



Profil de risque climatique : Sénégal

Résumé

	<p>Ce profil offre un aperçu des projections des paramètres climatiques et des impacts associés sur différents secteurs au Sénégal d'ici à 2080, en vertu de différents scénarios de changement climatique (appelés Representative Concentration Pathways - Profils représentatifs d'évolution de concentration ou RCP). Le RCP2.6 est un scénario de réduction des émissions conformément à l'Accord de Paris ; le RCP6.0 est un scénario d'émissions moyennes à élevées. Les projections ne tiennent pas compte des effets des futurs impacts socio-économiques.</p>	 <p>Les zones agro-écologiques pourraient se transformer, ce qui aurait une incidence sur les écosystèmes, la biodiversité et la production agricole. Les modèles prévoient des tendances différentes pour la diversité des espèces suivant les régions sénégalaises, mais les projections concernant le couvert forestier restent incertaines.</p>
	<p>L'agriculture, la biodiversité, la santé, les infrastructures et l'eau sont particulièrement vulnérables au changement climatique. Dans ces secteurs, la nécessité de mettre en place des mesures d'adaptation devrait figurer dans le portefeuille de la coopération allemande au développement au Sénégal.</p>	 <p>La disponibilité de l'eau par habitant-e baissera d'ici à 2080, principalement en raison de la croissance démographique. Les projections montrent que les mesures d'économie d'eau vont devenir de plus en plus importantes dans tout le Sénégal dès 2025.</p>
	<p>Selon les scénarios, il est prévu que la température au Sénégal augmente entre 1,8 °C et 3,6 °C d'ici à 2080 par rapport aux niveaux pré-industriels, avec des températures plus élevées et plus fréquemment extrêmes dans le nord-est et l'est du pays.</p>	 <p>La part de la population affectée par au moins une vague de chaleur par an devrait augmenter, passant de 3,5 % en 2000 à 13,6 % en 2080. Ce changement est lié à la recrudescence des journées très chaudes durant cette période (82 supplémentaires par an). Ainsi, on estime que la mortalité liée à la chaleur sera multipliée par trois d'ici à 2080.</p>
	<p>Les tendances en matière de précipitations sont incertaines : les projections indiquent une diminution des précipitations annuelles de jusqu'à 53 mm d'ici à 2080. Les périodes sèches et humides devraient devenir plus extrêmes.</p>	
	<p>En vertu du RCP6.0, le niveau de la mer devrait augmenter de 38 cm d'ici à 2080. Cette augmentation présente une menace pour les communautés côtières du Sénégal et pourrait entraîner l'intrusion d'eau salée dans les voies navigables côtières et les réservoirs d'eau souterraine.</p>	
	<p>Le changement climatique risque de provoquer des dégâts importants dans le secteur des infrastructures au Sénégal, notamment au niveau des routes et des ponts. Essentielles au réseau des transports du pays, il faudra investir dans des routes et d'autres infrastructures résistantes au climat.</p>	
	<p>Les modèles prévoient une exposition accrue des terres cultivées à la sécheresse. Les rendements des cultures du millet et du sorgho devraient baisser, tandis que ceux des arachides, du riz et du niébé pourraient bénéficier de la fertilisation par le CO₂. Les agriculteurs et agricultrices devront s'adapter à l'évolution des conditions.</p>	

Contexte

La République du Sénégal est située dans la partie **la plus occidentale de l'Afrique** et entourée par la Mauritanie, le Mali, la Guinée et la Guinée-Bissau. Le pays compte **16,7 millions d'habitants** et présente un **taux de croissance démographique annuel de 2,7 %** [1]. La **majorité de la population vit sur la côte atlantique**, surtout dans la région de Dakar, qui constitue seulement 0,3 % du territoire du pays mais abrite un tiers de sa population [2]. Avec un PIB réel par habitant de 1 356 USD en 2020 [1], c'est aussi un des **pays les moins avancés (PMA)**. L'économie du Sénégal est dominée par le secteur des services qui contribue à hauteur de 49 % au PIB du pays en 2020, suivi par le secteur industriel (23,1 %) et par le secteur agricole (15,8 %) [3]. En raison du littoral côtier, le **secteur de la pêche** est un des piliers de son économie, source d'emplois importante qui contribue pour près de 12,5 % à la valeur totale des exportations du Sénégal en 2019 [4]. Ses **principaux produits d'exportation sont l'or, le pétrole, l'acide phosphorique et les arachides**, ces dernières étant surtout exportées vers la Chine [4]. En raison de la qualité insuffisante des sols et des précipitations irrégulières, le **secteur agricole** représente seulement 17,5 % du PIB du pays [5], [6]. Toutefois, c'est la principale **source de subsistance** de la population sénégalaise, surtout dans les zones rurales. Les **cultures de base les plus importantes sont le millet, le riz, le niébé, le maïs et le sorgho** ; quant aux arachides, à la canne à sucre et au coton, ce sont des cultures de rente essentielles [5], [7].

