politiques claires de mise en œuvre du PIC ;
- Organiser des réunions périodiques de concertation pour orienter les actions gouvernementales vers l'atteinte des objectifs des axes stratégiques du PIC;



- Développer les relations de partenariat avec les partenaires techniques et financiers pour la mobilisation des fonds et l'opérationnalisation de la stratégie ;
- Veiller à l'application des engagements internationaux en matière de changement climatique en relation avec le Plan Sénégal Emergent, la vision Guinée 2040 et l'Agenda de l'Union Africaine 2063 ;
- Appuyer la formulation de plans d'adaptation sectoriels relatifs au changement climatique;
- Assurer l'intégration du Changement climatique dans les politiques, plans, programmes et projets de développement sectoriels de l'OMVS;
- Amener les décideurs à s'impliquer davantage dans la mobilisation des moyens nécessaires à la réalisation des objectifs de la stratégie ;
- Faire de la stratégie nationale du CC une opportunité de renforcer la gouvernance;
- Faire de la stratégie une opportunité de rendre le développement économique et social sobre en carbone et résilient aux impacts de changement climatique.
- Initier des politiques adéquates d'adaptation aux conséquences néfastes des changements climatiques et d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre dans le bassin du fleuve Sénégal.

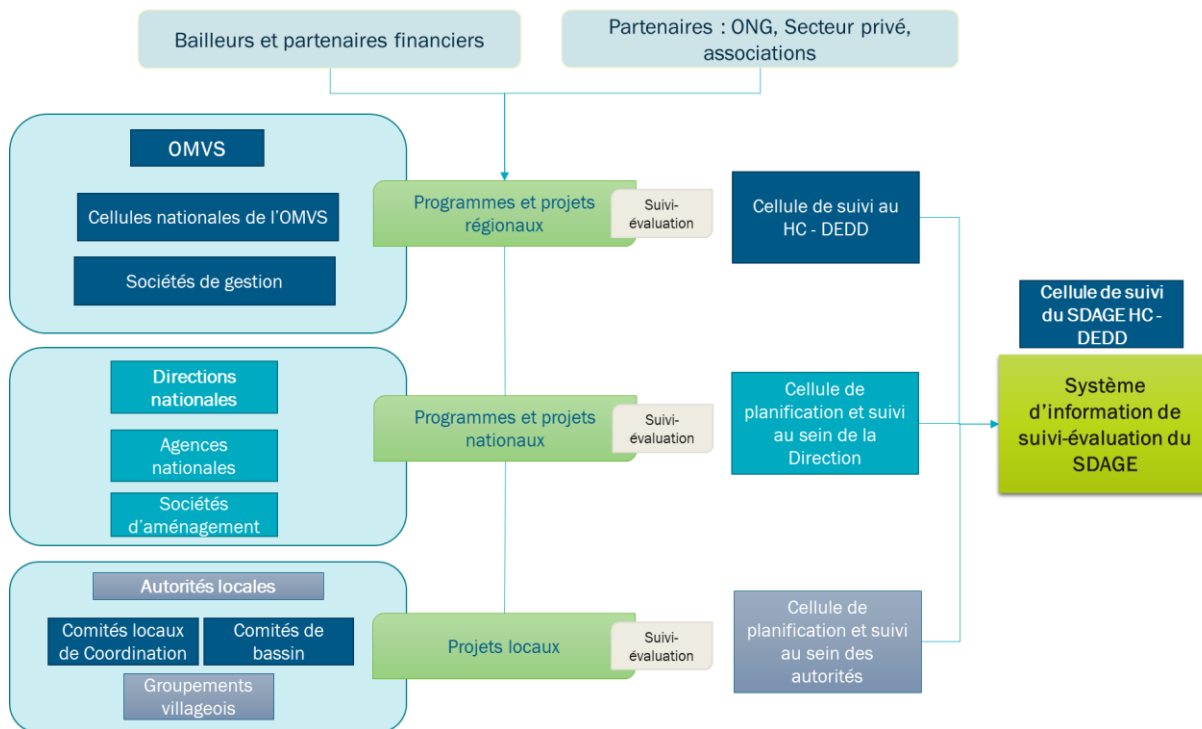
Figure 3-1 : Cadre institutionnel de mise en œuvre du PIC



Tout comme le SDAGE, le PIC se positionnera sur la même base institutionnelle. La DEDD du Haut-commissariat devra assurer la coordination de la mise en œuvre du PIC.



Figure 3-2 : Cadre de suivi évaluation du PIC





4 FINANCEMENT DU PLAN D'INVESTISSEMENT CLIMAT

4.1 COUT DU PLAN D'INVESTISSEMENT CLIMAT

Plan d'Investissement Climatique		Ventilation des coûts (Euros)			
OF	Disposition / Mesures	Coûts (Millions Euros)	Coûts (Millions FCFA)	2023 - 2028	2029 - 2033
1. Améliorer les connaissances des aléas du changement climatique		249,5	117027	95,7	82,1
1.1	Améliorer la connaissance grâce à la collecte et la génération d'information, d'outils de prévention des aléas climatiques ;	166,0	62058	50,2	44,1
1.2	Evaluer la vulnérabilité au travers d'actions de communication et de sensibilisation ;	56,0	36865	28,5	27,5
1.3	Intégrer l'adaptation au changement climatique dans les politiques publiques ;	27,5	18104	17,0	10,5
2. Mettre en place des actions multisectorielles de lutte et de résilience face au changement climatique		7542,4	4971825	3781,5	3761,0
2.1	Mettre en place des actions pour réduire la vulnérabilité face au stress hydrique ;	2613,8	1720713	1306,3	1307,6
2.2	Mettre en place des des actions pour réduire la vulnérabilité face aux inondations ;	10,4	6873	4,1	6,3
2.3	Mettre en place des actions pour réduire la vulnérabilité face à l'ensablement à et la dégradation des sols ;	21,2	13934	10,6	10,6
2.4	Mettre en place des actions pour réduire la vulnérabilité face à la dégradation des pâturages ;	83,3	54859	41,7	41,7
2.5	Mettre en place des actions pour réduire la vulnérabilité face à la dégradation des écosystèmes ;	20,0	13166	10,0	10,0
2.6	Mettre en place des actions pour réduire la vulnérabilité face à la dégradation de la qualité de l'eau ;	126,0	82947	68,0	58,0
2.7	Mettre en place des actions pour réduire la vulnérabilité face à la hausse du niveau de la mer ;	0,0	6583	0,0	0,0
2.8	Mettre en place des actions de résilience et de mitigation face aux impacts du changements climatiques.	4667,6	3072750	2340,8	2326,8
TOTAL		7 792,0	5 088 852	3 877,1	3 843,0

4.2 SOURCES ET MECANISMES DE FINANCEMENTS

Les sources et mécanismes de financement seront discutés et échangés lors de l'atelier de validation. Elles pourront être distinguées comme suit :



- Ressources internes :
 - Contribution financière des Etats membres de l'OMVS et des bénéficiaires des actions dans la mise en œuvre du PIC ;
 - Contributions financières des banques nationales ;
- Contribution des autres partenaires techniques et financiers (PTF) :
 - Fond Vert Climat ;
 - Fonds pour l'Environnement Mondial / Fonds Spécial pour le Changement climatique ;
 - Fonds pour l'Adaptation ;
 - Bailleurs Européens (AFD, Union Européenne...), Africains (Banque Islamique de Développement, Banque Africaine de Développement) ;
- Autres ressources :
 - Le Paiement des Services Ecosystémiques ;
 - Le fonds REDD + ;
 - Le Mécanisme de Compensation ;
 - Les Financements liés à l'allégement de la dette ;
 - Le Mécanisme de Développement Propre (MDP) pour la compensation du carbone forestier.



5 PROCHAINES ETAPES

Après validation du PIC, l'OMVS en collaboration avec les Etats membres devront assurer la présentation du PIC auprès d'une table ronde des bailleurs (une première présentation a notamment été réalisée lors de la COP27 en Egypte). Afin de mobilisation des financements, l'OMVS devra élaborer une stratégie de mobilisation des ressources financières, qu'elles soient internes ou externes. Puis s'en suivra la mise en œuvre des actions du PIC sur la période de 10 ans 2023 – 2033 avec un suivi rapproché d'une cellule dédiée au suivi-évaluation.

ANNEXES

Annexe 1. Synthèse des impacts climatiques et hydrologiques du changement climatique

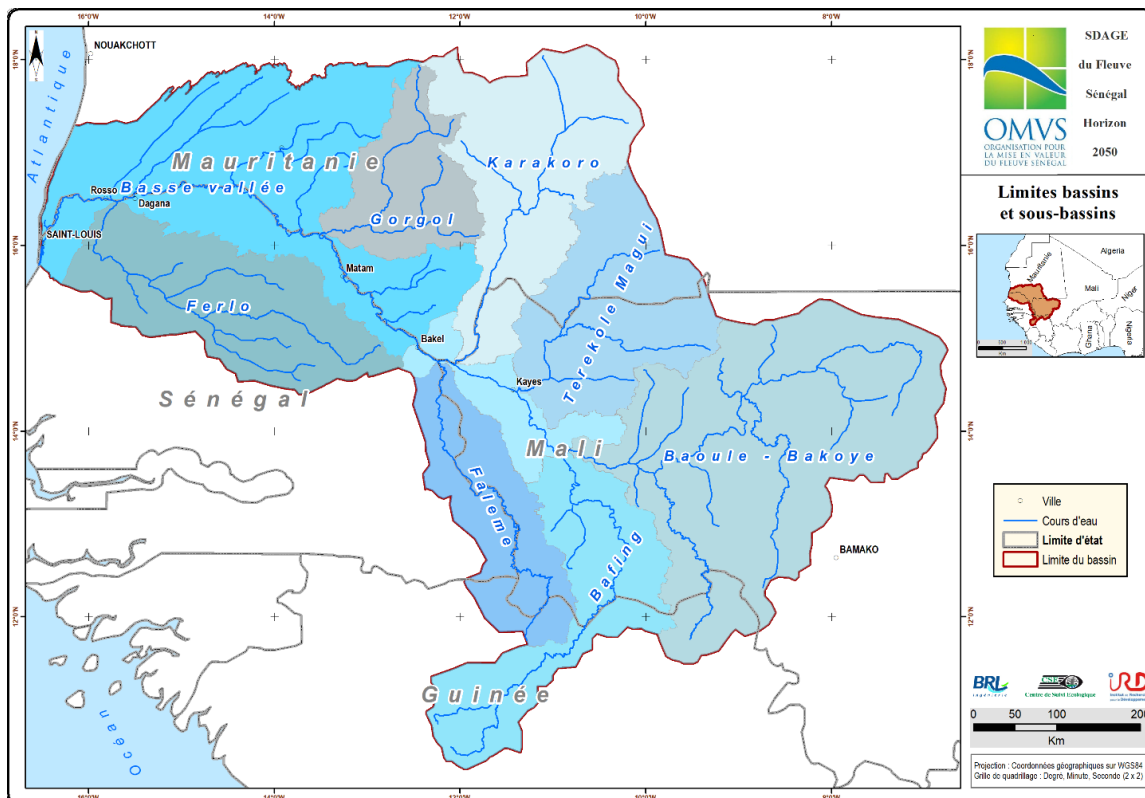
Cette annexe résume certains chapitres du diagnostic.

PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DU BASSIN DU FLEUVE SENEGAL

Localisation du bassin et caractéristiques hydrologiques

Le bassin du fleuve Sénégal couvre environ 424 000 km², répartis en Guinée (7%), au Mali (39%), en Mauritanie (36%) et au Sénégal (18%). La région du Gouta Djalou est formée de hauts plateaux et forêts abritant des têtes de sources de plusieurs cours d'eau dont les principaux affluents du fleuve : le Bafing, le Bakoye et la Falémé. Dans la vallée, le fleuve forme (à la faveur de sa faible pente) une plaine alluviale caractérisée par des cuvettes permettant la culture de décrue. Enfin le fleuve se jette dans le delta situé au Sud de Saint-Louis, zone stratégique de biodiversité et de développement agricole. Neuf sous-bassins hydrologiques ont été identifiés lors de l'élaboration du SDAGE, la carte ci-dessous les présente.

Figure 5-1 : Sous-bassins du fleuve Sénégal



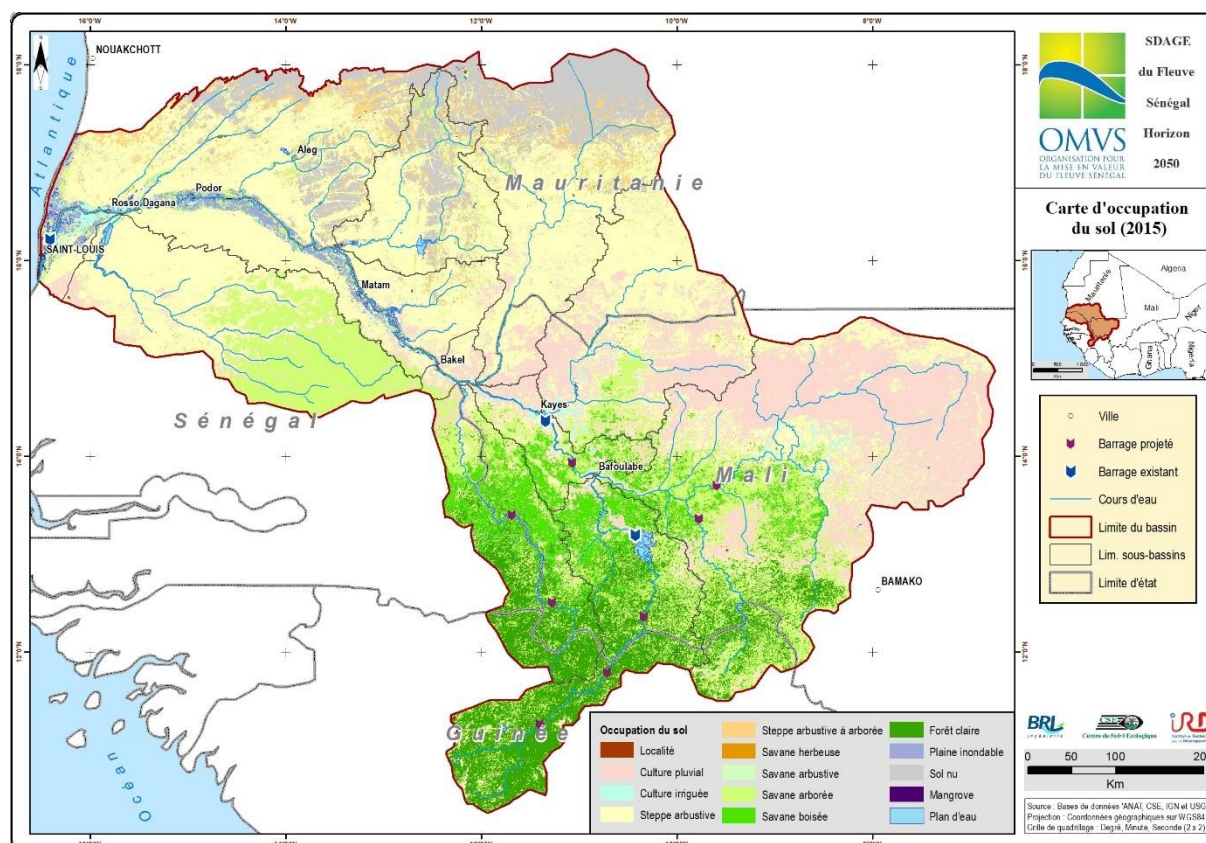


La population vivant dans le bassin s'élève à 7,5 millions d'habitants en 2020⁴ et se caractérise par une forte croissance qui, selon les projections, pourrait l'amener à s'élever à plus de 12,6 millions d'habitants à l'horizon 2050⁵.

Concernant les écoulements du bassin, le haut bassin est le producteur essentiel des écoulements du fleuve, alimentés par les pluies pendant l'hivernage. Le haut bassin limité à l'aval par la station de Bakel constitue ainsi la partie réellement productive d'écoulement pur l'ensemble du bassin. Les hydrogrammes de débit naturel du fleuve Sénégal à Bakel pour la période 1950 à 2020 montrent la grande variabilité inter-saisonnière et interannuelle des écoulements naturels sur le Haut-Bassin. Il est à noter que l'influence du barrage de Manantali a permis une forte régulation des débits depuis 2003, qui au lieu de culminer entre 1 000 à 2 500 m³/s chaque année en régime naturel reste toujours inférieur à 450 m³/s à la sortie du barrage permettant ainsi la production hydroélectrique et le soutien à l'étiage. La vallée est caractérisée par des inondations du vaste lit majeur par la crue annuelle, permettant ainsi la pratique de culture de décrue (mil, sorgho, niébé). Dans la vallée, on observe une décroissance des débits de l'amont vers l'aval due à la faiblesse des apports latéraux.

La majorité de la population et de l'économie des pays du bassin repose sur l'agriculture, le pastoralisme ou d'autres moyens de subsistance basés sur les ressources naturelles, dépendant directement des ressources en eau du fleuve Sénégal ou de ses affluents. La répartition équitable des ressources en eau et la préservation des écosystèmes aquatiques du bassin (dont le Delta Intérieur ou le Delta maritime, vastes zones humides remarquables) sont ainsi deux des défis les plus importants qu'ont à relever les pays riverains du Fleuve ou de ses affluents.

Figure 5-2 : Occupation du sol du bassin



⁴ Cette donnée a été calculée par l'auteur selon les recensements disponibles dans les pays membres avec un ajustement de la croissance de la population pour obtenir les données de 2020. Voir chapitre 4.2.1 de l'Etat des lieux du bassin (Livrable Phase 1).

⁵ Projections réalisées à partir de plusieurs scénarios de croissance démographique dans le bassin.

Profil climatique

Le bassin du fleuve Sénégal s'étend dans un environnement semi-aride sur environ 300 000 km² en zone intertropicale, entre les latitudes 10° et 18° Nord. Le climat est commandé par des mécanismes généraux de l'Afrique de l'Ouest, en particulier celui de la circulation de deux masses d'air :

- L'harmattan qui est un air continental tropical, sec et chaud, provenant du Sahara. Sa direction générale est Nord-Est.
- La mousson qui est un air équatorial maritime, humide, instable et plutôt frais. Il provient de l'anticyclone de Sainte-Hélène et sa direction générale est Sud-Ouest.

Les mouvements de ces masses d'air sont commandés par les déplacements de l'anticyclone semi-permanent de Sainte-Hélène, la ceinture des basses pressions équatoriales, et l'anticyclone continental boréal qui couvre le Sahara en hiver et qui est remplacé par une dépression saharienne en été. Les situations réciproques des masses d'air en présence évoluent entre les deux cas extrêmes suivants :

- En janvier, l'anticyclone saharien occupe une position centrée sur le parallèle 30° : le harmattan souffle en permanence du Nord-Est.
- En août au contraire, l'anticyclone saharien fait place à une dépression saharienne et l'anticyclone de Sainte-Hélène, particulièrement puissante remonte vers le Nord : la mousson venant du Sud-Ouest envahit toute la région des hauts-bassins des fleuves Sénégal et Gambie.

Il y a un mouvement saisonnier de bascule entre le harmattan et la mousson. Celle-ci dans son incursion vers le Nord pénètre sous l'harmattan. La trace au sol de la surface de contact entre ces deux masses d'air est appelée le Front Inter Tropical (FIT). Les déplacements du FIT déterminent le régime pluviométrique unimodal à une seule saison des pluies (hivernage). Les précipitations sont partout maximales de juillet à septembre, mais la durée de l'hivernage s'étend à mesure que l'on progresse dans le Haut-Bassin, passant de 3 mois dans la partie Nord à environ 7 mois dans la partie la plus méridionale du bassin (avril- octobre). En dehors de la saison des pluies, les précipitations sont infimes.

A l'échelle sous régionale, le bassin du fleuve Sénégal présente différents types de climat avec du Nord au Sud les zones saharienne, sahélienne, soudanienne et guinéenne. Le Haut-Bassin, caractérisé par un climat tropical sec (sub-soudanien) et de montagne (massif du Fouta-Djalou), bénéficie des précipitations les plus importantes avec des cumuls annuels de 1 000 à 2 000 mm/an.

La partie centrale du Bassin et la Vallée, dominées par un climat semi-aride, sont soumises à des précipitations plus modestes et irrégulières, comprises entre 300 et 1 000 mm/an.

Enfin, l'influence océanique dans la zone du Delta adoucit le climat, la pluviométrie y est très faible, de 200 à 300 mm/an.

Les températures et l'ensoleillement sont élevés, en particulier dans la région centrale du Bassin au climat semi-aride. Evapotranspiration y est élevée, supérieure à 2 000 mm/an.

On distingue, du Sud au Nord, 4 climats différents :

- Le domaine guinéen avec une pluviométrie élevée et une saison des pluies de huit mois (d'avril à novembre) avec août le mois le plus pluvieux. Le domaine guinéen englobe la quasi-totalité du Fouta Djalou jusqu'à Daïkka-Saidou. On parle de climat foutanien. Le Fouta Djalou constitue une barrière et s'oppose à la progression de la mousson.
- Le domaine sud soudanien avec une pluviométrie moyenne et une saison des pluies de 6 à 8 mois (d'avril à novembre). Ce domaine englobe les contreforts septentrionaux du Fouta Djalou et la partie occidentale des plateaux Mandingues.



- Le domaine nord soudanien avec une pluviométrie plus faible et une saison des pluies qui dure de 4 à 6 mois (de mai à octobre). Il s'étend dans la partie restante du haut bassin jusqu'à la station de Bakel.
- Le domaine sahélien avec une pluviométrie très faible. La saison des pluies dure 3 mois (Juillet à Septembre). Ce domaine climatique s'étend au nord de Bakel et à l'ensemble de la vallée du Sénégal (à l'exception de la zone littorale) et il s'apparente depuis ces quelques 15 dernières années au domaine saharien.



Figure 5-3 : Zones climatiques du Bassin du Fleuve Sénégal

Source : Ndiaye, 2021, CSE.

PROFIL SOCIO-ECONOMIQUE

Problématiques démographiques

Le bassin du fleuve Sénégal était composé de 7,5 millions d'habitants en 2020, soit une densité moyenne de 18 habitants/km². Cette densité est relativement faible par rapport au reste du continent même si elle cache des disparités géographiques fortes.

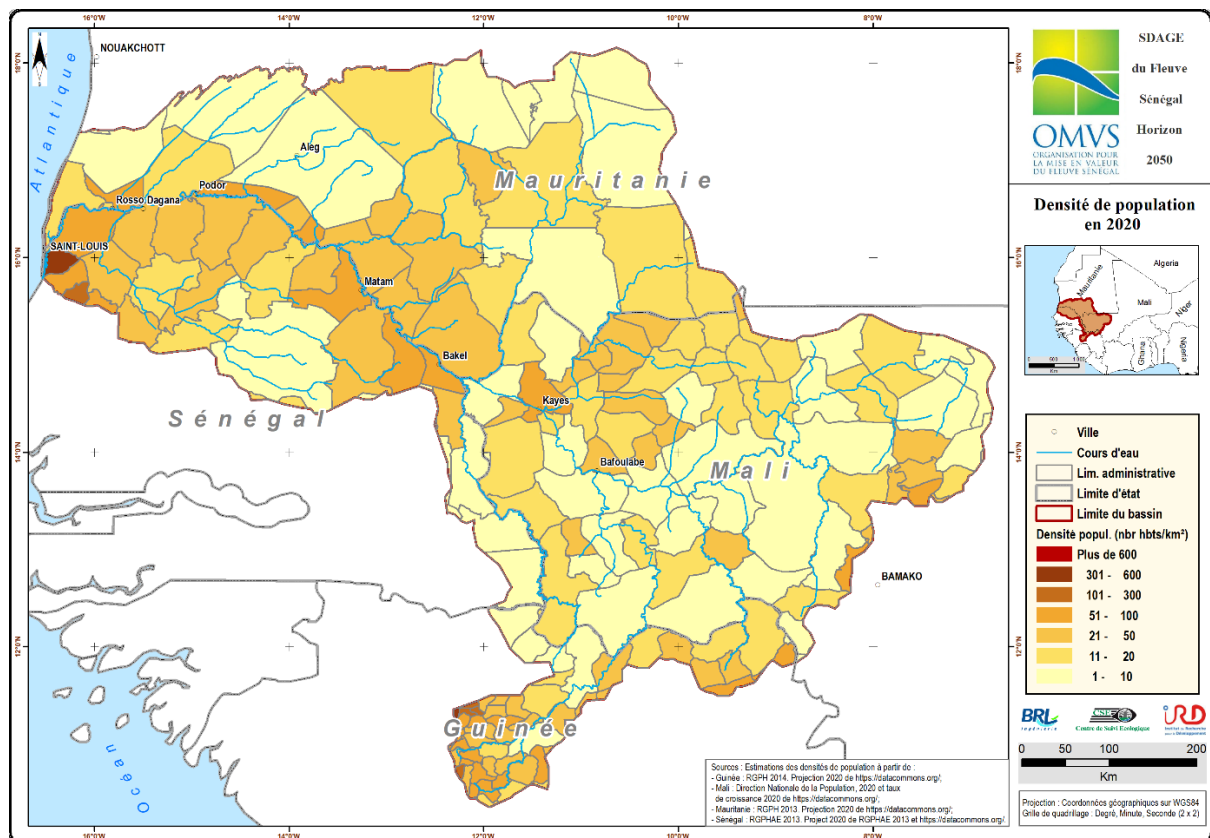


Figure 5-4 : Carte de densité des populations dans le bassin du fleuve Sénégal en 2020

Cette population est 12 % Guinéenne, 28% Malienne, 25% Mauritanie et 34 % Sénégalaise. Selon deux scénarios de croissance démographiques (scenarion 1 tendanciel et scenarion 2 avec contrôle démographique), la population du bassin en 2050 sera de 11 à 17 millions d'habitants (densités de 26 à 40 habitants/km² respectivement).

Tableau 5-1 : Population par sous-bassin du fleuve Sénégal en 2020 et 2050

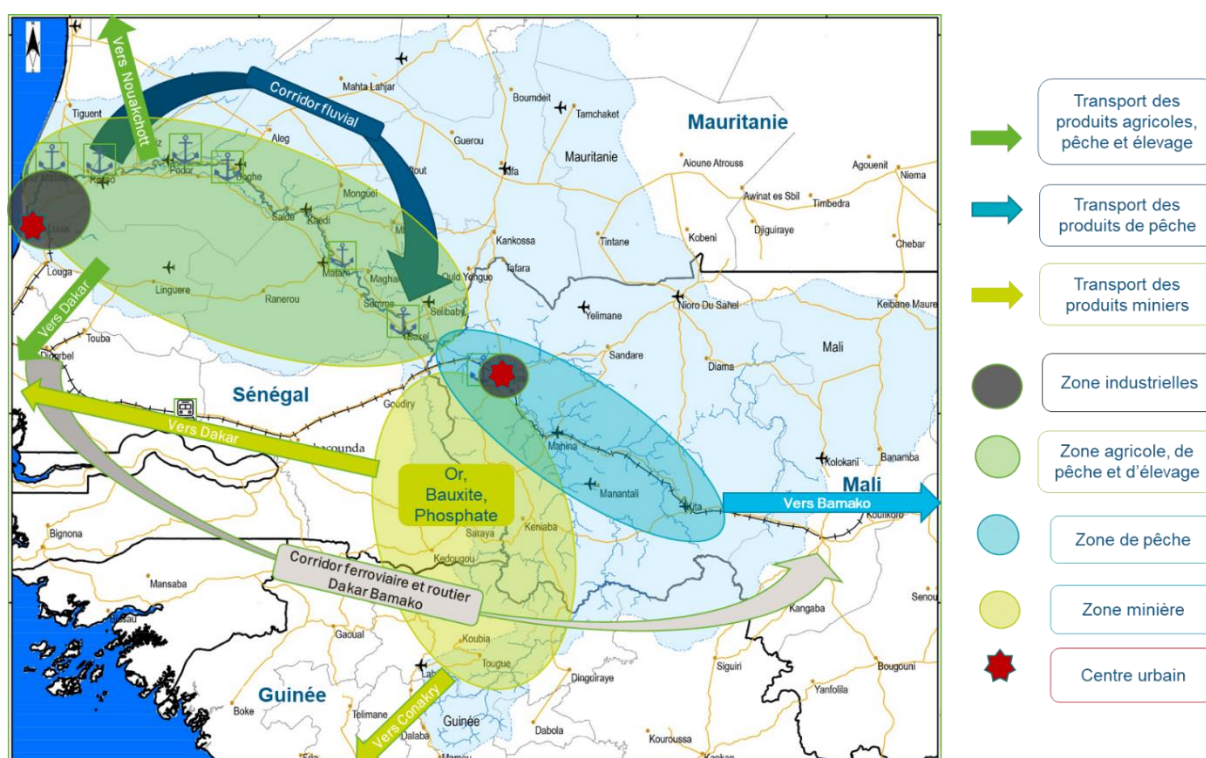
Sous-bassin	Population 2020	Densité population 2020 (hab/km ²)	Population 2050 - Scenarion1	Densité population 2050 - Scenarion1 (hab/km ²)	Population 2050 - Scenarion2	Densité population 2050 - Scenarion2 (hab/km ²)
Falémé	321 945	11	745 908	25	483 750	16
Ferlo	1 126 357	25	2 509 975	57	1 661 449	38
Basse vallée	2 165 947	27	4 825 802	60	3 195 828	40
Moyenne vallée	358 942	25	841 259	59	542 711	38
Gorgol	382 402	16	850 973	36	563 896	24
Karakoro	423 897	8	954 759	19	628 712	13
Terekole Magui	721 121	17	1 703 257	40	1 094 596	25
Baoule - Bakoye	1 186 406	12	2 831 465	29	1 810 165	18
Bafing	830 215	21	1 915 687	49	1 246 020	32
TOTAL	7 517 232	18	17 179 087	40	11 227 126	26



Situation macro-économique du bassin

Les principales zones de production du bassin sont réparties comme suit :

- Le haut bassin et la frontière Sénégal-Malienne-Guinéenne représente le foyer de la production minière,
- Les principales zones de pêches sont réparties sur la Falémé et l'amont de la vallée du fleuve Sénégal,
- Les principales zones agricoles et pastorales sont situées entre Bakel et Saint-Louis.



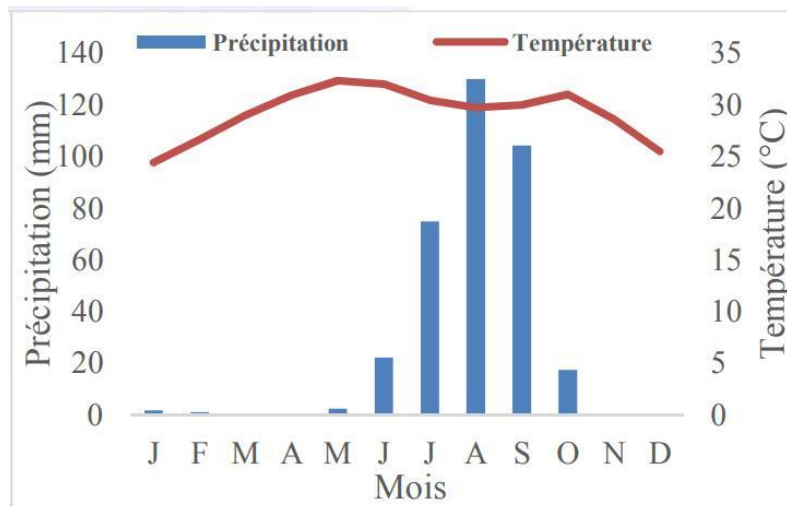
On observe encore un fort enclavement de ces zones de productions freinant la commercialisation des produits au sein des pays membres de l'OMVS et à l'international.

UNE AUGMENTATION DES TEMPERATURES DEPUIS LES ANNEES 1960

Variations saisonnières et gradient ouest-est des températures

Le **cycle annuel** des températures se compose d'une période fraîche (décembre-mars) et d'une période chaude (avril-novembre). De l'une à l'autre, les températures varient d'une dizaine de degrés, entre 20-25°C et 30-35°C, selon les stations.

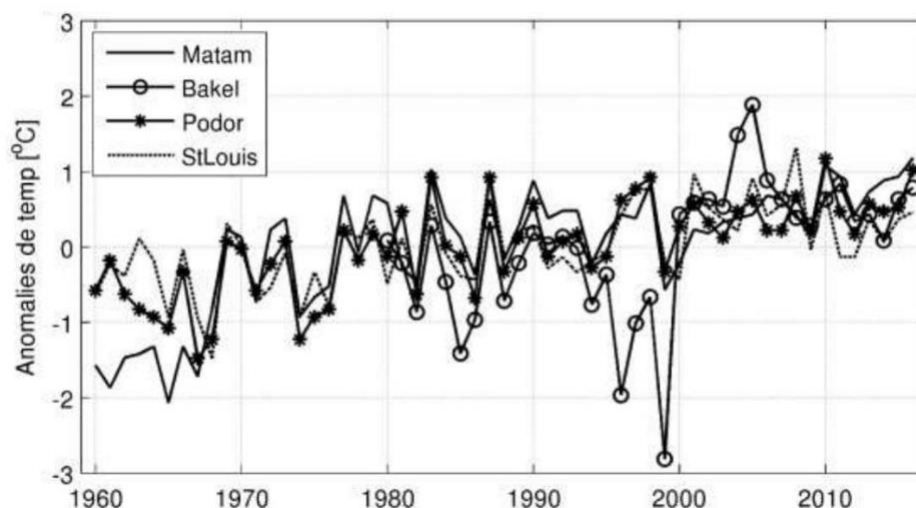
La période chaude comprend deux maxima, en avril-mai et en septembre-octobre, entre lesquels se situe le pic de la saison des pluies. L'amplitude de variation de la température est maximale durant la saison sèche.



Un fort gradient thermique Ouest-Est est observable dans le bassin sous l'influence de l'océan. Aussi la moyenne annuelle de température à Saint-Louis est-elle d'environ 26°C, contre environ 30°C dans les autres stations continentales.

Augmentation de +1°C depuis 1960

L'étude de la vulnérabilité du BFS face aux changements climatiques réalisée par Artelia pour l'OMVS en 2018, a retracé l'évolution des températures des stations de Bakel, Matam, Podor et Saint-Louis, qui ponctuent le cours du fleuve dans la moyenne et basse vallée. L'accroissement des températures annuelles moyennes est notable. Une **augmentation de +1°C entre 1960 et 2016** est observable aux quatre stations, comme l'indiquent les courbes d'anomalies des températures suivantes.



Ces résultats sont complétés par les analyses différenciées de l'évolution des températures des saisons chaude et fraîche par Sagna et al. en 2015. L'augmentation de la température est plus rapide pendant la saison fraîche (de novembre à mars), et s'y caractérise par une plus forte variabilité interannuelle.

REPRISE PARTIELLE DES CUMULS DE PRECIPITATION APRES LA GRANDE SECHERESSE (1970-1990)

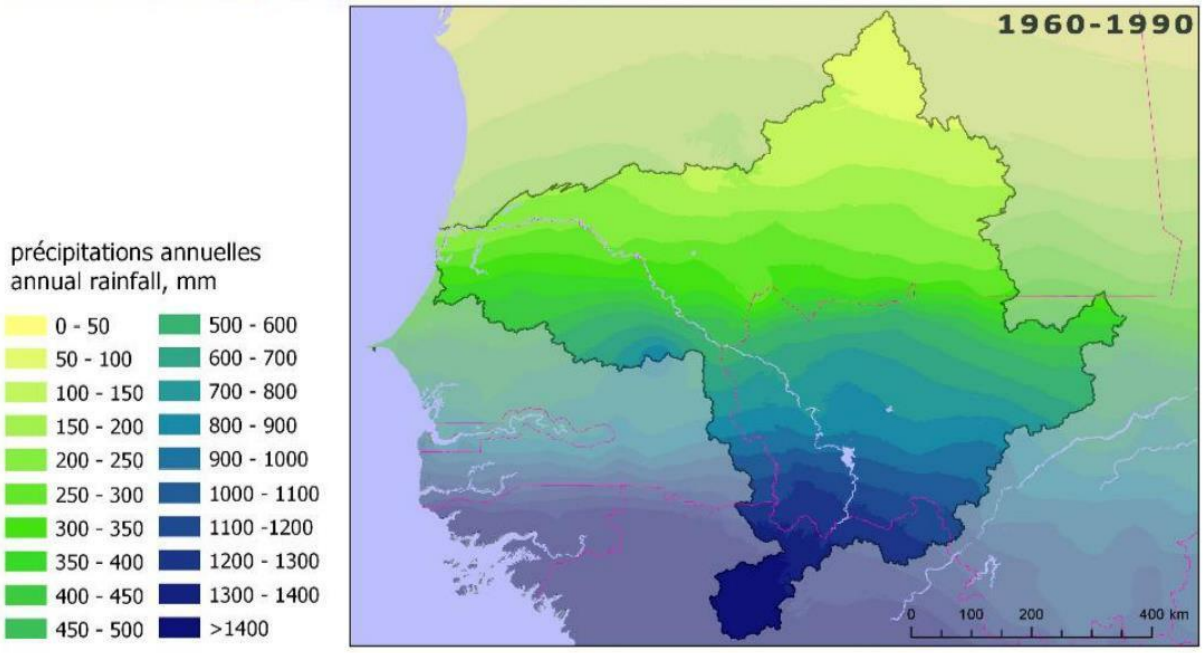
Une forte variabilité naturelle

La diversité des climats régionaux et le système des moussons s'accompagnent d'une **très forte variabilité naturelle de la pluviométrie** dans le bassin, du nord au sud et d'un mois à l'autre.

A titre d'exemple de la **mousson**, la station de Dalaba dans le Bafing amont enregistre des cumuls mensuels de l'ordre de 400 mm au pic de la saison des pluies (août-septembre) contre moins d'un demi-millimètre pendant la saison sèche (décembre-janvier).

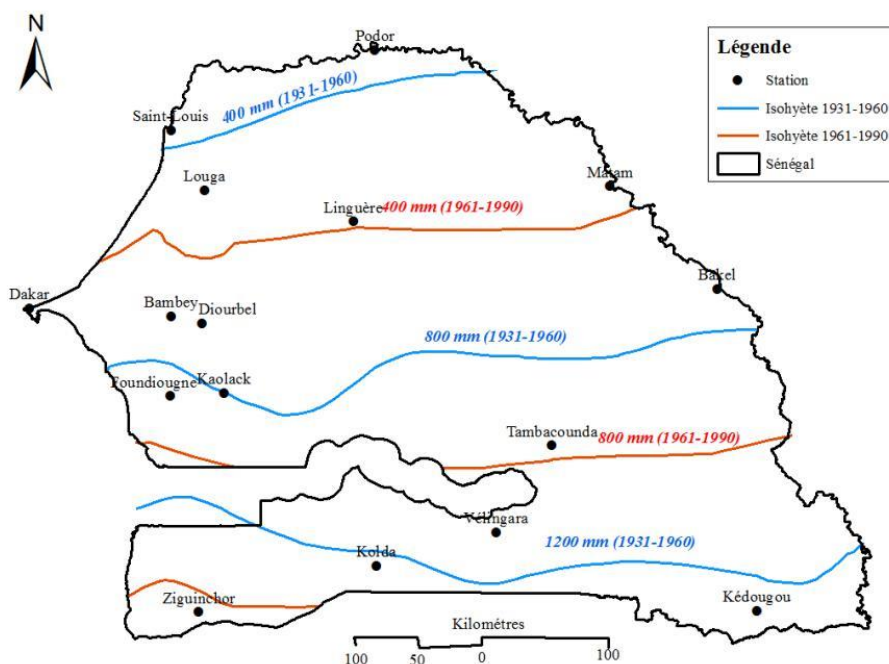
Station	période	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
Bafing Makana	1963-1999	0,1	0,7	0,2	9,6	62	162,5	234,2	302,7	209,4	70,2	5,9	0,5
Dalaba	1933-1992	3,1	3,8	26,6	77,8	169	237,4	365,6	516,2	356,4	175,7	40,3	7,8
Sagabari	1972-2000	0,4	0,6	2,4	14,1	64	144,6	234	315,5	223,7	81,8	5,4	0,3
Tougue	122-1995	1,7	1,2	7,6	32,5	108	194,9	337,2	427,7	299,6	135,8	27,7	9,2

Sur le plan géographique, le fort gradient pluviométrique nord-sud se traduit par des inégalités significatives dans les cumuls annuels de précipitations. Ces derniers atteignent des moyennes supérieures à 1900 mm dans les Hauts Plateaux Guinéens mais restent inférieures à 300 mm à l'exutoire.