Le secteur agricole est confronté à des problèmes importants, notamment l'accès difficile à l'eau : actuellement, 2,1 % seulement des terres cultivées du pays sont équipées de systèmes d'irrigation. On estime que les terres irrigables représentent une surface de 409 000 ha, dont seulement 17 % sont effectivement irriguées [8],[9]. Comme la **production agricole** au Sénégal est essentiellement **vivrière et pluviale**, ce sont surtout les petits exploitants qui subissent particulièrement les effets du changement climatique. En outre, un des principaux défis concernant la sécurité alimentaire est lié au fait que le pays **dépend beaucoup des importations alimentaires**, notamment celle du riz [4]. Aussi, la surpêche, la pollution et les effets du changement climatique augmentent les tensions sur le **secteur de la pêche au Sénégal** qui, globalement, **est l'un des plus vulnérables aux effets du changement climatique** [10]. De surcroît, l'indice ND-GAIN Country classe le Sénégal au 32e rang des pays les plus vulnérables et au 65e rang des pays au monde les moins à même d'améliorer leur résilience [11].

Le Sénégal est aussi la **destination de près de 275 000 migrants et réfugiés** provenant en particulier de Guinée, de Mauritanie et du Mali [12]. De nombreux Sénégalais émigrent vers la Gambie, géographiquement entourée par le Sénégal, ou vers l'Europe, notamment en direction de la France et de l'Italie [12]. De cette manière, les transferts de fonds sénégalais se sont élevés à **2,6 milliards de \$ US** en 2020, ce qui représentait 10,5 % du PIB cette année-là [13].

Indicateurs de la qualité de vie [11], [14]–[16]

Indice de développement humain (IDH) 2019	Indice de vulnérabilité ND-GAIN 2019	Indice de Gini 2011	PIB réel par habitant-e 2020	Taux de pauvreté 2011	Prévalence de la malnutrition 2017–2019
0,512 168 sur 189 (0 = faible, 1 = élevé)	40,8 135 sur 181 (0 = faible, 100 = élevé)	40,3 (0–100 ; 100 = inégalité parfaite)	1 356 USD (PIB constant 2015 USD)	38,5 % (à 1,9 USD par jour, PPA 2011) ¹	9,4 % (de la population totale)



© Dr. Alexey Yakovlev / flickr

¹ Taux de pauvreté par habitant-e pour l'année 2012 ajusté aux niveaux de parité du pouvoir d'achat (PPA) de 2011. La PPA permet de comparer différentes devises en tenant compte des différences nationales concernant le coût de la vie et l'inflation.

Topographie et environnement

La topographie du Sénégal est majoritairement plate et consiste surtout en plaines sableuses vallonnées, mais elle devient toutefois montagneuse au sud-est. Le point le plus bas du pays est sur la côte atlantique. Le point le plus élevé culmine à 648 mètres, près de la frontière avec la Guinée. **Le pays présente un climat majoritairement aride et semi-aride sahélien**, marqué par des vents secs provenant de l'intérieur du continent et des vents maritimes qui apportent les précipitations. **Le nord du pays en particulier est très sec**, ce qui est en partie dû aux **alizés du nord-est et à l'harmattan**, un vent sec qui souffle au plus fort de fin novembre à mi-mars et apporte beaucoup de sable et de poussière [10]. **Le sud du pays présente de plus fortes précipitations**. Conformément à ces aspects, le Sénégal peut être divisé en **quatre zones agro-écologiques (ZAE)** : aride / sahélienne, semi-aride / savane soudanienne, savane nord-guinéenne et savane sud-guinéenne (Figure 1) [17]². Chacune de ces zones est caractérisée par des régimes de températures et d'humidité spécifiques et, ainsi, par des schémas de production agricole et d'activités pastorales différents. Le Sénégal dispose de **ressources en eau renouvelables abondantes**, mais les eaux de surface et souterraines présentent **une forte variabilité saisonnière et régionale**.