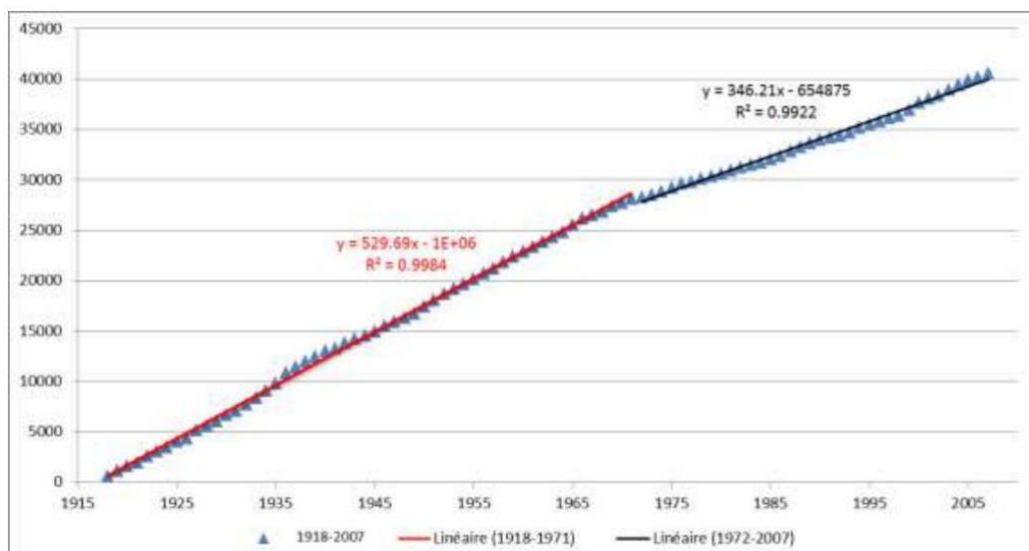


La grande sécheresse des années 1970 à 1990

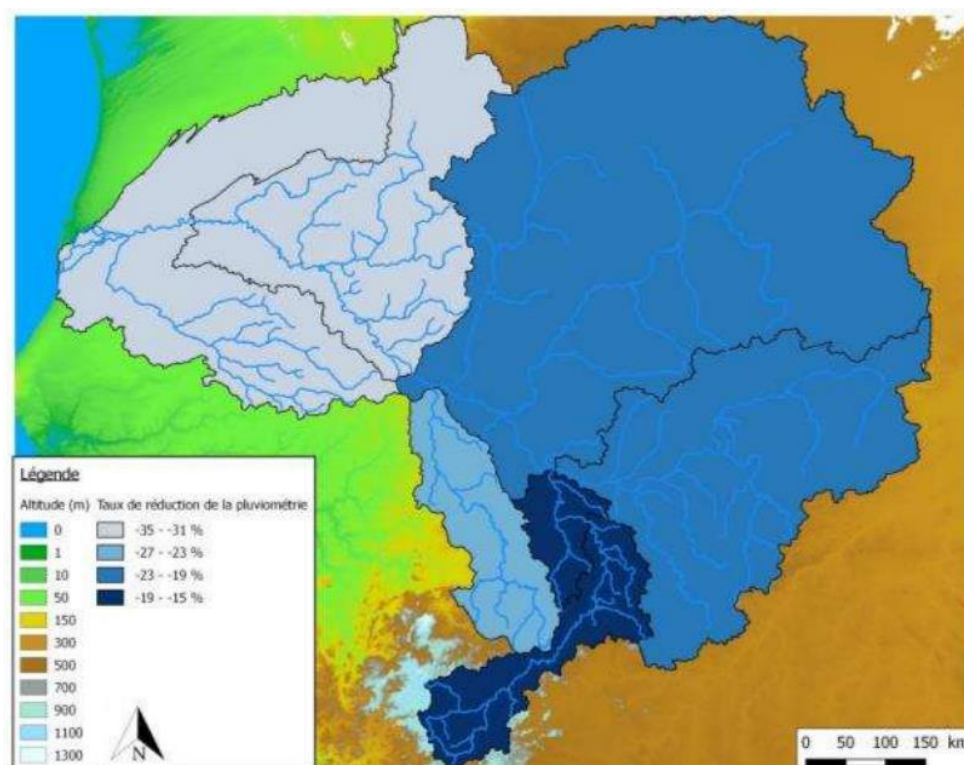
Gaye et al. (2015) ont mis en évidence la migration des isohyètes de près de 100 km vers le sud pendant la période 1961-1990 par rapport à la moyenne des trente années précédentes. Ceci traduit l'amenuisement des précipitations sur l'ensemble du bassin.



L'étude de vulnérabilité réalisée par Artelia en 2018 s'est appuyée sur la collecte et le traitement des données pluviométriques issues de 22 stations réparties sur le territoire du BFS. Les tracés du cumul annuel des précipitations sur le dernier siècle font état d'une cassure au début des années 1970, la pluviométrie s'affaiblissant considérablement à partir de 1972 ou 1973 selon les stations. Les cumuls annuels moyens diminuent de 100 à 200 mm à partir de 1972.



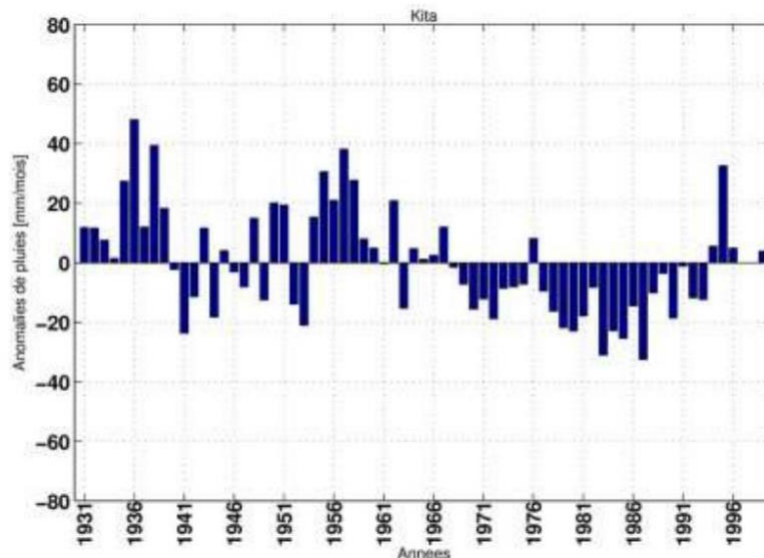
Il est à noter que la grande sécheresse a accentué le fort gradient pluviométrique caractéristique du BFS car la réduction des précipitations est plus significative dans les zones les moins humides. La vallée à l'aval de Matam connaît une réduction de plus de 30% des pluies tandis que cette dernière représente 15 à 19% à la tête du fleuve.



D'autre part, dans certaines stations et dans une certaine mesure, la grande sécheresse s'accompagne d'une modification du calendrier annuel des précipitations. Un raccourcissement de la saison des pluies est visible à la diminution des contributions des mois de juin et d'octobre au total annuel des pluies. Ces réductions sont de l'ordre de 1,5 à 4% dans les stations considérées.

Relative reprise des précipitations depuis la fin des années 1990

Dans certaines stations comme celle de Matam, un léger changement de pente dans la courbe des cumuls annuels à la fin des années 1990 suggère une reprise des précipitations. Celle-ci reste faible et ne permet pas un retour aux volumes antérieurs à la sécheresse. Elle est néanmoins confirmée par le tracé des anomalies de précipitations de certaines régions du BFS.



Faye et al. (2019) ont confirmé cette atténuation de la sécheresse en comptabilisant les années humides et sèches entre 1980 et 2017 au moyen de l'indice standardisé de précipitations¹³ (SPI). Si la période 1980-1998 n'a inclus que trois années humides (SPI positif), les deux décennies qui lui ont succédé ont été majoritairement humides, avec pour seules années sèches (SPI négatif) 2006, 2011, 2014 et 2017.

DIMINUTION DURABLE DES DEBITS DEPUIS LA GRANDE SECHERESSE

Régime naturel d'écoulement du Sénégal et de ses affluents

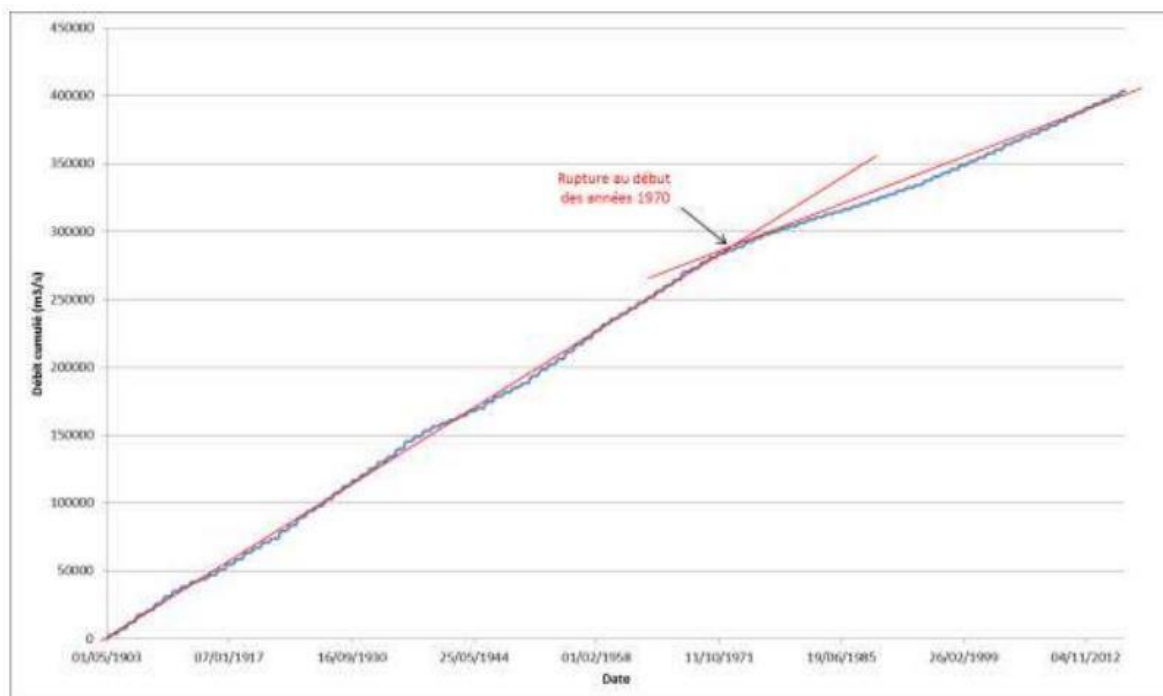
Le régime d'écoulement du fleuve Sénégal dépend essentiellement des précipitations dans le Haut-Bassin Guinéen. La saison des hautes eaux s'étend d'août à octobre, et les étiages les plus sévères ont lieu de janvier à mai. A Bakel, les débits moyens étaient de l'ordre de 3 300 m³/s en septembre et 8 m³/s en mai avant les années 1970. Dépendants de la pluviométrie, ces débits ont été sensiblement affectés par la grande sécheresse.

		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Avant 1972	Débit (m ³ /s)	159.1	91.0	46.5	19.1	7.5	95.7	648.5	2407.0	3341.9	1601.7	568.1	275.4
	Contribution (%)	1.7	1.0	0.5	0.2	0.1	1.0	7.0	26.0	36.1	17.3	6.1	3.0
Entre 1972 et 1993	Débit (m ³ /s)	68.4	43.4	34.0	23.6	24.8	56.0	382.5	1184.4	1563.6	726.7	290.1	121.2
	Contribution (%)	1.5	1.0	0.8	0.5	0.5	1.2	8.5	26.2	34.6	16.1	6.4	2.7

La variabilité interannuelle des débits est caractéristique du régime du fleuve Sénégal. Bien qu'atténuée dans les années 1970, elle est visible sur l'évolution des débits annuels moyens du Tableau 5-2.



La reconstitution des chroniques de débits mensuels et annuels depuis le début du siècle dernier a permis à Artelia de mettre en évidence la diminution durable des débits depuis les années 1970. Les trois affluents principaux du Sénégal – le Bafing, le Bakoye et la Falémé – ont vu leur débit annuel moyen réduire de plus de 100 m³/s. Les conséquences sur le fleuve Sénégal sont nettes puisque son débit a été réduit de 50% à Bakel durant la sécheresse, comme l'indique le tableau précédent.



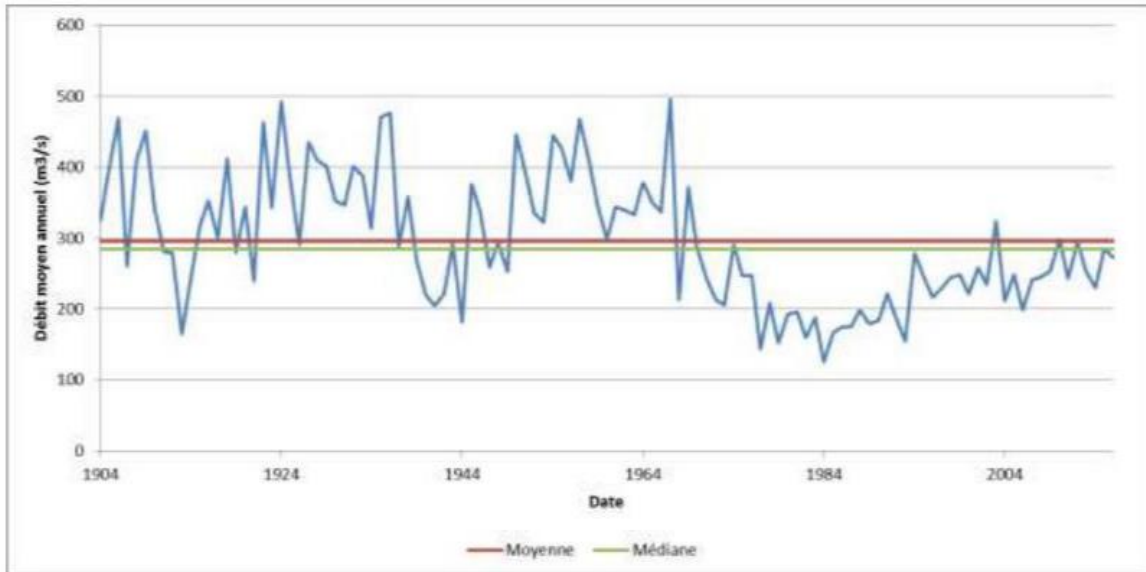
54

Les contributions mensuelles au débit annuel sont restées relativement stables lors de la grande sécheresse, avec néanmoins une plus faible contribution du mois de juin aux débits des affluents.

Relatif redressement des débits depuis 1994

Le simple cumul précédent montre un redressement des débits depuis 1994. Celui-ci est confirmé par l'augmentation des débits annuels moyens, visible sur la Figure 5-11 : Evolution des débits annuels moyens du Bafing à Bafing Makana (1904-2010) Figure 5-11 : entre 1995 et 2010, la moyenne de ces débits est de l'ordre de 250 m³/s, contre moins de 190 m³/s entre 1974 et 1994. Cette moyenne reste inférieure à celle des décennies précédant 1974, qui atteignait près de 350 m³/s.

Ces chiffres étant relevés sur le Bafing en amont de Manantali, ils ne ressentent pas l'influence de la mise en eau du barrage à partir de 1993. Ils peuvent être interprétés comme une confirmation de l'augmentation des précipitations depuis les années 1990. Cette augmentation ne permet néanmoins pas de retrouver les apports antérieurs à la sécheresse.



Dans les stations du Bafing et du Sénégal en aval de Manantali, un redressement des débits est également observable. A la reprise des précipitations s'ajoute la modification des régimes d'écoulement par le barrage : un débit minimum, supérieur aux étiages de la grande sécheresse, est assuré pendant la saison sèche, et les débits de la période humide sont limités par le stockage de l'eau dans le réservoir.



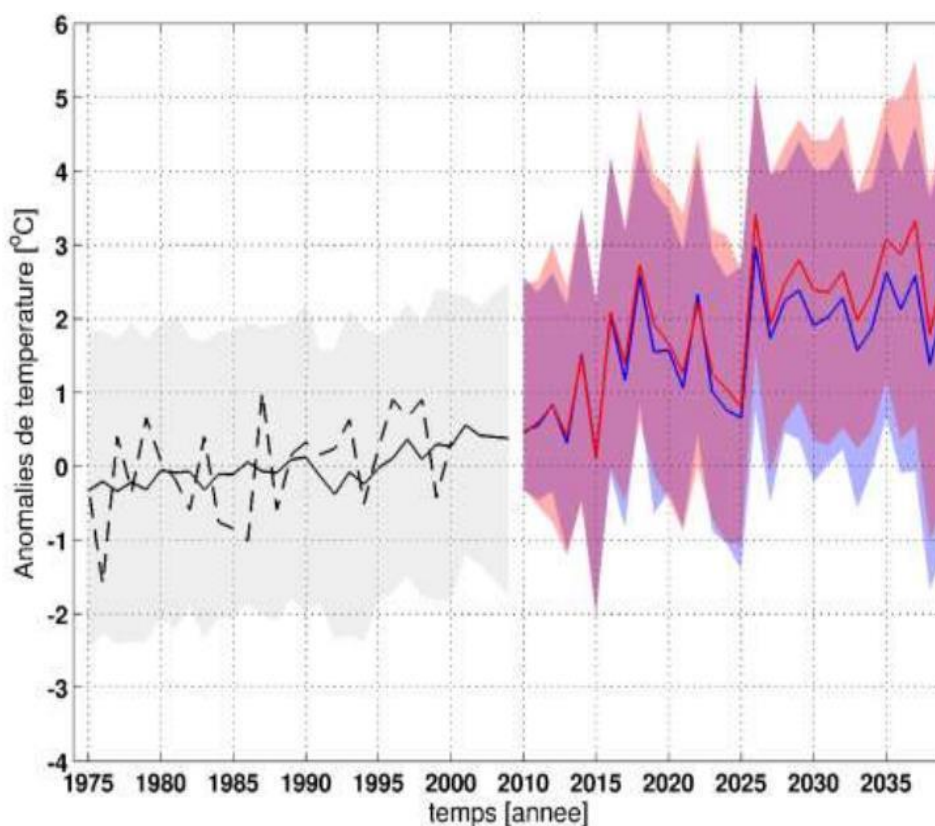
RECHAUFFEMENT DE PLUSIEURS DEGRES A L'HORIZON 2050

Toutes les études consultées s'accordent sur un accroissement conséquent des températures de l'Afrique de l'Ouest dès l'horizon 2050. Néanmoins, les incertitudes inhérentes aux modèles climatiques ne permettent pas de prévoir avec un haut degré de confiance l'amplitude de cette augmentation pour le XXIème siècle.

Deme et al. (2015) ont réalisé des simulations climatiques à partir de 13 modèles CMIP5 et des scénarios RCP4.5 et RCP8.5 du GIEC. Ils rendent compte de l'unanimité des projections quant à l'élévation des températures dans l'ouest du Sahel, quel que soit le mois étudié ou l'horizon considéré. L'amplitude des variations est néanmoins discutée, attendue entre +1°C et +2,5°C d'ici 2050, et +3,5°C et +8,5°C d'ici 2100, sous le scénario à haute émission.

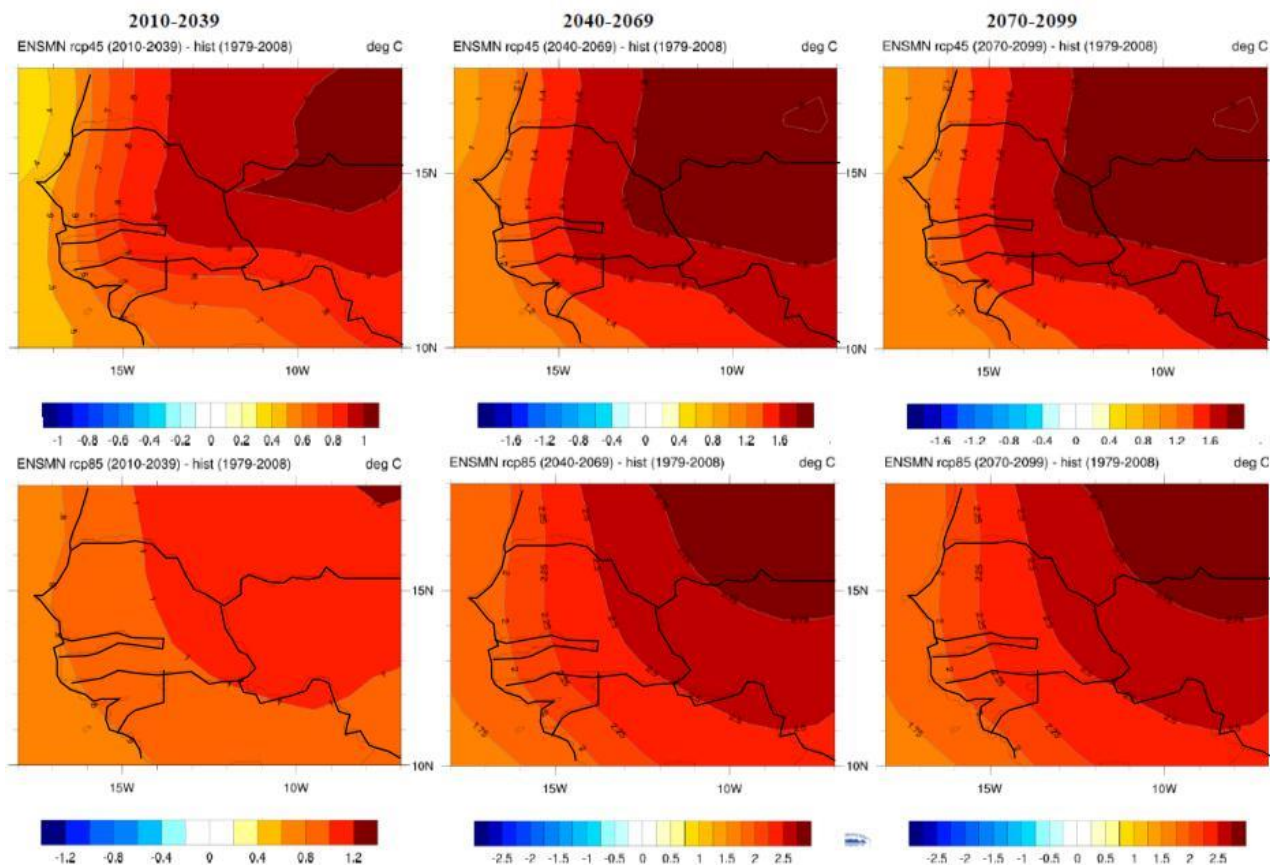
De nombreuses autres projections ont été réalisées, comme celle de Gaye et Sylla en 2008¹⁴. Elle indique une élévation de la température de + 3°C en 2031-2050, en considérant le scénario A1B du GIEC (analogue au scénario RCP 6,0). Un autre exemple est donné par l'Institut de recherche sur l'impact du climat de Potsdam (PIK)¹⁵. Commandée dans le cadre d'une évaluation de la vulnérabilité du BFS réalisée par Altenburg & Wymenga pour l'OMVS en 2019, cette étude projette une augmentation plus faible : de 1,1 à 2,5 °C à moyen terme (2040- 2069) et de 1,1 à 4,2°C à long terme (2060-2099).

Par ailleurs, l'étude réalisée par Artelia pour l'OMVS (2018) souligne l'importance d'étudier l'élévation de la température à partir de données historiques locales, pour gagner en précision sur l'évolution du climat du BFS. La moyenne d'ensemble de 29 simulations CMIP5 a été étudiée afin d'identifier la tendance future des températures de la station mauritanienne de Kiffa, au nord-est du bassin. Les projections suivantes ont été obtenues en couplant les modèles aux scénarios RCP4.5 et RCP8.5 du GIEC.



Les deux scénarios d'émission anticipent des augmentations comparables de la température d'ici 2035. Au-delà, le réchauffement est accentué par l'importance des émissions de gaz à effet de serre. L'étude prévoit une augmentation de la température de + 3°C à l'horizon 2050.

La cartographie des projections de température réalisée par le PIK suggère une augmentation des températures moyennes plus prononcée au nord-est du bassin qu'au sud-ouest et que le long des côtes. Ces résultats sont confirmés par Deme et al. (2015).

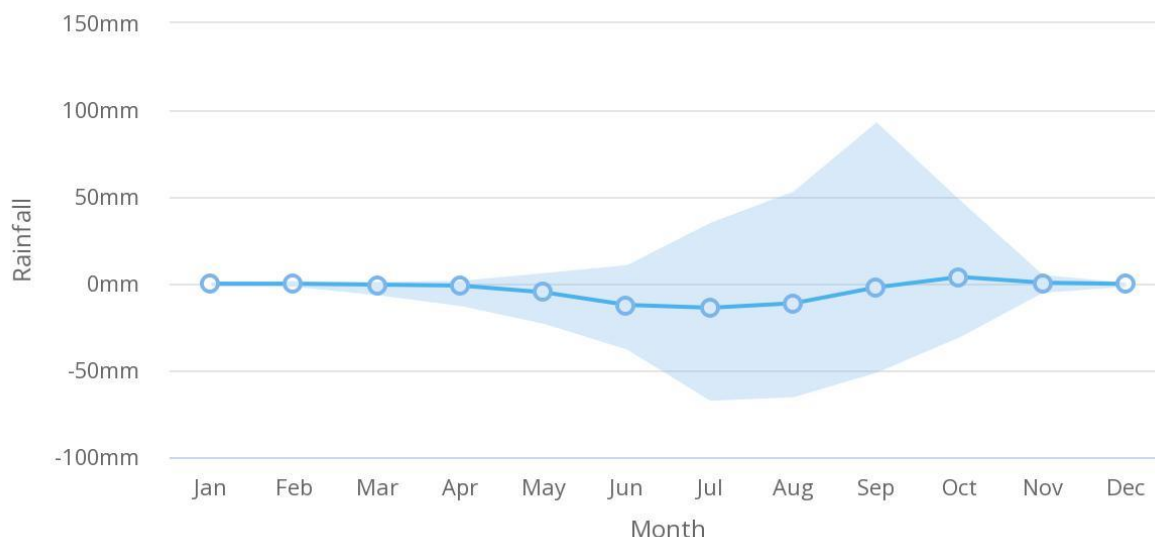


POTENTIELLES PERTURBATIONS DU CALENDRIER DES PLUIES ET DIMINUTION DES PRÉCIPITATIONS A L'HORIZON 2100

Faible fiabilité des projections climatiques en Afrique de l'Ouest

Les prévisions de précipitations sont plus incertaines que celles de température du fait de leur plus grande dépendance spatiale et saisonnière. Le degré de confiance est d'autant plus affaibli en Afrique de l'Ouest que les modèles globaux sont encore difficilement capables de simuler le système des moussons¹⁶, comme l'a indiqué le GIEC dans son 4ème rapport.

La Figure 5-14 suivante compare les résultats des simulations réalisées à partir de 16 modèles climatiques globaux CMIP5 et du scénario RCP8.5. La large enveloppe et la médiane des projections, ne s'écartant pas de plus de 15 mm de la moyenne historique, mettent en évidence l'absence de consensus entre les simulations climatiques quant au sens d'évolution des pluies moyennes. Ces divergences sont également mises en avant dans le rapport A&W commandé par l'OMVS en 2019.



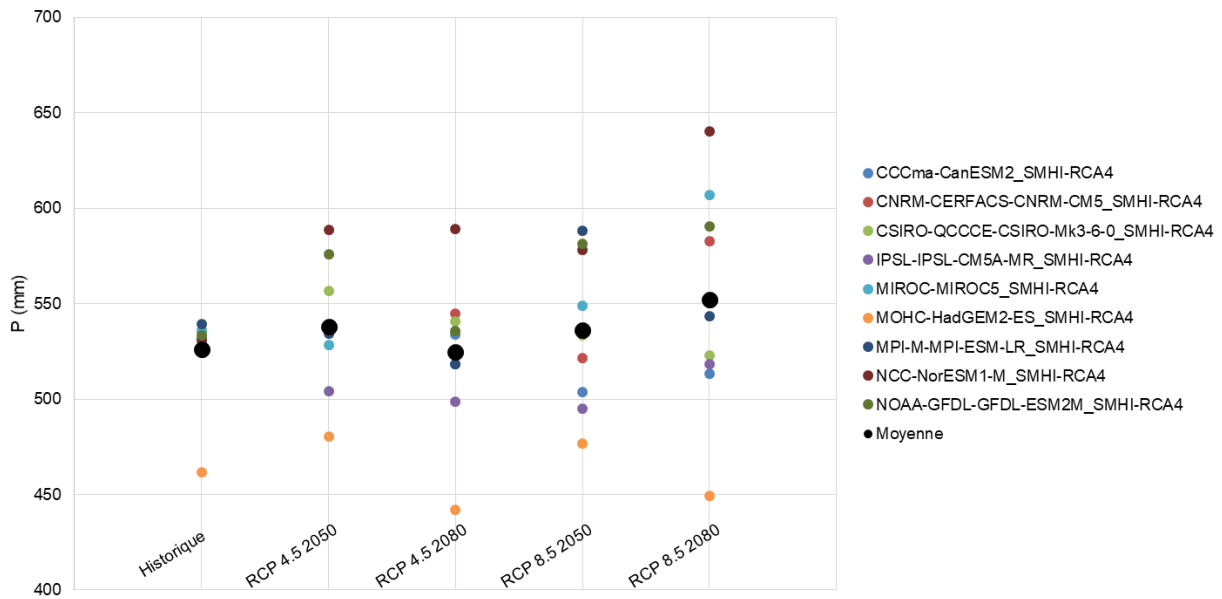
De la même façon, les prévisions concernant les événements climatiques extrêmes, inondations et sécheresses, sont difficilement fiables. Sarr et Camara (2017) observent pour trois des quatre modèles climatiques régionaux étudiés, une augmentation du maximum des précipitations journalières et un allongement des séquences de jours secs consécutifs au Sénégal, à l'horizon 2100.

Augmentation de la variabilité interannuelle

Les graphiques suivants présentent l'évolution historique des pluies et des projections selon 9 modèles de circulation régionale sur les périodes [2035 - 2065] et [2065 - 2095].

Dans le scénario RCP 4.5, les projections ne permettent pas de dégager de tendance claire à l'échelle annuelle. En effet, les cumuls annuels de précipitations oscillent autour de la moyenne interannuelle historique [1985 – 2015]. On note que certains modèles utilisés ont tendance à sous-estimer ou surestimer les moyennes interannuelles des pluies. Ces décalages sont d'autant plus présent si l'horizon est lointain (2080) et le scénario est pessimiste (RCP 8.5).

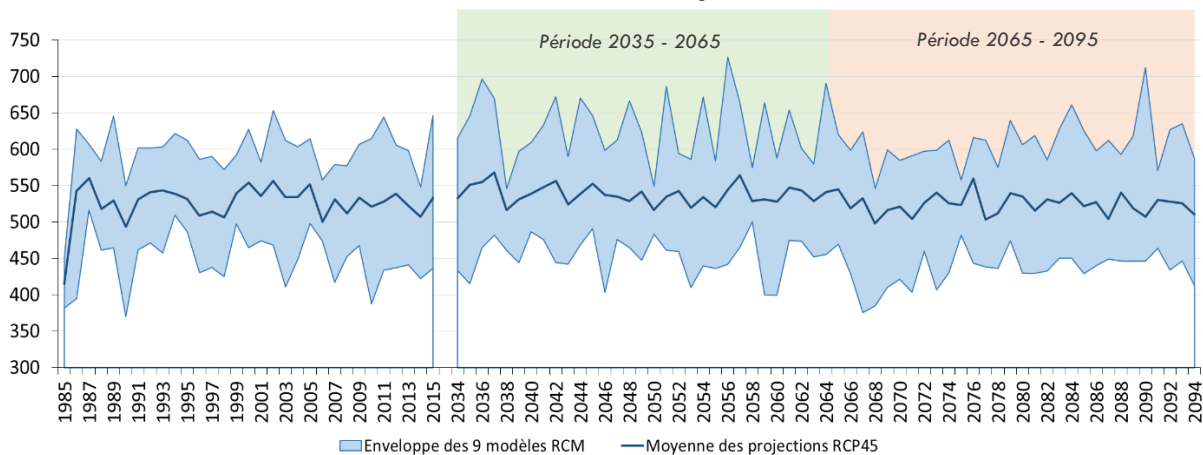
Figure 5-6 : Evolution des précipitations moyennes interannuelles à l'échelle du BFS selon les scénarios du changement climatique et résultats des moyennes des 9 modèles



La majorité des études consultées mentionnent néanmoins un accroissement de la variabilité interannuelle des précipitations. C'est le cas de Gaye et al. (2015) qui anticipe une succession de plus en plus aléatoire d'années sèches et d'années excédentaires.

Artelia (2018) corrobore ces projections en estimant les moyennes annuelles de précipitation attendues à l'horizon 2050. Sous le scénario RCP8.5, des basculements fréquents entre années humides et années sèches sont observables et indiquent une très forte variabilité de la pluviométrie d'une année à l'autre.

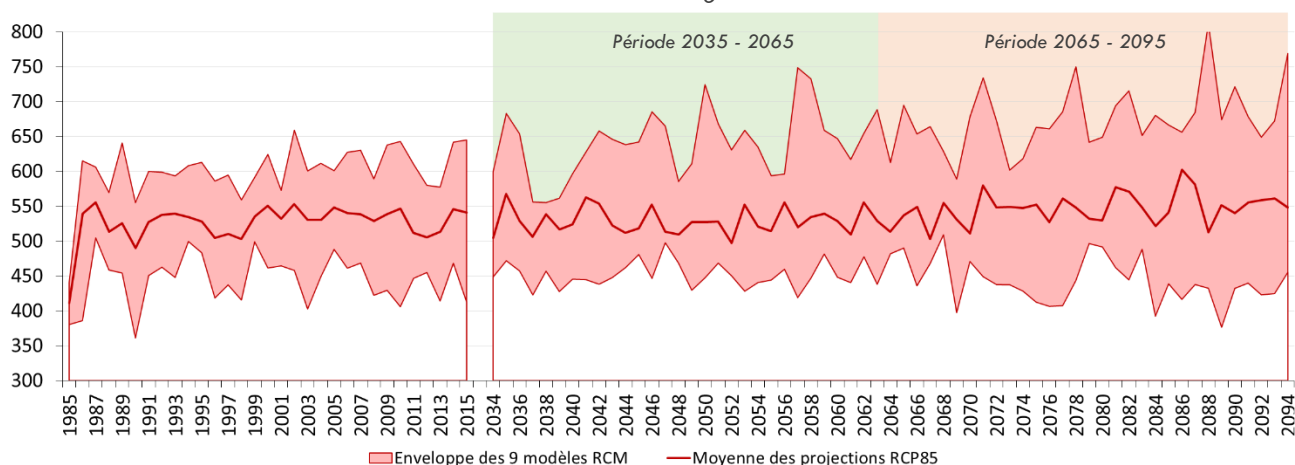
Figure 5-7 : Projections des pluies (mm) à l'échelle du BFS selon le scénario RCP 4.5 à l'horizon 2100 pour 9 modèles de circulation régionale



Pour le scénario 8.5, les projections ne permettent pas de dégager de tendance claire à l'échelle annuelle, les cumuls annuels de précipitations oscillant également autour de la moyenne interannuelle historique [1985 – 2015]. On note là aussi que les cumuls extrêmes tendraient à être plus importants et plus fréquents que sur la période historique, de façon plus marquée que pour le scénario 4.5. On note en outre une légère tendance à la hausse aux horizons les plus lointains, avec une succession d'une trentaine d'années [2070-2100] avec des cumuls supérieurs à la moyenne historique.



Figure 5-8 : Projections des pluies (mm) à l'échelle du BFS selon le scénario RCP 8.5 à l'horizon 2100 pour 9 modèles de circulation régionale

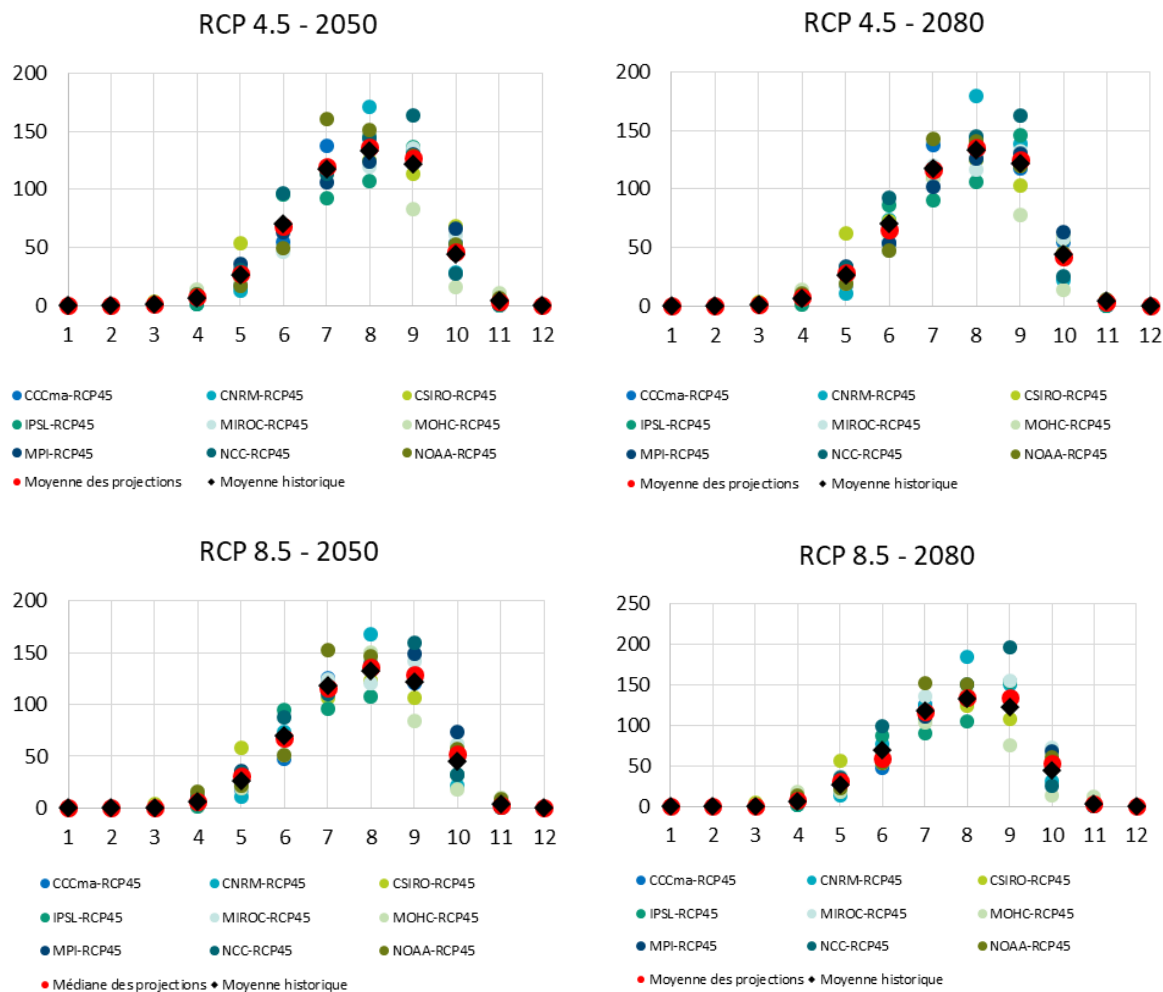


Par ailleurs, une analyse mensuelle a été réalisée afin d'affiner les impacts du changement climatique sur les précipitations, en particulier sur leur distribution dans l'année.

Possible perturbation du calendrier des pluies

A l'horizon 2100, l'étude commandée par l'OMVS à Artelia en 2018 aboutit à la conclusion qu'un décalage du pic de la saison des pluies d'août vers septembre pourrait être observé. Celui-ci est d'autant plus marqué que le scénario envisagé est émissif. Ce décalage touche particulièrement les régions aval du bassin, soit les régions les moins humides. Le scénario RCP8.5 prévoit un décalage prononcé du pic de la mousson vers septembre dans la basse et moyenne vallée du bassin, ainsi qu'une réduction de 20% de la pluviométrie des mois de mai à août. Le retrait de la mousson n'est pas affecté par ces modifications.

Figure 5-9 : Diagrammes de précipitations mensuelles (mm) à l'échelle du BFS pour les scénarios RCP 4.5 et 8.5 et aux horizons 2050 [2035-2065] et 2080 [2065-2095], pour les 9 modèles de circulation régionale



Les conclusions de l'analyse à l'échelle annuelle sont confirmées par les analyses à l'échelle mensuelle. Il est également à noter une tendance possible au décalage du pic de la saison des pluies. Dans le scénario 8.5, à l'horizon 2050 et plus encore à l'horizon 2080, on note un pic des cumuls plus tardifs, ce qui se traduit par :

- **Une arrivée plus tardive de la saison des pluies** : les cumuls du mois de juin tendraient légèrement à la baisse.
- **Un pic décalé vers le mois de septembre** : les cumuls des mois de Septembre et Octobre pourraient être légèrement supérieur à la moyenne historique.

Pour récapituler, d'après les projections, les précipitations évolueraient peu en termes de quantité en cumul sur une année selon les différents scénarios étudiés. Cependant, les cumuls extrêmes sur une même année peuvent être importants avec des évènements extrêmes plus importants. Un potentiel décalage de la saison des pluies pourrait se faire sentir (RCP 8.5).

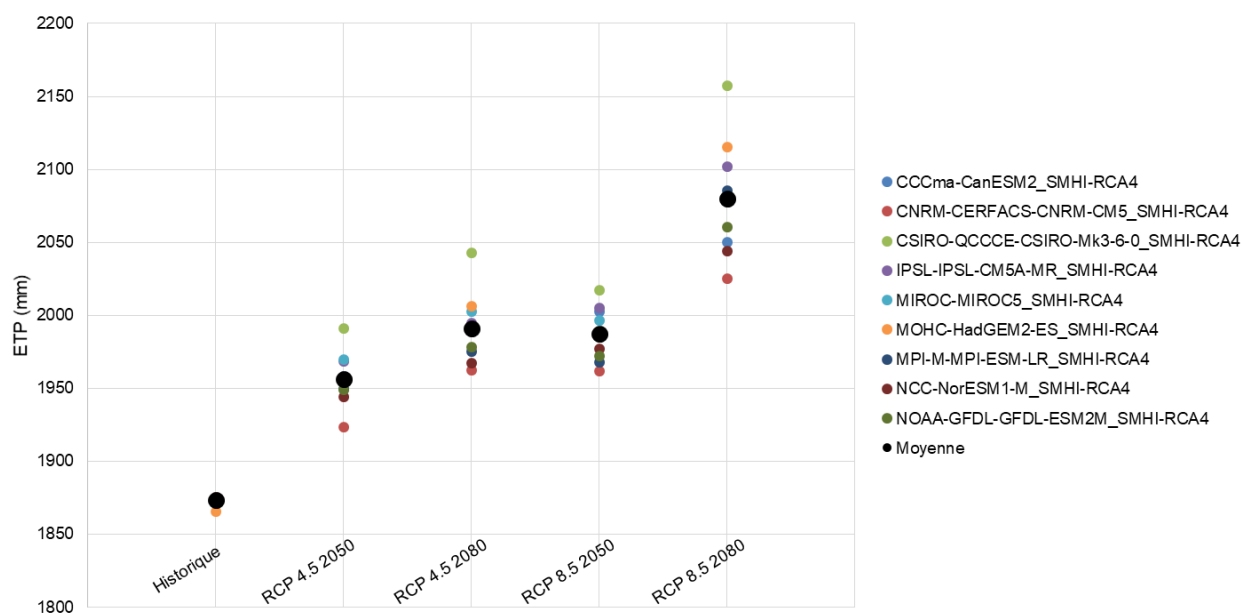
Un bilan P-ETP défavorable

L'évapotranspiration potentielle représente la capacité maximale d'eau (mm) que peut évaporer le sol et transpirer la plante dans des conditions optimales. Les graphiques suivants présentent l'évolution historique de l'évapotranspiration potentielle et des projections selon 9 modèles de circulation régionale sur les périodes [2035 - 2065] et [2065 - 2095].