Ses principaux fleuves sont le **fleuve Sénégal**, qu'il partage avec la Mauritanie et le Mali, et le **fleuve Gambie**, qui coule aussi en Guinée et en Gambie. Les principaux défis environnementaux du pays sont la **salinisation**, la **pollution aux nitrates** et l'**eutrophisation** des ressources en eau en raison d'un captage excessif et du déversement d'eaux usées non traitées en provenance des centres urbains [18]. La salinité altère la qualité des eaux de surface des régions côtières des deltas de Casamance et du Sine Saloum, ainsi que celle des eaux souterraines dans les régions côtières et dans l'ouest central aride du Sénégal [18]. Notamment autour de Dakar, les eaux souterraines sont menacées de surexploitation et de contamination bactériologique [18]. D'autre part, la propagation de **plantes aquatiques invasives** dans le fleuve Sénégal et le lac Guiers entrave la biodiversité ainsi que les capacités de pêche, d'irrigation et d'eau potable [18]. Le changement climatique devrait limiter davantage la **disponibilité en eau**. En même temps, la fréquence et l'intensité des **crues devraient augmenter**, ce qui souligne la nécessité de se doter de **stratégies d'adaptation afin de préserver la biodiversité et de sauvegarder les écosystèmes fragiles et leurs services**.

Climat actuel [19]

Le climat du Sénégal est fortement influencé par la proximité de la côte de l'océan Atlantique et la latitude. Les températures annuelles moyennes s'étendent de 25 °C à 30 °C, les valeurs inférieures étant mesurées à proximité des côtes et les valeurs supérieures plus à l'intérieur des terres.

Les quantités annuelles des précipitations vont de 250 mm au nord du Sénégal, qui présente un climat désertique aride, à 1 450 mm au sud-ouest du pays, qui est marqué par un climat plus tropical.

Il n'y a qu'une seule saison des pluies (régime de précipitation unimodal) au Sénégal d'avril à novembre dans la partie sud du pays, avec une durée et une quantité des précipitations décroissantes en direction du nord.

Régimes de précipitation unimodaux



Figure 1 : Carte topographique du Sénégal avec ses zones agro-écologiques et ses régimes de précipitations.³

² Il existe plusieurs classifications des ZAE au Sénégal. Celle que nous avons utilisée est couramment utilisée et comporte quatre zones.

³ Les diagrammes sur le climat présentent les valeurs de températures et de précipitations dont la moyenne est calculée sur une zone d'environ 50 km × 50 km. Le climat indiqué sur cette grille peut varier, particulièrement dans les zones présentant des différences d'élévation importantes.

Changements climatiques projetés

Comment lire les graphiques linéaires

- historique
- meilleure estimation
- RCP2.6
- RCP6.0
- fourchette probable
- fourchette très probable

Les lignes et les zones grisées montrent les valeurs moyennes des centiles d'un ensemble multi-modèles sur 31 années successives en vertu du RCP2.6 (bleu) et du RCP6.0 (rouge). Les lignes représentent la meilleure estimation (médiane de l'ensemble multi-modèles) et les zones grisées la fourchette probable (66 % de l'intervalle central) et la fourchette très probable (90 % de l'intervalle central) de toute les projections des modèles.

Comment lire les cartes

Les couleurs représentent les valeurs médianes d'un ensemble multi-modèles de valeurs moyennes sur 31 ans en vertu du RCP2.6 (rangée supérieure) et du RCP6.0 (rangée inférieure) pour différentes périodes de 31 ans (année centrale indiquée en haut de chaque colonne). Les couleurs de la colonne la plus à gauche montrent ces valeurs pour la période de référence (barre de couleur à gauche). Les couleurs des autres colonnes indiquent les différences par rapport à cette période de référence (barre de couleur à droite). La présence (absence) de point dans les autres colonnes indique qu'au moins (moins de) 75 % de tous les modèles concordent sur la différence en question. Pour en savoir plus sur les figures et analyses présentées dans ce profil, veuillez vous reporter aux informations complémentaires sur la lecture du profil de risque climatique.