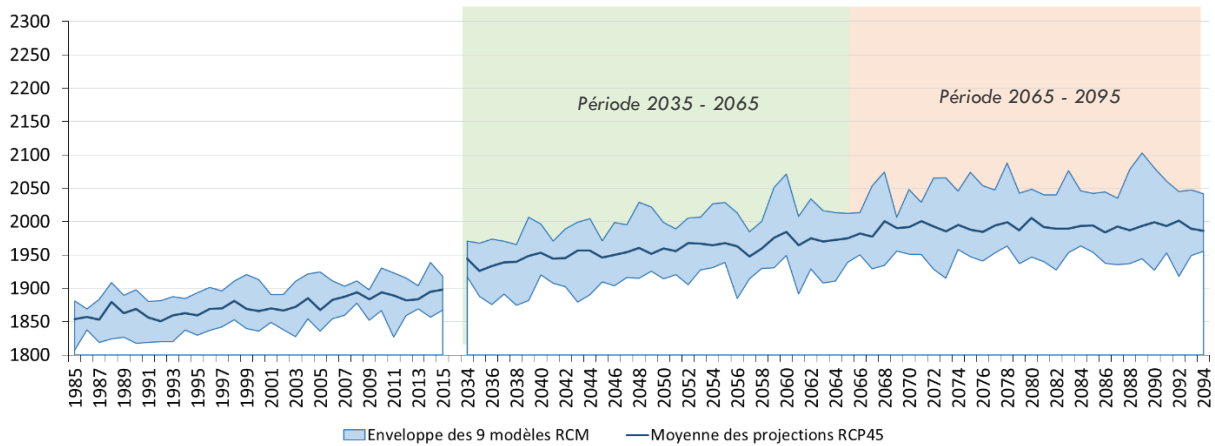
Dans le graphique suivant, on remarque que la moyenne des 9 modèles utilisés montre une augmentation constante de l'ETP avec des moyennes annuelles importantes observées dans le scénario RCP 8.5 à l'horizon 2100. On retrouve également les décalages de certains modèles sur cet horizon (sous-estimation et surestimation). Ceci pourrait notamment être expliqué par une augmentation des températures prévues dû au changement climatique dans la zone du bassin. En effet, l'analyse en détail de la température passée nous montre que son évolution a été relativement linéaire dans le temps, contrairement à ce que l'on a pu constater pour la pluviométrie. Les températures moyennes ont augmenté d'au minimum un degré entre 1960 et 2018, de façon quasi-régulière. Et ce phénomène s'observe sur toutes les saisons (Voir chapitre 5.4 du diagnostic du BFS).

Figure 5-10 : Evolution de l'ETP moyenne interannuelle à l'échelle du BFS selon les scénarios du changement climatique et résultats des moyennes des 9 modèles



Ces résultats sont également observés dans le graphique suivant, avec le scénario RCP 4.5, illustré par une augmentation des cumuls annuels de l'ETP d'environ 100 mm environ sur la période 1965 - 1995. On note également des cumuls extrêmes plus importants sur les projections des 9 modèles.

Figure 5-11 : Projections de l'ETP (mm) à l'échelle du BFS selon le scénario RCP 4.5 à l'horizon 2100 pour 9 modèles de circulation régionale



Pour le scénario 8.5, les projections montrent également une augmentation des cumuls annuels de précipitations de 240 mm environ en comparaison avec la moyenne interannuelle historique [1985 – 2015]. On note là aussi que les cumuls extrêmes tendraient à être plus importants et plus fréquents que sur la période historique, de façon plus marquée que pour le scénario 4.5.



Figure 5-12 : Projections de l'ETP (mm) à l'échelle du BFS selon le scénario RCP 8.5 à l'horizon 2100 pour 9 modèles de circulation régionale

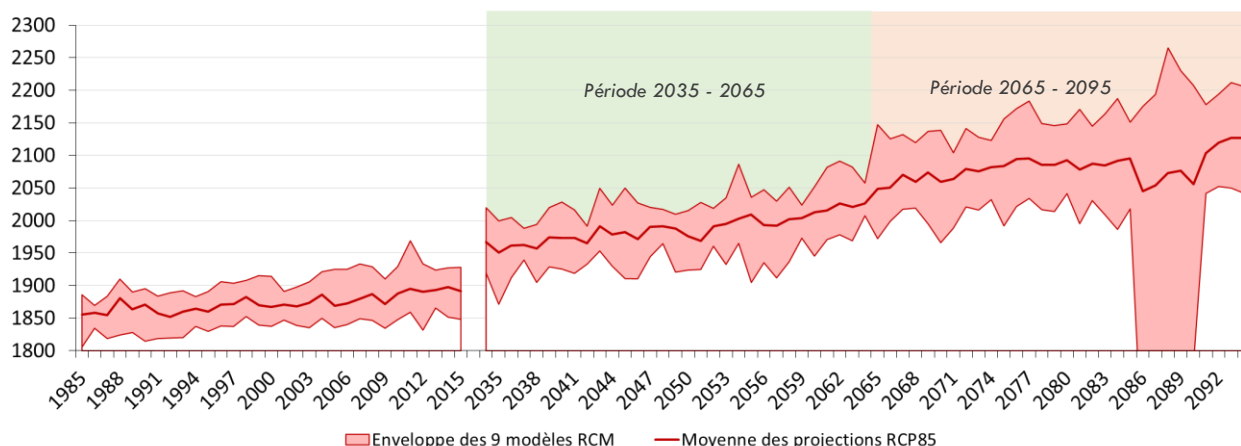
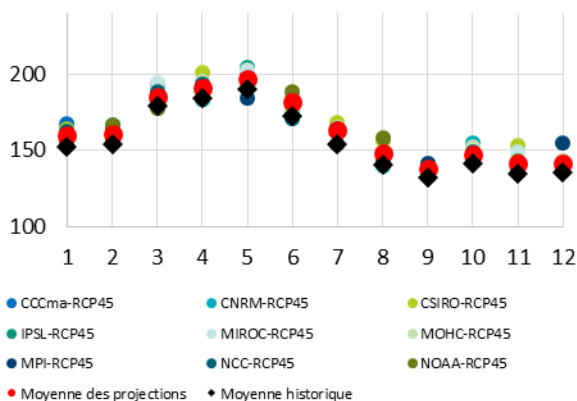
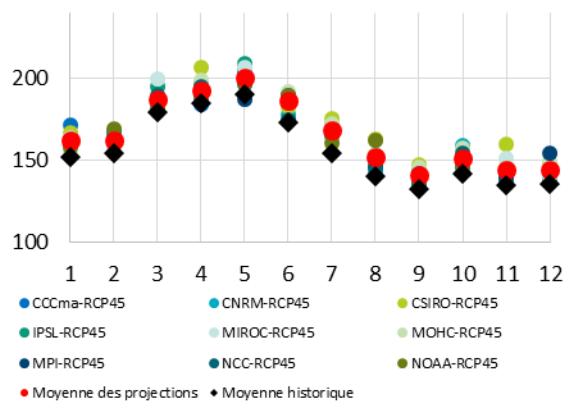


Figure 5-13 : Diagrammes de l'ETP (mm) à l'échelle du BFS pour les scénarios RCP 4.5 et 8.5 et aux horizons 2050 [2035-2065] et 2080 [2065-2095], pour les 9 modèles de circulation régionale

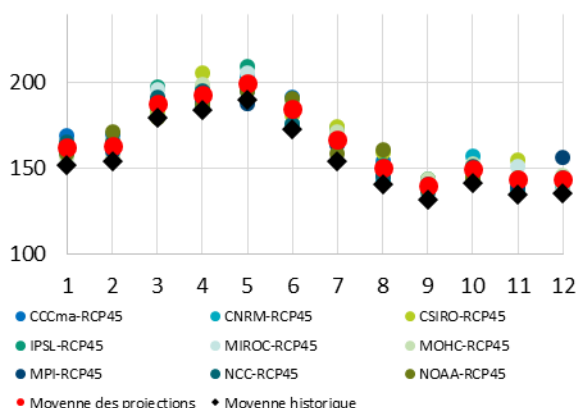
RCP 4.5 - 2050



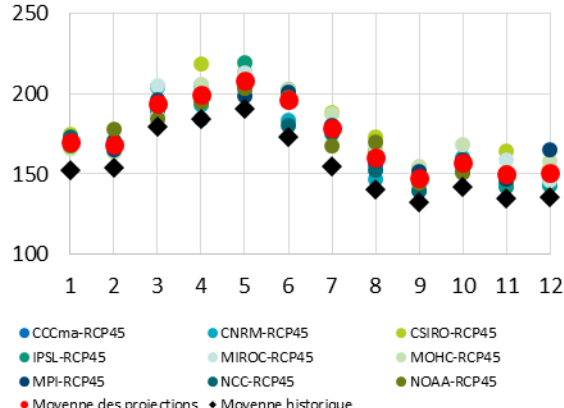
RCP 4.5 - 2080



RCP 8.5 - 2050



RCP 8.5 - 2080



Une analyse mensuelle a été réalisée afin d'estimer un potentiel décalage de l'ETP sur le bassin selon les 4 scénarios de changement climatique étudiés : RCP 4.5 2050, RCP 4.5 2080, RCP 8.5 2050, RCP 8.5 2080. On remarque sur les scénarios RCP 4.5. 2050 et RCP 8.5 2050, les moyennes des projections sont un peu plus importantes que les moyennes historiques. Le décalage de ces moyennes (projections par rapport à l'historique) est d'autant plus visible sur le scénario RCP 4.5 2080 et 8.5 2080. Enfin, sur tous les scénarios, on constate que l'augmentation de l'ETP est constante sur tous les mois de l'année.

Pour récapituler, d'après les projections, **l'ETP pourrait tendre à augmenter en termes de quantité en cumul sur une année**. Ceci pourrait être expliqué par une augmentation des températures dans le BFS. Les cumuls extrêmes sur une même année peuvent être importants. L'augmentation de l'ETP semble être constante sur tous les mois de l'année.

Le bilan des cumuls de précipitation et de l'ETP permet de dresser le bilan hydrique du BFS aux différents horizons et selon les différents scénarios de CC, et ainsi de déterminer son évolution possible à moyen et long terme.

On remarque que le bilan P-ETP sur la période historique [1985-2015] est défavorable (- 1 350 mm). C'est une caractéristique climatique spécifique au BFS.

Les figures suivantes montrent que, d'après les projections climatiques, le bilan P-ETP pourrait évoluer défavorablement, à un degré variable de sévérité. Les projections du scénario RCP4.5 conduisent à estimer cette dégradation à -75mm à l'horizon 2050, alors qu'elle pourrait aller jusqu'à -120 mm à l'horizon 2080. Celles du scénario RCP8.5 estiment cette dégradation à -100 mm à l'horizon 2050 et -180 mm à l'horizon 2100. Certains modèles montrent une surestimation du bilan P-ETP., tandis que d'autres ont tendance à le sous-estimer. Cette incertitude est d'autant plus importante sur un horizon lointain (2080) et sur un scénario pessimiste (RCP 8.5).



Figure 5-14 : Evolution du bilan hydrique selon les scénarios du changement climatique et résultats des 9 modèles utilisés

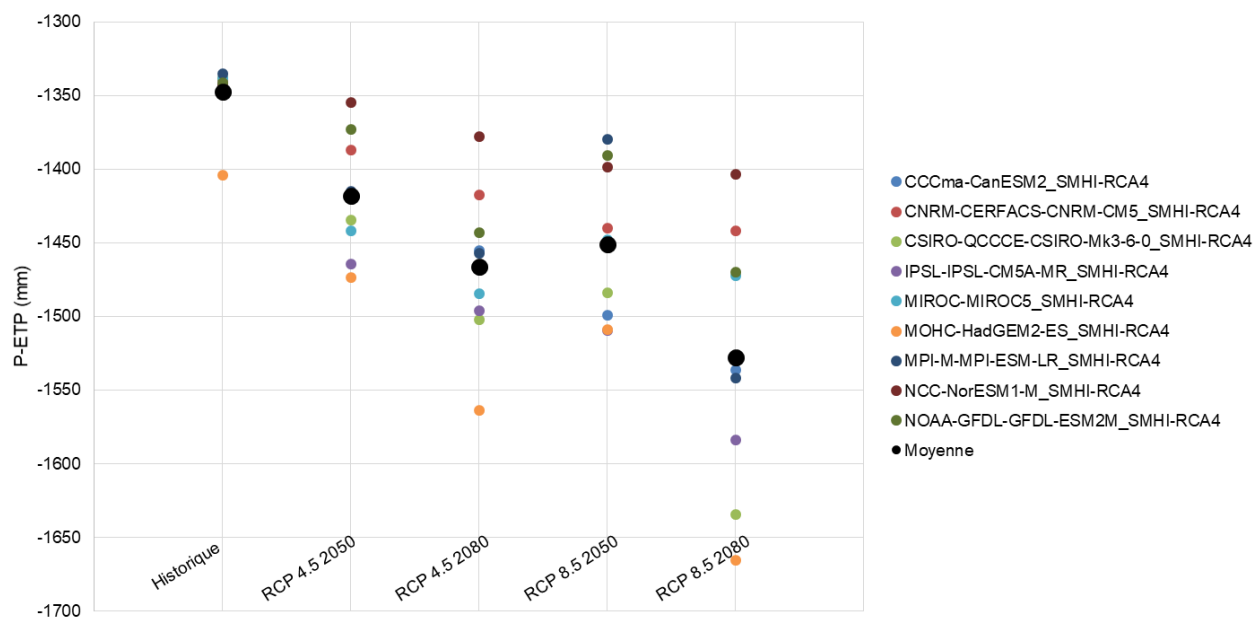
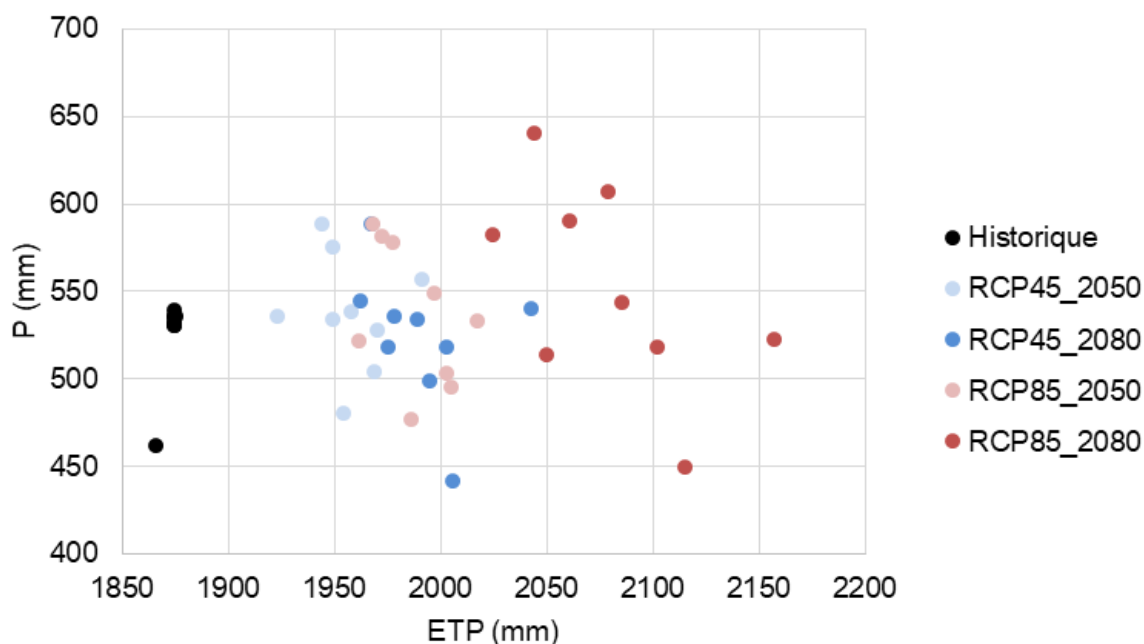
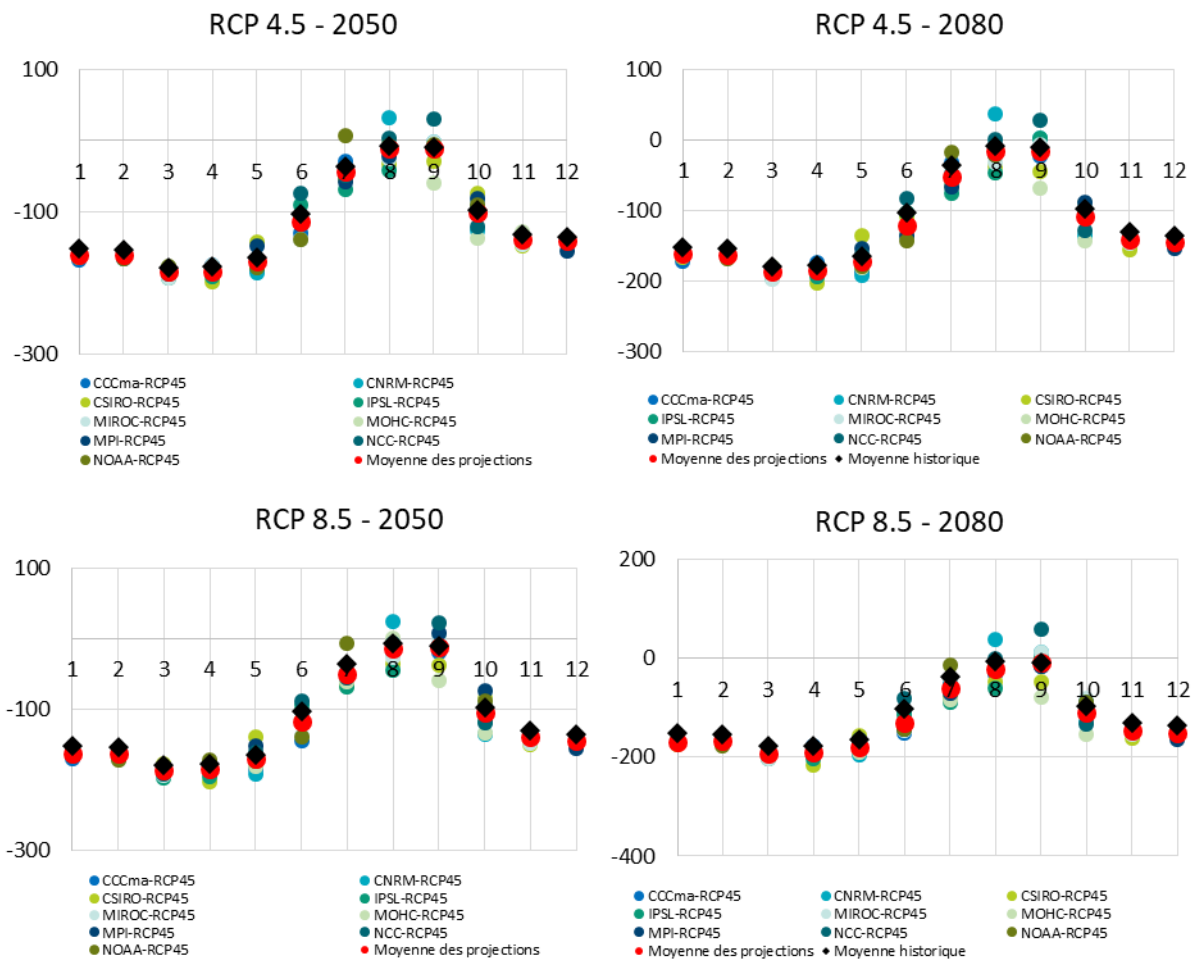


Figure 5-15 : Visualisation du bilan hydrique selon les scénarios de changement climatique



A l'échelle mensuelle, on observe que les moyennes des projections suivent la moyenne historique. Ces graphiques montrent que le bilan hydrique est atteint uniquement en période de saison des pluies (hivernage). Lors de la saison sèche le bilan Pluies – ETP est déficitaire aux alentours de 200 mm lors du mois de Mars et Avril, dans tous les scénarios.

Figure 5-16 : Diagrammes du Bilan P-ETP (mm) à l'échelle du BFS pour les scénarios RCP 4.5 et 8.5 et aux horizons 2050 [2035-2065] et 2080 [2065-2095], pour les 9 modèles de circulation régionale



Synthèse des perturbations climatiques dans le bassin

Pour résumé, les évolutions climatiques prédites dans le bassin sont :

- Un potentiel décalage du pic de la saison des pluies vers Octobre ;
- Des cumuls annuels constants mais avec des évènements pluvieux plus importants et plus extrêmes (pluies orageuses, inondations...) ;
- Une augmentation des températures ;
- Un bilan hydrique déficitaire important.

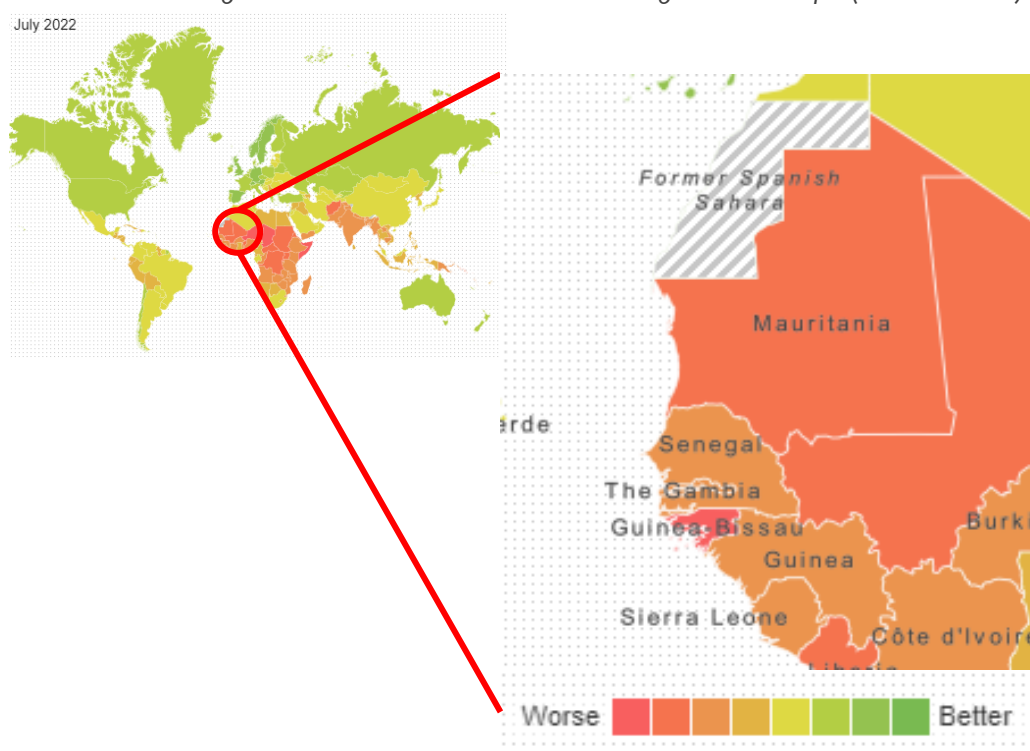
Maintenant que les évolutions climatiques du bassin ont été définies, il faut à présent comprendre en quoi celles-ci ont un impact sur la vulnérabilité du bassin



Annexe 2. Vulnérabilité des populations, écosystèmes et activités économiques du bassin face au changement climatique

L'Afrique de l'Ouest et Centrale a été défini comme une des régions les plus vulnérables au changement climatique par le groupement d'expert du climat : le GIEC. D'après la carte d'index de vulnérabilité ci-dessous, on observe que 2 (Mauritanie et Mali) des 4 pays membres de l'OMVS sont considérés comme hautement vulnérables dû à un manque de ressources hydriques, une population majoritairement pauvre et des zones de conflits. Le continent n'est responsable que de 3,8% des émissions à effet de serre et est pourtant une des principales victimes

Figure 5-17 : Index de vulnérabilité au changement climatique (ND Gain 2022)



Source : <https://gain.nd.edu/our-work/country-index/>

Le changement climatique a de nombreux impacts sur les ressources du bassin, ses écosystèmes et sa biodiversité, impactant ainsi les activités anthropiques s'appuyant sur ces ressources naturelles.

Les principaux résultats du changement climatique sont l'augmentation des températures et le décalage de la saison des pluies. Cela a ainsi de nombreuses conséquences sur les ressources naturelles et les écosystèmes et la gestion de ces ressources : l'augmentation des prélèvements, la diminution des ressources en eau, la réduction de la crue, la dégradation de la qualité de l'eau, et la submersion marine, une dégradation poussée des sols (érosion, ensablement), perte des zones boisées et assèchement des écosystèmes.

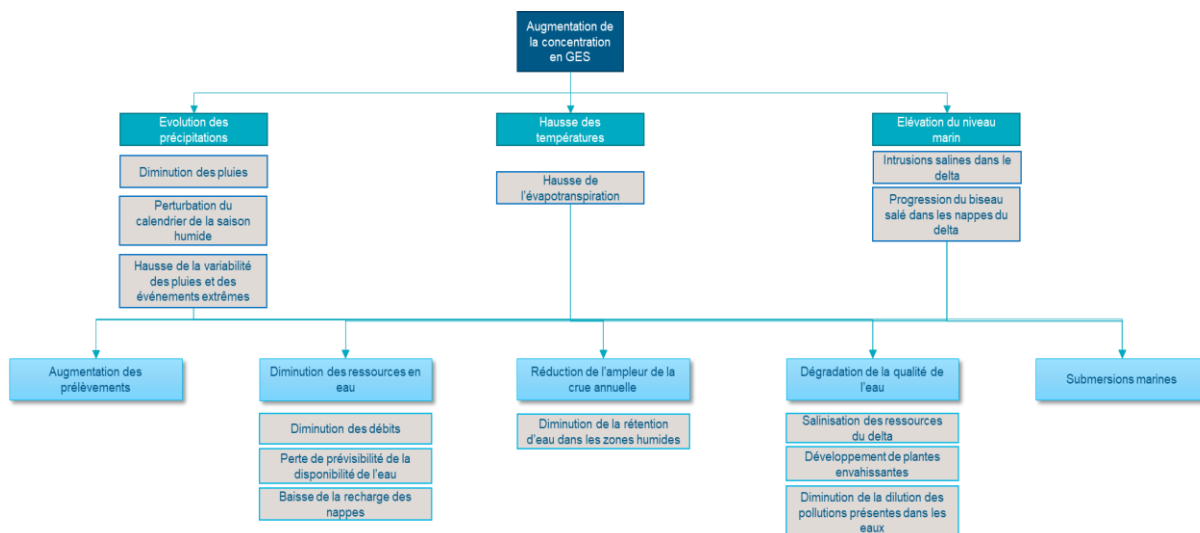


Figure 5-18 : Principaux impacts du changement climatique sur les ressources en eau du bassin

IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES POPULATIONS

La population du BFS est particulièrement vulnérable au changement climatique. Rurale pour sa majorité¹⁷, elle dépend directement des ressources naturelles locales pour son alimentation et tire près de 60% de ses revenus du secteur primaire. Ses moyens de subsistance sont ainsi particulièrement sensibles à l'évolution du climat. La précarité des populations et le faible degré d'aménagement du territoire réduisent très fortement leur capacité à faire face aux aléas et accentue leur vulnérabilité au climat.

Les objectifs de développement et de sécurisation des populations représentent des défis considérables dans le contexte de forte croissance démographique du bassin. De 6,8 millions de personnes en 2015, la population devrait doubler à l'horizon 2040 pour atteindre 15,9 millions en 2050. La révision des prévisions démographiques des Nations Unies de 2017 anticipe un maintien au-dessus de 1,7% de son taux de croissance à l'horizon 2045-2050. Les difficultés que rencontrent les populations en seront multipliées, tout spécialement dans un contexte de changement et de potentielle péjoration du climat.

Il est à noter que l'impact du changement climatique sur les secteurs économiques (partie 5.4.3) impacte aussi directement les populations.

Une précarité accrue du monde agricole à des conséquences socioéconomiques significatives

Comme décrit dans la partie précédente, **le changement climatique met à mal la productivité des activités économiques rurales** telles que l'agriculture, l'élevage, la pêche et l'exploitation forestière, s'il se traduit par une diminution de la disponibilité des ressources en eau. L'agriculture, qui a toujours été la principale source de revenus du bassin, connaît d'importantes difficultés, dont la perte de maîtrise du calendrier cultural. Le secteur de l'élevage souffre d'une raréfaction des points d'abreuvement du bétail et d'une sévère réduction des zones de pâturage. La pêche accuse une baisse continue du nombre de prises, similaire ou plus importante à celle qui est observée aujourd'hui.

Si le changement climatique entretient ou accentue ces difficultés de production, les populations seront fortement affectées.



Paupérisation des ménages, reconversion et exode rural

La diminution de la productivité agricole fait directement chuter les revenus des ménages. De nombreux emplois sont perdus, augmentant le taux de chômage et rendant nécessaire la reconversion de nombreux travailleurs. Les activités minières, l'orpaillage en particulier, bénéficient de cette main d'œuvre disponible et intensifient leurs pressions sur l'environnement et la qualité de l'eau. Les populations ont également tendance à émigrer davantage vers les villes. Les inégalités entre les plus riches et les plus pauvres sont accentuées.

Augmentation de l'insécurité alimentaire

Garantir la sécurité alimentaire des populations est un **enjeu prioritaire** pour les pays de l'OMVS. Dans la partie malienne du bassin, la proportion actuelle des ménages à risque d'insécurité alimentaire (consommation par équivalent adulte inférieure à 2400 kcal/jour) a été estimée à 58% par l'étude d'impact du PGIRE I et l'établissement de la situation de référence du PGIRE II (groupement AIDF/CSE/CRDES 2017).

La diminution des productions agricoles et l'augmentation des prix associée renforcent les risques d'insécurité alimentaire. La moins grande abondance des céréales, à la base de l'alimentation, les rendent moins accessibles aux ménages et accroît la dépendance des pays aux importations. La cherté des produits animaux et du poisson impacte l'équilibre nutritionnel des foyers.

En outre, le changement climatique complique la mise en œuvre de stratégies favorisant la sécurité alimentaire. La diversification des cultures et le développement du maraîchage sont en effet compromis par la baisse et l'irrégularité de la pluviométrie.



Figure 5-19 : Villageois peulh dans la vallée du fleuve Sénégal

Source : O.S. Bah, Photo prise lors de la mission de terrain, BRLI-CSE, Juin 2021

Augmentation des concurrences et des conflits potentiels

Plusieurs projections anticipent une concentration accrue des ressources en eau et des terres fertiles dans le lit du fleuve, à travers la diminution des pluies et la réduction des surfaces inondées lors de la crue annuelle. Elle est à l'origine de la migration de populations vers le fleuve : augmentation de la transhumance et installation des exploitations agricoles au plus près du cours. D'après Epule et al. (2015), la grande sécheresse (1970-1990) a déjà considérablement accru le nombre de réfugiés climatiques au Sahel.

De cette concentration accrue des acteurs résulte une multiplication des conflits d'usage. L'eau et les espaces proches du fleuve feraient l'objet de fortes concurrences entre éleveurs et agriculteurs. Les pasteurs locaux voient d'un mauvais œil la densification des troupeaux de transhumants.

L'augmentation du nombre d'agriculteurs et d'éleveurs mène à la surexploitation des ressources la moyenne vallée et aurait des conséquences sur les écosystèmes et leur pérennité.

Le changement climatique dégrade les conditions sanitaires de la population

Les impacts du changement climatique sur les rendements agricoles s'accompagnent d'une augmentation de l'exposition des populations aux maladies liées à l'eau. De fait, l'élévation des températures et la diminution des précipitations est à la base de la stagnation de l'eau, via la prolifération des plantes aquatiques envahissantes et la diminution des débits. Les bactéries et les parasites se multiplient dans davantage de points d'eau. Leur développement s'accélère par la hausse des températures, notamment chez les vecteurs.

De telles conditions entraînent l'extension des zones d'endémies, en augmentant le niveau de transmission dans les zones touchées avec les risques de contamination dans les régions où elle était auparavant impossible du fait des températures inférieures. Cette modification des zones éco-climatiques étant en latitude les zones de paludisme et de méningite.

Par ailleurs, la dégradation de la qualité des eaux de surface a aussi pour impact l'augmentation des maladies diarrhéiques. Le manque d'infrastructures d'assainissement et d'adduction d'eau potable en fait déjà la première cause de consultation médicale dans le BFS.

Finalement, l'exposition des populations aux maladies hydriques est renforcée par leur installation à proximité toujours plus immédiate du fleuve et des lacs, par manque d'eau.

Le changement climatique accroît l'exposition des populations aux crues et inondations

Par la potentielle aggravation de la précarité du monde agricole, le changement climatique augmente les difficultés des populations à faire face aux épisodes extrêmes. Il augmente également l'exposition des communautés aux risques, notamment d'inondation et de submersion marine :

Si les crues et les inondations ont été citées parmi les principaux risques climatiques auxquels sont exposées les populations du bassin, les fortes incertitudes des modèles climatiques empêchent de prévoir avec fiabilité leur fréquence future. La multiplication des événements extrêmes est toutefois couramment admise comme une traduction du changement climatique sur les territoires.

La montée du niveau de la mer accroît l'exposition du delta aux submersions marines. L'élargissement constant de la brèche depuis 2003 est facilité par la montée des eaux et l'érosion hydrique. Elle permet une plus large pénétration de la marée dans l'estuaire et rend la ville de Saint-Louis de plus en plus vulnérable aux inondations marines.



Figure 5-20 : Village des pêcheurs à Saint-Louis

Source : Photo prise lors de la mission de terrain de diagnostic du SDAGE (BRLi, 2021)

Le déficit pluviométrique des dernières décennies a encouragé l'installation des populations dans le lit inondable du fleuve, concentrant les ressources en eau et en terres arables. D'après le SDAGE 2010, 85% des habitants du bassin vivent à proximité du fleuve. Cette tendance se poursuit en cas de manque de précipitations. Elle augmente donc les pertes humaines et matérielles en cas d'inondation ou de crue.

IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES ECOSYSTEMES ET LA BIODIVERSITE

La dépendance accrue des écosystèmes aux ressources en eau les rend particulièrement vulnérables aux changements climatiques. Couplées à l'élévation de la température, les modifications du rythme des précipitations et des apports en eau intensifient fortement les pressions qui pèsent sur les écosystèmes et la biodiversité du bassin, aujourd'hui déjà fortement dégradés par la grande sécheresse et les activités humaines.

Principaux facteurs climatiques de dégradation des zones humides

Parmi les différents écosystèmes du bassin, les zones humides sahéniennes abritent une biodiversité particulièrement riche, tenue pour remarquable au niveau international (Zwarts et al. 2009, cité dans l'étude A&W 2019). Elle inclut toute une gamme d'espèces locales, d'arbres et d'insectes notamment, ainsi que de nombreux oiseaux migrateurs durant l'hivernage. Six sites Ramsar sont actuellement recensés dans la zone du Delta, trois dans le Haut-Bassin guinéen et un dans la région de Kayes.

Situés dans des zones semi-arides, ces écosystèmes sont largement dépendants des précipitations et des inondations. En particulier, la dynamique naturelle des inondations remplit une fonction essentielle en assurant l'entretien du lit majeur du fleuve, permettant ainsi la rétention d'eau dans les dépressions du terrain et fournissant de vastes zones de frayères pour la reproduction des poissons.

Depuis les années 1970, ces écosystèmes sont mis à mal par les évolutions du climat : diminution des précipitations, limitation de la crue annuelle et hausse des températures. Gonzalez et al. (2012) ont observé une mortalité et un dépérissement croissants des arbres du Sahel ouest-africain au cours de la deuxième moitié du XXème siècle, avec une baisse de la densité du couvert végétal et de la richesse en espèces.

Les changements climatiques menacent d'accélérer la fragilisation de ces milieux naturels, ainsi que de réduire considérablement les services écosystémiques assurés par le système hydrologique du bassin :

La réduction de l'ampleur de la crue annuelle a été identifiée comme l'une des principales causes de la perturbation actuelle des écosystèmes aquatiques dans l'étude menée par Artelia en 2018. Les surfaces inondées lors de la crue ont diminué durant les dernières décennies (A&W 2019). La potentielle diminution des pluies et des débits à long-terme, doublée d'une régression du soutien à la crue par les ouvrages hydrauliques, continuent de restreindre l'étendue des surfaces inondées. Ceci limite la disponibilité de l'eau douce aux abords directs du fleuve et assèche de nombreux écosystèmes non directement reliés à son lit. Les populations observent déjà cette altération des milieux via l'assèchement des puits, cours d'eau, mares et marigots (Enquête de perception, Artelia 2018).

L'élévation de la température contribue également au tarissement des zones humides tout en entravant la croissance des végétaux puisqu'elle induit l'augmentation des taux d'évaporation et d'évapotranspiration.

Finalement, malgré l'absence de projections fiables sur la région du BFS, il est admis que les changements climatiques s'accompagnent d'une intensification ou d'une multiplication des événements extrêmes, de pluie comme de sécheresse. Des épisodes de pluies intenses accélèrent entre autres l'érosion des berges du fleuve et la dégradation des sols qui deviennent stériles. A l'inverse, l'allongement des séquences sèches facilite le déclenchement de feux de brousse.

Ces tendances à l'assèchement des zones humides et à l'irrégularité des précipitations menacent fortement la biodiversité faunique et floristique des zones semi-arides du bassin. A ce titre, l'Analyse Diagnostique Environnementale Transfrontalière du Bassin du Fleuve Sénégal (OMVS, 2016) note que le changement climatique provoque la perte d'habitats naturels en accélérant le déboisement, le recul du couvert herbacé tout en accroissant la fréquence et l'ampleur des feux de brousse. La perte de ces habitats est responsable de la disparition d'espèces végétales et animales ainsi que de la migration de la faune.

Les services écosystémiques d'approvisionnement liés à la biodiversité (pêche, cueillette, fabrication de médicaments, coupe de bois...) souffrent de cet appauvrissement.

Cas particulier du Delta

Le delta du fleuve Sénégal rencontre des problèmes environnementaux spécifiques, liés à la proximité de l'océan et aux aménagements hydro-agricoles récents. Les changements climatiques contribuent à la transformation des écosystèmes et à la disparition de certains habitats.

La mise en service des grands barrages a été le point de départ de l'active de prolifération des végétaux aquatiques envahissants comme le Typha ou la fougère d'eau dans le delta. L'adoucissement de l'eau permis par le barrage de Diama, son enrichissement en nutriments par le rejet des eaux de drainage et le soutien à l'étiage assuré par le barrage de Manantali, sont les principaux facteurs qui expliquent leur développement rapide¹⁹. Les changements climatiques l'encouragent également, car l'augmentation de la température et la diminution des précipitations créent des conditions favorables à la croissance du Typha.



Figure 5-21 : Invasion de typha à Ahors

Source : Photo prise lors de la mission de terrain de diagnostic du SDAGE

Les incidences écologiques d'une telle prolifération sont à la fois notables et perceptibles. La colonisation des écosystèmes humides par ces végétaux perturbe leur fonctionnement et cause une perte de biodiversité. Elle diminue l'hydraulicité des cours d'eau, augmente la stagnation et ainsi dégrade la qualité de l'eau. Aujourd'hui, parcs et réserves naturelles du delta sont également touchés.

L'élévation du niveau de la mer facilite les remontées salines dans le delta et la pénétration du biseau salé dans les nappes. Une salinisation des ressources en eau et des sols ainsi qu'une modification des habitats sont déjà notées et vont se développer dans les années à venir. L'ouverture de la brèche en 2003 a déjà permis la large introduction des eaux marines dans le delta, accroissant la vulnérabilité des milieux au niveau de la mer et à ses marées. De fait, en décembre 2013, la mer avait recouvert plus de 3 km de terres et provoqué la perte de villages et de stations touristiques, ainsi que des modifications de la flore et de la faune de la péninsule. L'élévation du niveau de la mer accentue l'élargissement de la brèche.

Dégradation des sols

La diminution des eaux de surface, de la végétation et la potentielle multiplication des événements climatiques extrêmes accélèrent les processus d'érosion et de dégradation des terres dans la totalité du BFS. En particulier :

- La réduction des débits, les étiages prononcés et la diminution du couvert végétal favorisent la déstabilisation des berges et du lit des cours d'eau. Selon l'étude de vulnérabilité réalisée par Artelia (2018), le maintien des tendances climatiques observées aujourd'hui a pour conséquence l'ensablement des lits des principaux cours d'eau du bassin, comme le Bafing, la Falémé et le Sénégal.
- La diminution des inondations et de la recharge des nappes souterraines contribuent à l'appauvrissement des sols en eau et en nutriments. Le risque de salinisation des terres est également présent dans le delta et la basse vallée.
- Les têtes de source du Fouta Djallon sont particulièrement vulnérables à l'érosion des sols. La réduction du couvert végétal en est la cause principale au niveau de la source du Bafing.

Les changements climatiques accentuent les pressions humaines sur les milieux

Les changements climatiques intensifient indirectement les pressions anthropiques qui pèsent déjà sur les ressources naturelles.

La diminution des précipitations et l'élévation de la température accroissent les besoins en eau de la population, alors même que celle-ci devrait doubler d'ici 2040/20 si les tendances démographiques actuelles se maintiennent. Ces changements climatiques s'accompagneront d'un accroissement de la dépendance des populations au réseau hydrographique et de leur précarité. Ils encouragent ainsi une exploitation encore plus intense et anarchique des ressources en eau du fleuve.

En particulier, l'expansion importante des activités humaines se traduit par une déforestation massive destinée à l'aménagement d'espaces agricoles, la surexploitation des milieux avec notamment le surpâturage, le prélèvement de bois de chauffage et le prélèvement de produits forestiers ligneux et non ligneux, le rejet de pesticides et autres intrants agricoles dans les cours d'eau, le développement d'activités illicites telles que la carbonisation, le braconnage, l'orpaillage...

Ces activités s'ajoutent aux effets directs des changements climatiques et détériorent davantage les milieux : diminution du couvert végétal du bassin, de la qualité de l'eau, déstabilisation des berges, appauvrissement des sols et perte de biodiversité. De telles activités ont déjà commencé à le faire depuis une cinquantaine d'années, associées aux conditions climatiques de la grande sécheresse. Selon l'étude réalisée par Artelia en 2018, 140 000 ha de forêts sont détruits chaque année à des fins agricoles et 36 espèces végétales sont menacées de disparition parmi 88 considérées comme endémiques dans le haut bassin du fleuve. La population observe aujourd'hui ces désastres écologiques : 98% des personnes interrogées dans le cadre de cette étude attribuent l'altération de l'environnement à sa surexploitation par l'homme (coupes abusives de bois, extension des cultures au niveau des berges...).

IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES SECTEURS ECONOMIQUES

Les activités agricoles au sens large, incluant les cultures, la production animale, la chasse, la pêche et la foresterie, représentent entre 15,8 et 36,1% des Produits Intérieurs Bruts des Etats membres de l'OMVS21. Leur dépendance au climat et à ses aléas est donc un facteur de vulnérabilité important pour les pays, leurs économies et leurs populations.

Dans le BFS, l'agriculture correspond essentiellement à une agriculture de subsistance dont dépendent l'alimentation et les revenus des habitants. Elle est l'activité la plus pratiquée, mobilisant 80% de la population comme activité principale. Elle représente 49,4% des revenus des ménages et incarne par là des enjeux économiques et de lutte contre la pauvreté primordiaux pour les pays de l'OMVS.

Le changement climatique aggrave les difficultés du secteur, directement par la détérioration des conditions de production et indirectement par l'accroissement des besoins des populations et des pressions anthropiques.