Températures

En réaction à la hausse des concentrations en gaz à effet de serre (GES), **la température de l'air au Sénégal devrait augmenter de 1,8 °C à 3,6 °C (fourchette très probable) d'ici à 2080** par rapport à l'année 1876, en fonction des différents scénarios d'émissions de GES (Figure 2). Par rapport aux niveaux pré-industriels, la médiane des hausses de température des modèles climatiques au Sénégal atteint environ 1,7 °C en 2030, 2,1 °C en 2050 et 2,2 °C en 2080 en vertu du scénario de réduction des émissions (RCP2.6). Pour le scénario d'émissions moyennes à élevées (RCP6.0), la médiane des hausses de température des modèles climatiques s'élève à 1,8 °C en 2030, à 2,2 °C en 2050 et à 3,3 °C en 2080.

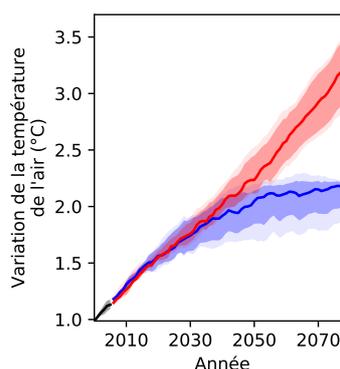


Figure 2 : Projections des températures de l'air au Sénégal pour différents scénarios d'émissions de GES.⁴

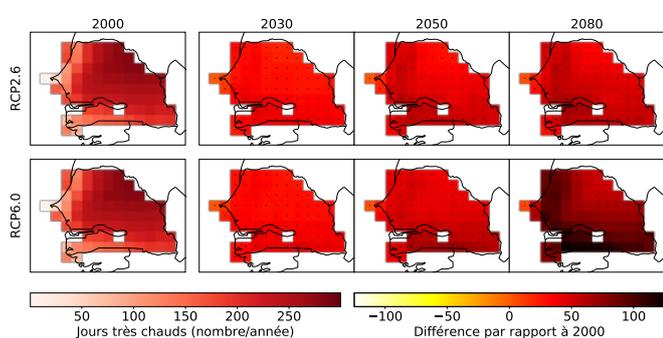


Figure 3 : Projections du nombre de journées très chaudes par an (température journalière maximum dépassant les 35 °C) au Sénégal en vertu de différents scénarios d'émissions de GES.

Journées très chaudes

Parallèlement à la hausse des températures annuelles moyennes, le nombre de journées très chaudes par an (journées durant lesquelles la **température maximale dépasse 35 °C**) devrait augmenter fortement et avec un degré de certitude élevé en particulier dans la partie ouest et sud du Sénégal (Figure 4). En vertu du scénario des émissions moyennes à élevées, la médiane de l'ensemble multi-modèles (moyenne sur l'ensemble du pays) prévoit **31 journées très chaudes supplémentaires par an en 2030 par rapport à 2000, 47 en 2050 et 82 en 2080**. Dans certaines régions, en particulier au nord-est du Sénégal, où le nombre de journées très chaudes est déjà élevé de nos jours, on pourrait atteindre un total de **jusqu'à 336 journées très chaudes par an d'ici à 2080**.

⁴ Ces changements sont exprimés par rapport aux niveaux des températures de l'année 1876 et utilisent l'évolution de la température médiane sur l'ensemble multi-modèles entre 1876 et 2000 comme mesure de substitution pour le réchauffement historique observé au cours de cette période.

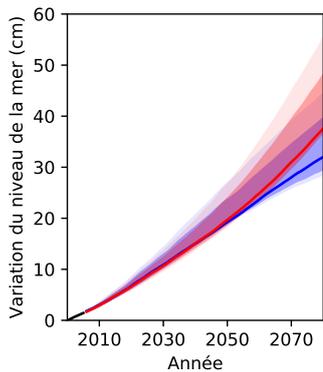


Figure 4 : Projections de la montée du niveau de la mer sur les côtes du Sénégal en vertu de différents scénarios d'émissions de GES par rapport à l'an 2000.

Montée du niveau de la mer

Avec la hausse des températures dans le monde, le niveau de la mer devrait augmenter au large des côtes du Sénégal (Figure 3). Jusqu'en 2050, les deux scénarios considérés prévoient des niveaux de la mer similaires. En vertu du RCP6.0, la médiane des modèles climatiques prévoit **une montée du niveau de la mer de 11 cm en 2030, de 20 cm en 2050 et de 38 cm en 2080** par rapport aux niveaux de 2000. Cette augmentation présente une menace pour les communautés côtières du Sénégal et pourrait entraîner l'intrusion d'eau salée dans les voies navigables côtières et les réservoirs d'eau souterraine.