Agriculture

Principaux facteurs climatiques qui affectent les rendements agricoles

Tels que décrits précédemment, les changements climatiques se traduisent par une perturbation du calendrier et du volume des pluies, leur irrégularité, et par une élévation de 1°C à 3°C des températures à l'horizon 2050. Au-delà des incertitudes qui composent ces projections, certains dérèglements climatiques sont déjà observés depuis plusieurs décennies par les agriculteurs, qui subissent des pertes de rendements et une diminution des surfaces ensemencées.



Une diminution des ressources en eau met les cultures sous pression

L'agriculture traditionnelle est la plus vulnérable à une réduction des pluies.

L'approvisionnement en eau, par les pluies et par le fleuve, a toujours été le facteur le plus important pour la pratique de l'agriculture. L'agriculture pluviale (dominant la partie amont du bassin) et le maraîchage sont hautement dépendants des niveaux de précipitation. L'agriculture de décrue, développée sur les berges et dans les bas-fonds de la vallée, est permise par la crue annuelle du fleuve, qui submerge et fertilise les sols. La plus récente agriculture irriguée de la vallée et du delta, représente 70 à 80% des prélèvements sur le fleuve.

La poursuite de la tendance à la baisse des précipitations aurait des effets significatifs sur tous les types de cultures. A titre d'exemple, le PANA de la Guinée (2017) considère comme important le risque de sécheresse et indique les impacts suivants sur l'agriculture : pénuries d'eau, pertes de récolte et baisse des rendements. Le faible développement des aménagements hydro-agricoles accroît la sensibilité de l'agriculture au climat.

En effet, une diminution des pluies touche d'abord les activités agricoles traditionnelles, en termes de superficies cultivées et de production. De fait, la grande sécheresse a déjà fait reculer de façon significative l'agriculture pluviale et de décrue vers le sud. L'agriculture sous pluie est maintenant l'attribut quasi exclusif des Hauts Plateaux guinéens, tandis que l'agriculture de décrue cède de plus en plus de terres à l'irrigation dans la basse vallée. Le maraîchage, activité pratiquée essentiellement par les femmes, est particulièrement impacté par les périodes de sécheresse.

Les difficultés que connaît l'agriculture de décrue vont perdurer si l'ampleur de la crue annuelle n'est pas restaurée par une reprise des précipitations²⁴. Comme observées dans l'étude de vulnérabilité menée par A&W en 2019, les inondations ont été moins importantes dans les dernières décennies, limitant aux surfaces proches du fleuve les apports en eau et en sédiments.

Pourtant, selon cette même étude, 53% des plaines inondables de la moyenne vallée²⁵ sont des zones potentiellement cultivables lors de la décrue, soit des zones dégagées avec une végétation peu dense. Dans la région de Matam, si le niveau du fleuve Sénégal dépasse 7,26 mètres, 28% de la plaine inondable pourraient être cultivés. Le changement climatique compromet ce fort potentiel des sols pour l'agriculture de décrue s'il s'accompagne de périodes déficitaires.

Au-delà d'une possible diminution générale des précipitations, d'autres paramètres hydrologiques impactent significativement les capacités agricoles du BFS :

Certaines études prévoient des perturbations du calendrier des pluies dans le bassin.

L'étude hydrologique menée par Artelia en 2018 conclut à une installation plus tardive de la mousson et à un décalage de son maximum vers le mois de septembre dans les régions les moins humides du BFS, à l'horizon 2100. A l'échelle régionale, Dunning et al. (2018) avancent que la saison des pluies en Afrique de l'ouest et au Sahel présentera plus de variations dans l'intensité des précipitations et que la saison des pluies pourra être retardée de 5 à 10 jours.

Ces modifications temporelles du régime des précipitations ont un impact direct sur la maîtrise du calendrier cultural par les agriculteurs. Aujourd'hui déjà, plusieurs hivernages irréguliers ont causé des pertes de récolte car les exploitants ont des difficultés à adapter leurs pratiques à une saison des pluies imprévisible.

A l'instar de l'étude précédente (Artelia, 2018), plusieurs sources observent et craignent un raccourcissement de la saison des pluies, dont découle un raccourcissement de la période de croissance des cultures et un affaiblissement des rendements.

Par ailleurs, la baisse du niveau des nappes souterraines menace les exploitations dépendant des puits et des forages.

L'élévation des températures modifie le cycle de croissance des cultures et favorise les espèces invasives

La hausse des températures a des effets négatifs directs sur le rendement des cultures en modifiant leur cycle végétatif : augmentation du potentiel d'évapotranspiration, des besoins de respiration et réduction du temps de croissance. Sultan et al. (2013) montrent que l'élévation de la température réduit le rendement des cultures de sorgho et de mil, même sous de bonnes conditions pluviométriques. Selon Van Oort et Zwart (2017), la chute des rendements sur les variétés actuelles pourrait atteindre jusqu'à - 45% en saison sèche dans les rizières irriguées de l'Afrique de l'Ouest.

De plus, l'élévation des températures a également pour effet le développement des insectes nuisibles. D'après Deutsch et al. (2018), l'activité des insectes s'intensifie dans les régions agricoles car les hautes températures augmentent leurs taux métabolique et de reproduction.

Une plus forte insolation dégrade également les rendements des cultures.

Les changements climatiques appauvrissent les sols agricoles

La fertilité des sols destinés à l'agriculture sera impactée par le changement climatique s'il se traduit par un déficit hydrique, une irrégularité des précipitations et une hausse des températures :

- La disparition de la végétation dans le bassin, sous les effets conjoints du réchauffement et du déficit hydrique, rendra les sols vulnérables aux effets érosifs du vent et de l'eau, dégradant ainsi leur fécondité. L'étude menée par A&W de cartes d'occupation des sols montre qu'aujourd'hui 36% des plaines inondables de la moyenne vallée correspondent à des sols nus et stériles. La perte de terres arables pourrait devenir encore plus significative et causer d'importantes réductions des productions agricoles.
- La diminution de l'ampleur de la crue annuelle limitera aux zones connexes au fleuve les dépôts alluviaux et généralisera l'appauvrissement des sols en éléments nutritifs.
- Au niveau du Delta, la montée du niveau de la mer accélérera l'élargissement de la brèche et facilitera les remontées salines. La **salinisation des sols** et l'**érosion** contribueront à faire reculer les terres cultivables.

Les changements climatiques accentuent les pressions humaines qui nuisent à la production agricole

Comme décrit dans ce qui précède, la péjoration des conditions climatiques a de forts impacts sur la productivité agricole, accroissant les difficultés économiques du monde rural et l'insécurité alimentaire. Les changements climatiques contribuent alors à augmenter les besoins des populations et à encourager l'exploitation massive et incontrôlée des terres arables.

Cette surexploitation des ressources naturelles est déjà largement observée dans l'agriculture d'aujourd'hui. Elle a des conséquences sur les écosystèmes, mais aussi sur les secteurs économiques dont l'agriculture elle-même :

- La surexploitation des sols participe à leur épuisement. Par exemple, selon l'étude de vulnérabilité menée par Artelia en 2018, la généralisation de l'agriculture itinérante en Guinée contribue à l'appauvrissement des sols au même titre que le fort raccourcissement de la durée des jachères, passée de 8-10 ans dans les années 1970 à seulement 3-5 ans aujourd'hui. La mauvaise maîtrise des intrants agricoles et de l'équilibre minéral/organique détériore également la fertilité des terres. Pour le Mali, les coûts liés à la dégradation des terres compris entre 20,9 et 26,5% du PIB malien, soit deux fois la dette extérieure du Mali.



- La concentration accrue des ressources en eau et des terres fertiles le long du fleuve conduit les agriculteurs à installer leurs cultures sur les berges de celui-ci. Cette pratique déstabilise le lit du fleuve et favorise l'ensablement des cours d'eau.
- Une baisse de la qualité de l'eau est attribuable aux pollutions agricoles, comme les rejets de pesticides et d'intrants via l'émissaire de drainage du Delta. L'augmentation de la concentration en nutriments de l'eau favorise le développement de végétaux aquatiques invasifs (dont le Typha).
- La destruction des milieux naturels occasionnée par le déboisement massif et l'extension des terres agricoles affecte la biodiversité et les services écosystémiques bénéfiques aux cultures.

Pastoralisme

Le bassin du fleuve Sénégal est traditionnellement une région propice à l'élevage en Afrique de l'Ouest. Le lit du fleuve offre des **possibilités de pâturage** pour le bétail et en fait une **destination de transhumance** pour les troupeaux pendant la saison sèche. Seraient concentrés dans le BFS 20% du cheptel malien et plus de la moitié du cheptel sénégalais.

A l'échelle du bassin, le pastoralisme est une activité importante économiquement et socialement elle est la **deuxième activité la plus pratiquée** et correspond à la **deuxième source de revenus du monde rural** derrière l'agriculture. Le développement rapide du secteur dans les soixante dernières années est responsable de la **surexploitation des terres** et de la **modification des paysages** qui sont visibles aujourd'hui (Zwarts et al. (2018)). Le doublement de la population du bassin, prévu à l'horizon 2040, continuera de faire grandir le nombre de têtes de bétail et d'aggraver les pressions sur les milieux.

Le changement climatique contribue également au maintien de ces pressions **en pérennisant les difficultés que connaît le secteur depuis la grande sécheresse 1970-1990**. La détérioration des conditions climatiques a en effet fortement affaibli la productivité de l'élevage : tendance à l'abandon dans certains sous-bassins, disparition de zones de pâturage, lourdes pertes de bétail, conflits d'usage... Conformément à plusieurs projections de changement climatique, sont attendues **une diminution de la disponibilité de l'eau** et **une régression de la végétation du bassin**. Elles **dégradent la santé des animaux** et **augmentent leur mortalité**.

Une diminution des ressources en eau compromet l'abreuvement du bétail

Une diminution des précipitations, telle que celle connue dans les années 1970 et 1980, entraîne l'assèchement des cours d'eau, mares, marigots et puits, utilisés pour abreuver le cheptel. Le manque d'eau pour le bétail est particulièrement significatif en saison sèche. Selon l'enquête de perception réalisée par Artelia (2018), des difficultés d'abreuvement sont déjà observables dans tout le bassin. Elles obligent notamment les forages du Delta à fonctionner pendant l'hivernage.

La baisse de la recharge des nappes ne facilite pas l'approvisionnement des puits et des forages.

Les changements climatiques impactent la croissance de la végétation et l'alimentation du bétail

L'évolution des ressources en eau influence l'abondance et la qualité des pâturages et du fourrage destinés à l'alimentation des animaux d'élevage :

- Une réduction de la crue annuelle a de fortes conséquences sur l'étendue et la qualité des pâturages dans la vallée du fleuve Sénégal. De fait, les apports en eau et en sédiments de l'inondation saisonnière sont essentiels à la croissance de la végétation de ces espaces et sont donc vitaux pour le bétail qui y pâture. DeGeorges & Reilly (2006) ajoutent que les pâturages inondés sont des zones stratégiques pour le pastoralisme du bassin, car ils constituent quasiment les seuls refuges permettant aux animaux de survivre pendant les années sèches.

- Une limitation de l'inondation aux abords du fleuve cause la dégradation voire la disparition de nombreux espaces de pâturage. S'en suivent une plus forte mortalité du cheptel et une intensification de la transhumance vers les espaces connectés au fleuve. Cette concentration accrue des troupeaux exacerbe les concurrences autour de l'exploitation de l'eau et des terres fertiles et crée davantage de conflits entre agriculteurs, pasteurs locaux et transhumants. Ces effets néfastes sont déjà visibles aujourd'hui dans toute la vallée et font suite à la réduction de l'ampleur de la crue annuelle observée depuis les années 1970.
- Par ailleurs, couplés à la hausse certaine des températures, un raccourcissement et une irrégularité plus grande de la saison des pluies favorisent l'assèchement des herbes et la perte de couvert végétal. La qualité des pâturages est impactée, tout comme la production de fourrage pour l'alimentation du bétail. Les prix du fourrage augmentent.

Les épidémies sont facilitées par une concentration plus grande du cheptel à proximité du fleuve

Si les ressources en eau et en végétation se concentrent dans les pâturages les plus proches du fleuve, la propagation de maladies est facilitée par la cohabitation de troupeaux plus nombreux et par la proximité au fleuve.

Pisciculture

Pratiquée le long des côtes et à l'intérieur des terres, la pêche est l'une des activités économiques les plus importantes du bassin. Elle contribue à hauteur d'environ 3% au PIB. Ses enjeux sont également alimentaires, car selon l'étude menée par Artelia (2018), ses productions représentent environ 85% des apports en protéines de la population.

Le secteur de la pêche est très sensible à l'évolution des paramètres climatiques comme la température, le niveau marin, les précipitations, les vents et les courants maritimes. L'installation de la sécheresse dans les années 1970 a causé une forte régression de l'activité, qui n'assure plus des revenus suffisants à la plupart des pêcheurs³⁰. L'assèchement et l'ensablement des cours d'eau participent à la baisse continue du nombre de prises et au rétrécissement des zones de pêche. Les capacités d'approvisionnement des localités riveraines ont été très amoindries.

La production halieutique souffre d'une diminution des précipitations

De manière générale, une diminution des précipitations, dans le cadre de scénarios de sécheresse ou de forte variabilité interannuelle, réduit les débits et limite l'inondation annuelle. Elle impacte ainsi la productivité de la pêche à deux égards :

- La réduction du niveau de la crue annuelle entraîne l'assèchement de nombreuses zones de frayères : mares, marigots, bas-fonds, qui permettent la reproduction des poissons et la croissance des juvéniles. La perte de ces zones humides affaiblit les ressources halieutiques du bassin.
- La réduction des débits et des niveaux du fleuve et de ses affluents menace les habitats des poissons et leur développement. Un tarissement et un ensablement des cours d'eau ont des conséquences sur la production de poissons et sur l'étendue des zones de pêche.

Les chroniques récentes donnent un exemple de l'ampleur des pertes occasionnelles par un déficit hydrique. La faible pluviométrie de l'année 2013 a considérablement réduit la production des points d'eau et a provoqué une baisse de 25% des captures en 2014 dans la région de Saint-Louis et une diminution de 16% du nombre de pêcheurs dans la région de Tambacounda au profit des activités minières sur la Falémé.



D'autres paramètres climatiques contribuent au recul de la pêche

D'autres évolutions climatiques influencent l'équilibre des milieux aquatiques, la qualité de l'eau et la biodiversité piscicole :

- La hausse de la température modifie les écosystèmes et participe à la dégradation de la qualité de l'eau.
- Le développement de plantes aquatiques envahissantes affecte les rendements de la pêche en détériorant les milieux, ainsi qu'en compliquant l'accès aux ressources halieutiques par les pêcheurs. Il est favorisé par les hautes températures, les pollutions agricoles et la diminution des pluies.
- La montée du niveau marin augmente la salinité de l'eau dans le Delta et fait reculer la production de poissons d'eau douce.

Sylviculture

Le bassin du fleuve Sénégal dispose d'importantes ressources forestières, en particulier dans sa moitié amont. Elles permettent les prélèvements de bois de chauffe et de bois d'œuvre, ainsi que des activités de cueillette ou la production de médicaments. La production annuelle de bois dans le BFS est de l'ordre de 3 millions de m³ par an³².

Aujourd'hui, l'exploitation massive des espaces forestiers mène à la dégradation aggravée de leurs ressources. Les coupes abusives de bois (pour la production d'énergie ou la construction) et le déboisement exigé par l'expansion des terres agricoles, impliquent des volumes de déforestation considérables. Au Mali, le Projet Inventaire des Ressources Ligneuses (PIRL) chiffrait à 32 millions d'hectares les formations ligneuses maliennes entre 1985 et 1991, contre seulement 17,4 millions aujourd'hui. En Guinée, la tête de bassin est particulièrement touchée, ce qui accroît la vulnérabilité des sources et des sols aux aléas des précipitations.

Des contraintes d'ordre climatique s'ajoutent aux pressions anthropiques précédentes depuis la grande sécheresse. De même, elles touchent la biodiversité des forêts comme leur étendue géographique. Selon certains scénarios réputés probables, elles pourraient s'aggraver au fil du changement climatique.

Potentiels effets du changement climatique sur le couvert forestier

La croissance de la végétation des forêts est impactée par le potentiel déficit hydrique et la hausse des températures. Les formations forestières, leur densité et leur répartition sur le territoire, sont appelées à évoluer. Dans certaines zones, la végétation dense cède du terrain à la savane arborée, qui elle-même recule devant la savane sèche s'étendant depuis le nord.

La péjoration des conditions climatiques cause ainsi des pertes quantitatives d'arbres ainsi que des disparitions d'essences. Ces pertes sont intensifiées en cas de période de sécheresse par une recrudescence des feux de brousse. Ces derniers font déjà partie des principaux facteurs de dégradation de forêts, par exemple au Mali. Par ailleurs, le manque de pluie limite fortement les initiatives de reboisement dans le bassin.

Ce recul de la végétation dense affecte toutes les activités traditionnellement hébergées dans les forêts. La quantité de bois à exploiter et la diversité des essences diminuent. La cueillette fruitière est significativement amoindrie. Les services écosystémiques tels que la protection des sols ou la biodiversité animale sont menacés.

L'évolution du climat incite à davantage d'exploitation du bois des forêts

Parallèlement, la détérioration des conditions climatiques intensifie l'exploitation du bois des forêts. La dégradation des systèmes de production de l'agriculture et de l'élevage accroissent la précarité des ménages et incitent des acteurs à se reconvertir dans l'exploitation forestière. Ces pressions supplémentaires sur les ressources en bois sont importantes et aggravent encore les destructions anthropiques des milieux.

Energie

La production d'énergie fait partie des principales priorités des pays de l'OMVS. La croissance démographique et les objectifs de développement économique du BFS sont à l'origine d'une forte augmentation des besoins en électricité. A titre d'exemple, la demande du Mali augmente de 12% en moyenne chaque année.

C'est pour satisfaire cette demande et maîtriser davantage les débits du fleuve que les ouvrages hydroélectriques actuels (à Manantali sur le Bafing et à Félou sur le Sénégal) sont complétés par d'autres barrages sur le Bafing et la Falémé, d'ici 2025 et à des horizons plus lointains. Si aujourd'hui seul 15% du potentiel hydroélectrique du bassin est exploité, les nouveaux aménagements devraient permettre d'en valoriser près de 66%.

Toutefois, les objectifs de production hydroélectrique du BFS seront peut-être revus à la baisse selon l'évolution des conditions climatiques. De fait, la productivité des barrages est sensible à la pluviométrie car elle est dépendante des débits naturels du fleuve et de la continuité de la disponibilité de l'eau au cours de l'année.

Une diminution des précipitations impacte la productivité hydroélectrique

Bien que la production d'énergie par les barrages ne soit pas consommatrice d'eau, elle est conditionnée par le niveau des cours d'eau et leur débit. Le maintien d'un débit minimal de 200 m³/s à Manantali – et bientôt de 80 m³/s à Gourbassi où une centrale est prévue sur la Falémé – est nécessaire à l'atteinte des objectifs fixés pour la production. Une diminution des précipitations menace la garantie de ces volumes minimaux et affaiblit la production annuelle. Une année de faible hydraulicité peut par exemple réduire de 38% la production de Manantali, de 807 à 500 GWh/an. Des déficits ponctuels de production d'énergie peuvent également être observés lors la saison sèche, en particulier pendant la période d'étiage. Ils fragilisent la continuité du service d'alimentation en électricité des localités riveraines.

Par ailleurs, l'incertitude inhérente aux projections de pluie complexifie la conception des barrages à venir, exposant davantage d'ouvrages à une potentielle baisse de la pluviométrie. Dimensionnés à partir des données hydrologiques actuelles, le remplissage de leurs réservoirs et leur productivité seront affectés si les pluies se raréfient.

Le fonctionnement des barrages est influencé par l'évolution d'autres paramètres climatiques

La hausse des températures cause des pertes d'eau importantes dans les réservoirs en augmentant le taux d'évaporation. Elle accentue ainsi les potentielles situations de stress hydrique en réduisant les ressources en eau délivrables à l'aval. La retenue de Manantali est le seul espace concerné aujourd'hui. Les pertes mensuelles s'y chiffrent à 234 mm à leur maximum en mars et avril, selon le SDAGE 2010. La construction de trois nouveaux barrages réservoirs entraînera davantage d'évaporation : les études de faisabilité commandées par l'OMVS prévoient, pour le mois de mars, jusqu'à -162 mm pour le projet de Boureya et -116 mm pour celui de Koukoutamba.

La hausse des températures et la réduction des pluies constituent des conditions favorables au développement de végétaux aquatiques envahissants dans les réservoirs. Elles augmentent la stagnation de l'eau et imposent de nouvelles contraintes de maintenance pour les ouvrages hydrauliques.



Finalement, l'érosion des sols et la sédimentation, encouragés par une diminution des pluies et du couvert végétal, contribuent à encombrer les réservoirs et à diminuer les volumes de stockage.

LE changement climatique modifie les prélèvements et la gestion des barrages

Plus largement, l'évolution des précipitations et l'élévation des températures influencent les besoins à l'aval des barrages : hausse de la demande d'irrigation en cas de déficit pluviométrique, nécessité d'un soutien à l'étiage plus significatif... De ces paramètres dépendent les règles de gestion des barrages.

Mines et industries

Le niveau d'industrialisation du bassin du fleuve Sénégal demeure très faible, et ce malgré les importantes ressources minières du sous-sol et les potentialités industrielles que constituent les ressources en eau, en énergie et en produits agricoles (via l'intensification permise par l'irrigation). Seuls certains minerais (or, cuivre, bauxite, marbre...) sont en exploitation, et les industries se limitent à quelques entités destinées à leur extraction ou à la transformation de produits agricoles et au traitement du bois.

Le secteur concentre toutefois des enjeux économiques importants car il représente en 2016 9,5% du PIB en Mauritanie, 10% du PIB malien, 23,7 % du PIB au Sénégal et jusqu'à 37,7% du PIB en Guinée ainsi qu'une grande part de leurs exportations. Le secteur des industries et mines est appelé à un fort développement dans les prochaines années : D'après les estimations des besoins en eau, les mines passeraient d'une demande de 241 Mm³/an à l'heure actuelle à une demande de 583 Mm³/an prévue pour 2050.

Les activités industrielles et leur croissance restent néanmoins conditionnées par la disponibilité des ressources en eau. Cette dernière peut devenir insuffisante dans les prochaines décennies si les conditions pluviométriques se détériorent. Les besoins des procédés industriels et les besoins des activités support telles que la production d'énergie et la navigation risquent de n'être pas satisfaits :

Bien qu'une partie de ses prélèvements soient restitués au fleuve, le secteur des mines et de l'industrie est traditionnellement un grand consommateur d'eau. Son approvisionnement dépend des nappes souterraines et des débits fluviaux.

Une diminution de la pluviométrie affecte ces deux types de ressources et menace le bon fonctionnement des forages et des stations de pompage sur les cours d'eau. De fait, les débits de la Falémé, sur laquelle est concentrée la quasi-totalité des prélèvements miniers du bassin, sont particulièrement sensibles aux variations climatiques.

La pratique de l'orpaillage aux abords de cet affluent du Sénégal régresse également du fait d'un assèchement des cours d'eau. De plus, les activités se déplacent de plus en plus dans le lit des cours et en dégraderaient davantage les berges.

Les activités industrielles sont également de grandes consommatrices d'énergie électrique. La production hydroélectrique du bassin ne pourra pas s'intensifier si les précipitations ne permettent pas de maintenir un débit minimal du fleuve Sénégal et de ses affluents. La construction de centrales thermiques au fuel se généralise pour alimenter les projets miniers.

L'amélioration de la navigabilité du fleuve Sénégal est aujourd'hui l'un des facteurs clés du développement de l'industrie. En dépendent le transport des produits miniers et autres, leur commercialisation et l'exploitation de nouveaux gisements. Une baisse des précipitations réduit la longueur des tronçons navigables ainsi que leur période de navigabilité dans l'année.

Par ailleurs, il est à noter que, mal maîtrisée, la croissance du secteur des mines et de l'industrie pourrait devenir une contrainte s'ajoutant à celle du changement climatique. Elle accroîtrait la précarité de l'approvisionnement des activités en eau : dégradation de la qualité de l'eau par le rejet d'eaux non traitées et de produits chimiques toxiques, dégradation des sols par les trous et galeries de mines, déstabilisation des berges par le développement incontrôlé de l'orpaillage...

AEP & Assainissement

L'approvisionnement en eau potable fait partie des objectifs prioritaires du développement des pays de l'OMVS. De grands efforts ont été réalisés dans les dernières décennies, ancrant une tendance favorable à la généralisation de l'accès à l'eau potable mais faisant perdurer l'insuffisance importante de l'assainissement des eaux usées. En 2008, environ 62% de la population du BFS avait accès à une alimentation en eau correcte et 36% à un système adéquat d'assainissement.

En Guinée et au Mali, l'approvisionnement en eau potable se fait à plus de 85% à partir des ressources de surface, tandis qu'au Sénégal et en Mauritanie les prélèvements dépendent des eaux souterraines respectivement à 51% et 88%. Les capitales de Nouakchott et Dakar sont toutefois alimentées par le fleuve Sénégal.

La croissance démographique importante et soutenue du BFS (de l'ordre de 3% par an) implique une forte augmentation des besoins en AEP, vers plus de 132 Mm³/an prélevés dans le fleuve en 2025 d'après le SDAGE 2010. Par ses potentiels impacts préjudiciables aux ressources en eau, le changement climatique entrave la satisfaction de ces demandes croissantes en eau potable. Les Etats seront contraints de réduire leurs prélèvements ou de développer des infrastructures plus performantes de transfert, distribution et traitement des eaux.

Une diminution de la disponibilité de l'eau risque de favoriser la surexploitation des ressources

La diminution du niveau et de la régularité des précipitations modifient les débits du Sénégal et de ses affluents, ainsi que la recharge des nappes souterraines par infiltration.

Le pompage des eaux du fleuve rencontre davantage de difficultés et moins de continuité, notamment en période d'étiage.

En outre, l'affaiblissement de la recharge des nappes accroît les risques de surexploitation de celles-ci. Les prélèvements dépassent plus rapidement le seuil de renouvellement des ressources et compromettent leur pérennité. De fait, les prélèvements actuels sur les nappes côtières sont très élevés et concentrés dans un domaine limité. La nappe du Trarza, en charge de l'approvisionnement en eau potable des régions de Nouakchott, du Trarza et du Brakna, et alimentant près de 2000 points d'eau, est menacée de surexploitation.

Une dégradation de la qualité de l'eau rend plus contraignants et plus coûteux la potabilisation et l'assainissement

Comme décrit précédemment, le changement climatique a des impacts sur la qualité de l'eau superficielle : augmentation de la charge solide du fait de l'érosion des sols, modification des écosystèmes, développement de plantes envahissantes... L'intensification incontrôlée des activités humaines découlant de la péjoration du climat est également la cause d'importantes pollutions. Des efforts plus significatifs doivent être fournis afin de rendre cette eau propre à la consommation.

Si traditionnellement l'exploitation des eaux souterraines – de bonne qualité dans le bassin – était privilégiée pour atténuer les coûts de potabilisation, elle pourrait devenir moins intéressante au niveau du delta si la salinisation des sols s'accroît. La montée du niveau marin devrait encourager la progression du biseau salé dans les nappes côtières et réduire leur qualité.



Transport et communication

La navigation est un usage indispensable au développement du BFS, que ce soit pour le transport de produits agricoles, miniers, de personnes ou le désenclavement de territoires. L'aménagement d'un chenal navigable de 905 km de long, de l'embouchure du fleuve jusqu'à Ambidédi au Mali, constitue l'un des trois grands volets du Programme d'infrastructure régionale de l'OMVS. Aujourd'hui, la navigation sur le Sénégal n'est possible toute l'année que jusqu'à Podor, et Ambidédi n'est une destination accessible qu'en moyenne durant cinq mois.

Les besoins en eau pour la navigation se traduisent en termes de tirant d'eau, soit de hauteur et de débit du fleuve. Il est couramment admis qu'un débit d'étiage de 200 à 300 m³/s à Bakel rendrait accessible aux bateaux et pirogues la totalité de la zone navigable du fleuve.

Une note concernant le soutien d'étiage à Bakel par Manantali a été réalisé en février 2000 par l'IRD à la demande de la Banque Mondiale³⁹ et a été citée dans l'étude de vulnérabilité menée par Artelia en 2018. La gestion du barrage y a été simulée avec l'objectif d'assurer un débit minimum de 300 m³/s à Bakel. Les simulations rendent compte d'une bien meilleure satisfaction du critère lorsque les apports en eau utilisés sont ceux de la période 1950-1978, et non de 1950-1998. Aussi, ce serait notamment à cause des apports en eau observés aujourd'hui et depuis la sécheresse que la navigabilité jusqu'à Ambidédi apparaît comme un objectif très ambitieux sans aménagement supplémentaire.

Le changement climatique éloigne davantage l'horizon de réalisation de cet objectif en maintenant constant voire réduisant le niveau de précipitation. Une telle diminution des pluies, anticipée par plusieurs scénarios réputés probables, entraîne une baisse du niveau du fleuve. Les périodes de navigabilité comme l'étendue des tronçons navigables sont affectées. Les infrastructures portuaires seront endommagées par l'abaissement des niveaux.

D'autres paramètres climatiques impactent la superficie des zones fluviales accessibles :

- Couplées à la diminution des débits, la potentielle augmentation des événements extrêmes et la perte de couvert végétal facilite l'érosion des berges et du lit des cours d'eau. L'ensablement des cours réduit la largeur et la profondeur des chenaux.
- La prolifération de végétaux aquatiques envahissants comme le Typha dans la basse vallée et le delta, encombrant les voies et augmentent la stagnation des eaux.

Impact des activités anthropiques sur le changement climatique

Il est important de noter que l'Homme lui-même a un impact certain sur les ressources naturelles, et ces activités anthropiques peuvent également avoir un impact négatif sur la résilience de ses propres populations face au changement climatique. Plusieurs activités humaines ont un réel impact sur la biodiversité et l'environnement du bassin :

- Les têtes de bassin en Guinée sont soumises à une **importante déforestation**, provoquant d'importants phénomènes d'érosion et de pertes de terres. Cette déforestation massive en Guinée aggrave les phénomènes de sécheresses, d'inondations et d'érosion ;
- La Falémé est victime du **développement incontrôlé de l'orpillage**, créant des conflits liés à l'usage de l'eau et dégradant la qualité de l'eau ;
- L'aval du fleuve avec le **développement des périmètres irrigués et l'urbanisation** croissante dans le lit majeur du fleuve dégradent la qualité de l'eau et accentuent la vulnérabilité des populations face aux risques d'inondations et aux maladies liées à l'eau. De plus, la **prolifération des plantes aquatiques envahissantes** reste une réelle problématique ;
- **L'élargissement constant de la langue de Barbarie** entraîne des coûts environnementaux et socioéconomiques importantes dus aux remontées salines, à la disparition d'habitats, au recul des terres agricoles ainsi qu'à la perturbation des itinéraires des migrations de poissons.

DEFIS SECTORIELS

Suite au recensement des impacts du changement climatique sur les populations, les écosystèmes et les secteurs économiques, on peut identifier également les manquements actuels en termes de réponse aux impacts du changement climatique :

Secteur	Défis / Contraintes / Problèmes identifiés
Agriculture	<p>Insuffisance des capacités et de la formation aux niveaux individuel et institutionnel dans la mise en œuvre des politiques, des règles et des réglementations, notamment en matière de conservation des sols et de l'eau, comme le respect de la plantation d'arbres sur un certain pourcentage de des terres de l'exploitation ou du domaine.</p> <p>Manque de contrôle sur l'utilisation des intrants agricoles</p> <p>Manque de disposition de semences améliorées résistantes à la sécheresse</p>
Eau	<p>Expertise et équipements inadéquats pour déterminer le nombre de forages réalisés chaque année et le suivi de l'augmentation et diminution du niveau des mares, et la surveillance des eaux souterraines ;</p> <p>Le processus institutionnel de suivi de qualité de l'eau n'est pas opérationnel</p>
Foresterie	<p>Manque de promotion des investissements dans les industries forestières ;</p> <p>Les programmes actuels de reboisement et de réhabilitation de l'environnement dans les zones dégradées doivent être renforcés et la participation des communautés locales doit être assurée</p> <p>les capacités sur le développement du paiement pour les services écosystémiques et les stratégies REDD+, et sa mise en œuvre.</p>



Faune et flore	<p>faibles incitations pour rendre le secteur attractif pour l'investissement ;</p> <p>faible capacité d'application de la loi pour réduire le braconnage en raison de l'absence de véhicules et d'équipements de communication suffisants,</p> <p>des accords et règlements transfrontaliers relatifs à la faune et à la flore sauvages doivent être appliqués</p> <p>Manquement d'informations actuelles sur les ressources dans les parcs nationaux, les réserves de faune et de flore sauvages et les sanctuaires naturels, tels que les sites historiques, culturels, naturels, spirituels et archéologiques. Manquement d'une base de données actualisée sur le déclin de la faune et de la flore sauvages dû aux facteurs liés au changement climatique.</p>
Pêche	<p>Faiblesse des prises de poissons due à la dégradation de l'environnement et à la pollution des eaux</p> <p>Diminution des zones de reproduction, assèchement des mares et cours d'eau</p>
Mines	<p>Laxisme dans l'application des lois minières et la faible harmonie des cadres réglementaires entre la foresterie, l'agriculture, la faune et la flore sauvages et l'exploitation minière</p> <p>Manque de savoir-faire et de compétences spécialisées dans l'exploitation et la transformation minière</p>
Energie et transport	<p>Manque d'équipement et de savoir-faire technique pour l'estimation des GES des secteurs de l'énergie et du transport.</p> <p>Faible niveau d'adoption de sources d'énergie alternatives.</p>
Industries	<p>Manque de capacités dans la gestion des déchets solides et de stations de traitement des eaux usées</p>
Santé	<p>Des recherches limitées pour établir l'ampleur réelle de la relation entre la variabilité du climat et l'incidence, l'occurrence et la gravité des maladies.</p>
Gestion du risque	<p>Manque d'expertise pour réaliser une cartographie des dangers et une évaluation des risques afin de déterminer les zones et la population les plus touchées par les catastrophes,</p> <p>Manque de ressources et d'expertise pour quantifier clairement les pertes économiques causées par diverses catastrophes.</p>

Annexe 3. Définition des concepts sous-tendant les stratégies de lutte contre les effets du changement climatique

DEFINITION DU RISQUE CLIMATIQUE

Le risque climatique se décompose entre l'aléa climatique et la vulnérabilité du système considéré (population, écosystème, infrastructure, institution). Voir Figure A-1.

Changement climatique : Variation de l'état du climat, que l'on peut caractériser (par exemple au moyen de tests statistiques) par des modifications de la moyenne et/ou de la variabilité de ses propriétés et qui persiste pendant une longue période, généralement pendant des décennies ou plus. Les changements climatiques peuvent être dus à des processus internes naturels (variabilité naturelle), à des forçages externes ou à des changements anthropiques persistants dans la composition de l'atmosphère ou dans l'utilisation des terres.

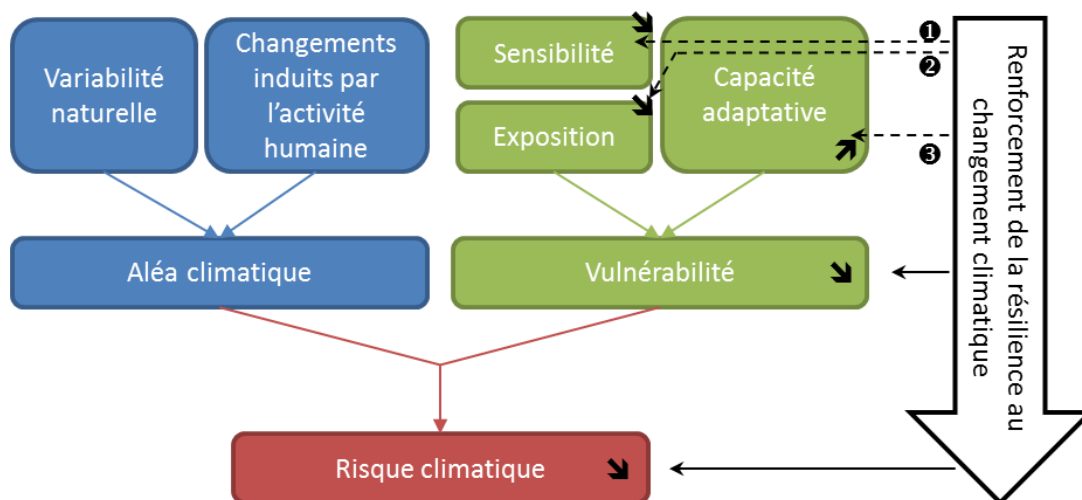
Vulnérabilité : Propension ou prédisposition à subir des dommages.

Exposition : Présence de personnes, de moyens de subsistance, de ressources et de services environnementaux, d'éléments d'infrastructure ou de biens économiques, sociaux ou culturels dans un lieu susceptible de subir des dommages.

Sensibilité : Degré auquel un système est influencé, positivement ou négativement, par la variabilité du climat ou les changements climatiques. Les effets peuvent être directs (par exemple la modification des rendements agricoles due à un changement de la valeur moyenne, de l'amplitude ou de la variabilité de la température) ou indirects (par exemple les dommages causés par une augmentation de fréquence des inondations côtières en raison d'une élévation du niveau de la mer).

Capacité adaptative : Aptitude d'un système, d'une institution, d'un être humain ou tout autre organisme à modérer les effets préjudiciables, à tirer profit des effets bénéfiques ou à s'adapter aux conséquences du changement climatique

Figure 3-22 : Schéma de définition du risque climatique et des stratégies de renforcement de la résilience au changement climatique.



Légende : Les différents types de mesures de renforcement de la résilience au changement climatique. ❶ mesures visant à réduire la sensibilité à l'aléa climatique ; ❷ mesures visant à réduire la vulnérabilité à l'aléa climatique ; ❸ mesures visant à renforcer la capacité adaptative à l'aléa climatique.

Source: Inspiré de Gitz V. & Meybeck A., 2012. Risks, vulnerabilities and resilience in a context of climate change. FAO.

DEFINITION DE L'ADAPTATION ET DE LA RESILIENCE

Atténuation: Intervention humaine visant à réduire les impacts anthropiques sur le forçage climatique ; Démarche qui consiste à réduire les sources et émissions de gaz à effets de serre (GES) ou à renforcer le stockage de GES. Démarche de stabilisation des concentrations des gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère à un niveau qui empêche toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique en favorisant les efforts pour réduire ou limiter les émissions de GES ou améliorer la séquestration des GES.

Adaptation: Pour les systèmes humains, démarche d'ajustement au climat actuel ou attendu, ainsi qu'à ses conséquences, de manière à en atténuer les effets préjudiciables et à en exploiter les effets bénéfiques. Pour les systèmes naturels, démarche d'ajustement au climat actuel ainsi qu'à ses conséquences; l'intervention humaine peut faciliter l'adaptation au climat attendu.

NB : Les mesures d'atténuation permettent de limiter les changements climatiques tandis que l'objectif des mesures d'adaptation est de réduire la vulnérabilité des systèmes naturels et socio-économiques et ainsi de faire face aux changements climatiques à moindre coût.

Résilience: Capacité que présentent un système et ses éléments constitutifs d'anticiper, d'absorber, ou de supporter les effets d'un phénomène dangereux, ou de s'en relever, avec rapidité et efficacité, y compris par la protection, la remise en état et l'amélioration de ses structures et fonctions de base.

NB : Le renforcement de la résilience au changement climatique d'un bassin versant est une démarche englobant l'adaptation et s'inscrivant dans une trajectoire de développement plus général du bassin versant. Le changement climatique est alors considéré comme une contrainte (parmi d'autres) placée sur la trajectoire de développement. Cela intègre notamment les mesures sans-regret.

Maladaptation: Risque de mise en œuvre d'actions qui s'avèrent néfastes aux populations / écosystèmes, c'est à dire qui peuvent être bénéfiques à court terme, ou localement, mais qui peuvent affecter la vulnérabilité ou la capacité adaptative aux changements climatiques à long terme ou à une autre échelle spatiale.

Certaines stratégies d'adaptation peuvent accroître la vulnérabilité d'autres écosystèmes, secteurs ou populations si (i) elles augmentent les émissions de gaz de serre, (ii) elles impactent de manière disproportionnée les plus vulnérables, (iii) elles ont des coûts d'opportunité très élevés, (iv) elles réduisent les incitations à s'adapter, ou (v) si elles induisent des trajectoires qui limitent les choix possibles pour les générations futures. Ces cinq risques de mauvaise adaptation offrent une base sur laquelle analyser les possibles effets indésirables des mesures d'adaptation (Barnett & O'Neill, 2009).

Différents types de mesures d'adaptation

La Commission Economique pour l'Europe des Nations Unies définit les différentes options de projets en fonction des bénéfices climatiques attendus (Nations Unies & CEE, 2009) :

- ▶ Option gagnant-gagnant (mesures à bon rapport coût efficacité, minimisent les risques climatiques et offrent d'autres avantages). Souvent, activités traitant effets climatiques et / ou répondent à d'autres objectifs sociaux et environnementaux :
Ex : Utilisation efficiente de l'eau, notamment l'eau chaude (réduit la demande en eau ET l'émission de GES)
- ▶ Options zéro regret (mesures à bon rapport coût efficacité et utile quelle que soit l'ampleur des CC). Mesures justifiées par les conditions climatiques actuelles et compatibles avec les CC projetés :
Ex : promotion des bonnes pratiques de gestion des sols pour limiter les risques de pollution diffuse
- ▶ Options faible regret (mesures à bas rapport coût efficacité, les avantages importants dépendent des futurs CC)
Ex : Réseau de drainage surdimensionné
- ▶ Option d'adaptation flexible : mesures conçue pour être modifiées à l'avenir.
Ex : Conception d'un réservoir prévoyant la possibilité de le rehausser plus tard

Sources :

- ▶ Nations Unies & CEE, 2009
- ▶ IPCC Fifth Assessment Report: Climate Change 2014
- ▶ IPCC, SREX, 2012. Gestion des risques de catastrophes et de phénomènes extrêmes pour les besoins de l'adaptation au changement climatique.
- ▶ IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007



BRL
Ingénierie



www.brl.fr/brli

Société anonyme au capital de 3 183 349 euros
SIRET : 391 484 862 000 19 - RCS : NÎMES B 391 484 862
N° de TVA intracom : FR 35 391 484 862 000 19

1105, avenue Pierre Mendès-France
BP 94001 - 30 001 Nîmes Cedex 5
FRANCE
Tél. : +33 (0) 4 66 84 81 11
Fax : +33 (0) 4 66 87 51 09
e-mail : brli@brl.fr