Précipitations

Les projections des précipitations sont moins certaines que les projections des températures en raison de la variabilité naturelle élevée d'une année à l'autre (Figure 5). Sur les quatre modèles climatiques sur lesquels s'appuie cette analyse, trois modèles prévoient une baisse des précipitations annuelles moyennes au Sénégal, et un modèle prévoit une hausse. La médiane des projections des modèles indique une **baisse des précipitations de 105 mm vers 2065, suivie d'une hausse et d'une baisse générale de 53 mm d'ici à 2080**, par rapport à l'an 2000 (RCP6.0). En vertu du RCP2.6, la médiane des projections des modèles indique une tendance à la hausse vers 2028 à la suite de laquelle les niveaux de précipitations commencent à décliner pour atteindre finalement une baisse de 33 mm à la fin du siècle et par rapport à l'an 2000. La hausse des émissions de gaz à effet de serre suggère un **avenir plus sec** pour l'ensemble du Sénégal.

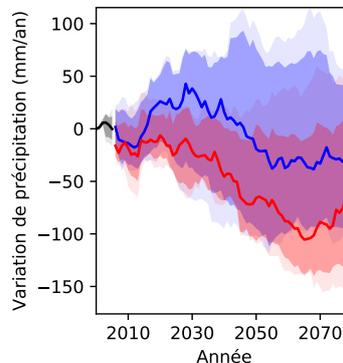


Figure 5 : Projections des précipitations annuelles moyennes au Sénégal en vertu de différents scénarios d'émissions de GES par rapport à l'an 2000.

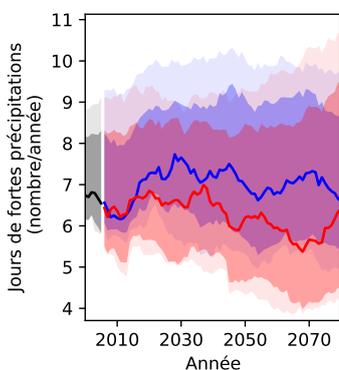


Figure 6 : Projections du nombre de jours de fortes précipitations au Sénégal en vertu de différents scénarios d'émissions de GES par rapport à l'an 2000.

Épisodes de fortes précipitations

En réaction au réchauffement climatique, **les épisodes de fortes précipitations devraient redoubler d'intensité** dans de nombreuses parties du monde sachant que, lorsque l'atmosphère est plus chaude, sa capacité de rétention de vapeur d'eau augmente. Aussi, le nombre de journées de fortes précipitations devrait également augmenter. Cette tendance ne se reflète que partiellement dans les projections climatiques du Sénégal en raison de la faible concordance des modèles (Figure 6). Tandis que la médiane indique peu de changement au niveau du nombre de jours de fortes précipitations pour les deux RCP, la fourchette de forte probabilité s'agrandit de 6,1–8,8 jours en 2000 à **4,0–10,7 jours en 2080**, ce qui dénote la possibilité de **tendances différentes mais incertaines**, en vertu du RCP6.0.

Humidité du sol

L'humidité du sol est un indicateur important des conditions de sécheresse. Outre les paramètres et la gestion du sol, cet indicateur dépend à la fois des précipitations et de l'évapotranspiration, donc aussi de la température puisque la hausse des températures se traduit par une évapotranspiration potentielle plus élevée. Les projections de l'humidité du sol annuelle sur une profondeur de 1 mètre **ne montrent aucun changement en vertu du RCP2.6 et une baisse de 4,4 % en vertu du RCP6.0** d'ici à 2080 par rapport à l'année 2000 (Figure 7). Cependant, si l'on observe les différents modèles sur lesquels s'appuie cette analyse, on note une variabilité élevée d'une année à l'autre et une incertitude de modélisation, certains modèles prévoyant une bien plus forte baisse de l'humidité du sol.

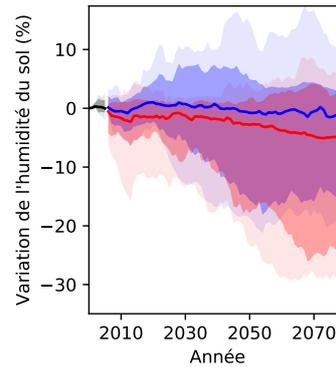


Figure 7 : Projections de l'humidité du sol au Sénégal en vertu de différents scénarios d'émissions de GES par rapport à l'an 2000.

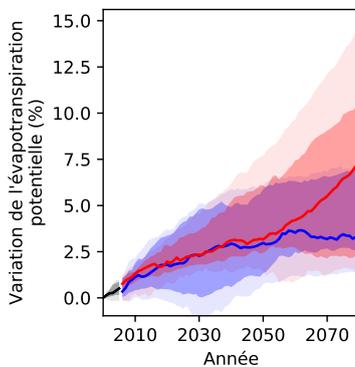


Figure 8 : Projections de l'évapotranspiration potentielle au Sénégal en vertu de différents scénarios d'émissions de GES par rapport à l'an 2000.

Évapotranspiration potentielle

L'évapotranspiration potentielle est la quantité d'eau qui s'évaporerait si les ressources en eaux de surface et souterraines étaient suffisantes. Sachant que l'air, lorsqu'il est plus chaud, contient davantage de vapeur d'eau, **le réchauffement climatique global devrait entraîner une augmentation de l'évapotranspiration potentielle dans la plupart des régions du monde**. Conformément à ces prévisions, les projections hydrologiques du Sénégal prévoient une hausse plus forte de l'évapotranspiration potentielle en vertu du RCP6.0 qu'en vertu du RCP2.6 (Figure 8). En vertu du RCP6.0, **l'évapotranspiration potentielle augmenterait de 2,3 % en 2030, de 3,2 % en 2050 et de 7,3 % en 2080** par rapport aux niveaux de 2000.



© CDKNetwork / flickr

Évaluation des risques du changement climatique par secteur

a. Ressources en eau

Les projections actuelles de disponibilité en eau au Sénégal présentent de fortes incertitudes dans les deux scénarios d'émissions de GES. En partant de l'hypothèse d'un niveau de population constant, la médiane des projections de l'ensemble multi-modèles montre que la disponibilité de l'eau par habitant-e baisserait de 3 548 m³ en 2000 à 2 898 m³ (RCP2.6) et à 2 092 m³ (RCP6.0) d'ici à la fin du siècle (Figure 9A). En revanche, si l'on tient compte de la croissance démographique telle qu'elle est estimée dans les projections⁵ SSP2, **la disponibilité de l'eau par habitant-e au Sénégal devrait baisser** plus radicalement en vertu des deux scénarios (Figure 9B). Elle atteindra 943 m³ en vertu du RCP2.6 et 681 m³ en vertu du RCP6.0 d'ici à la fin du siècle, les deux valeurs étant inférieures aux seuils marquant le stress hydrique (1 700 m³) et le manque d'eau (1 000 m³). Même si ce déclin est surtout dû à la croissance démographique et non au changement climatique, il souligne combien il est **urgent d'investir dans des mesures et technologies d'économie d'eau pour la consommation future au-delà de 2025**.

Les projections de disponibilité de l'eau de pluie varient en fonction de la région et du scénario (Figure 10). En outre, elles sont sujettes à une **faible concordance des modèles**, la concordance ne s'appliquant que sur peu de régions du Sénégal : en vertu du RCP2.6, les projections indiquent une augmentation du ruissellement sur la côte nord de jusqu'à 28 % et une baisse de jusqu'à 27 % dans la partie sud-est du Sénégal. Cependant, en vertu du RCP6.0, la concordance des modèles est généralement faible, mais forte uniquement en ce qui concerne le sud-est pour lequel des **baisses de jusqu'à 40 %** sont projetées pour ce scénario. L'augmentation partielle de la disponibilité de l'eau projetée en vertu du RCP2.6 est basée sur l'hypothèse d'un niveau de population constant. De ce fait, **les mesures d'économie d'eau vont devenir de plus en plus importantes pour la population sénégalaise qui connaît une croissance rapide**.

Le Sénégal dispose de **ressources en eau de surface relativement abondantes** grâce aux fleuves Sénégal, Gambie et Kayanga et aux bassins associés, avec une disponibilité renouvelable de l'eau par habitant-e estimée à 4 700 m³, qui connaît toutefois **une baisse constante** depuis les années 2000 [20], [21]. La majeure partie des ressources en eau douce du Sénégal sont liées à des systèmes riverains transfrontaliers et à des bassins fluviaux dont la gestion et la protection sont administrées en commun par la Guinée, la Mauritanie et le Mali voisins [20]. L'apport fluvial dépend des conditions climatiques et liées à l'évapotranspiration : tandis que le fleuve Gambie s'écoule de manière plus ou moins pérenne, le fleuve Sénégal connaît une forte variabilité saisonnière au niveau

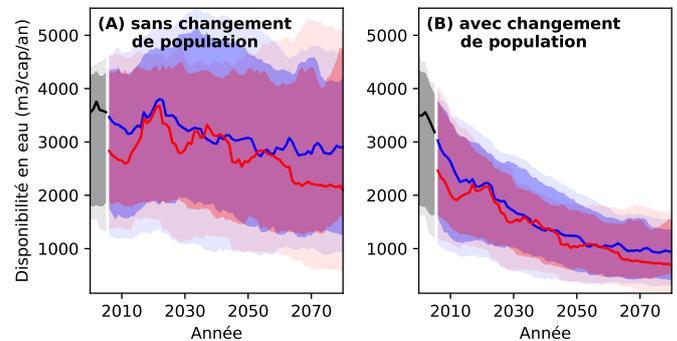


Figure 9 : Projections de la disponibilité en eau de pluie par habitant-e et par an avec (A) une population nationale maintenue à un niveau constant par rapport à l'année 2000 et (B) une évolution de la population conformément aux projections du SSP2 en vertu des différents scénarios d'émissions de GES.

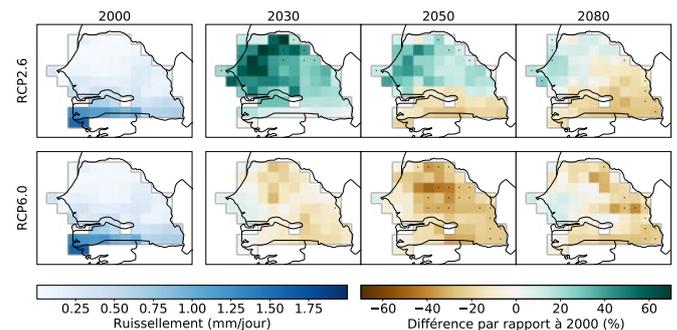


Figure 10 : Projections de la disponibilité en eau provenant des précipitations (ruissellement) pour le Sénégal en vertu de différents scénarios d'émissions de GES.

de son débit. Une telle variabilité peut provoquer de **graves conditions de sécheresse durant la saison sèche** lorsque la demande en eau est au plus haut, ainsi que des crues extrêmes durant la saison des pluies avec une capacité nationale réduite pour stocker ou rediriger les excédents d'eau [20], [22]. L'agriculture représente 85–90 % des prélèvements d'eau sénégalais à partir du bassin du Sénégal qui connaît une **tendance à la sécheresse** [20], [22]. Cette tendance à la sécheresse est associée à une **demande nationale croissante** en eau en raison de la croissance démographique, ce qui a entraîné **l'empiètement de l'agriculture sur diverses zones humides riches en biodiversité**.

En outre, on dénonce des **systèmes d'irrigation inefficaces** qui font perdre davantage d'eau, ce qui accroît la probabilité d'un manque d'eau et ainsi l'insécurité alimentaire, notamment pour la région nord du Sénégal [20]–[22].

⁵ Les Trajectoires socio-économiques communes (Shared Socio-economic Pathways - SSP) décrivent différents futurs mondiaux potentiels, avec notamment des estimations de caractéristiques générales telles que la population du pays, le PIB ou le taux d'urbanisation. Cinq SSP différentes définissent des réalités futures basées sur une combinaison d'enjeux socio-économiques majeurs et mineurs pour l'atténuation et l'adaptation. SSP2 représente la trajectoire « intermédiaire ».

b. Agriculture

Les petite-s exploitant-e-s du Sénégal sont de plus en plus confronté-e-s à l'incertitude et à la variabilité des conditions météorologiques qui résultent du changement climatique [23]. Comme les **cultures sont principalement pluviales**, les rendements dépendent beaucoup de la disponibilité en eau de pluie, et elles sont sujettes à la sécheresse. Cependant, la durée et l'intensité de la saison des pluies sont de plus en plus imprévisibles, et la disponibilité et **l'utilisation d'équipements d'irrigation restent limitées** : actuellement, à peine 2,1 % des terres cultivées du pays et 17 % des terres considérées comme étant irrigables avec une surface de 409 000 ha sont équipées de systèmes d'irrigation et réellement irriguées [8], [9].

Les obstacles à la mise en œuvre des stratégies d'adaptation sont souvent l'accès limité aux financements et aux crédits, aux ressources productives et aux conseils techniques ainsi que l'insécurité foncière [6]. La **principale culture irriguée**, en particulier pour une production plus commerciale, est le **riz**, souvent cultivé en alternance avec le maïs et le sorgho [6]. Chez les petit-e-s exploitant-e-s de subsistance, les **légumes** irrigués sont plus courants et dominés par les **oignons et les tomates** [6].

Actuellement, le degré d'incertitude élevé associé aux projections de disponibilité de l'eau (Figure 10) se traduit par le même degré d'incertitude élevé pour les projections de sécheresse (Figure 11). La médiane de tous les modèles utilisés pour cette analyse indique que **la superficie nationale de terres cultivables exposée à au moins une sécheresse par an augmentera de 3,8 % en 2000 à 4,7 % et 4,3 % en 2080** respectivement en vertu du RCP2.6 et du RCP6.0. En vertu du RCP6.0, la fourchette de probabilité d'exposition annuelle à la sécheresse des terres cultivables nationales s'élargit, passant de 0,44–11,17 % en 2000 à 0,31–28,16 % en 2080. La fourchette de très forte probabilité d'exposition à la sécheresse s'élargit également, passant de 0,00–16,26 % en 2000 à 0,02–60,06 % en 2080. Cela signifie que **certains modèles projettent presque une multiplication par quatre du risque d'exposition à la sécheresse sur cette période**.

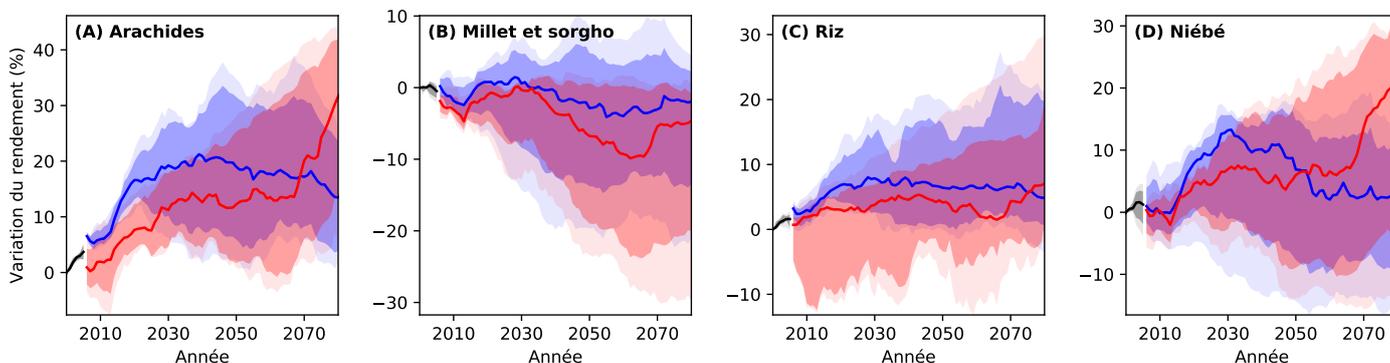


Figure 12 : Projections des modifications des rendements des cultures de base importantes⁶ au Sénégal par rapport à l'an 2000 pour différents scénarios d'émissions de GES en supposant une utilisation des terres et une gestion agricole constantes.

⁶ Les données de modélisation sont disponibles pour un certain nombre de cultures uniquement. Il se peut donc que les cultures présentées à la page 2 diffèrent.

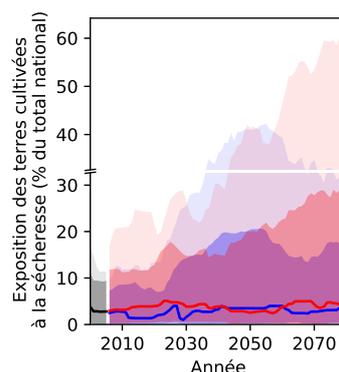


Figure 11 : Projections de l'exposition des terres cultivables à la sécheresse au moins une fois par an pour le Sénégal et pour différents scénarios d'émissions de GES.

En ce qui concerne les projections d'évolution des rendements, les résultats des modèles indiquent **une tendance négative pour le millet et le sorgho** en vertu des deux RCP (Figure 12)⁵. D'ici à 2080, par rapport à l'année 2000, les rendements du millet et du sorgho devraient baisser de 2,0 % en vertu du RCP2.6 et de 4,7 % en vertu du RCP6.0. En revanche, **les rendements des arachides, du riz et du niébé devraient augmenter** de 13,5 %, 4,8 % et 1,9 % en vertu du RCP2.6 et de 31,6 %, 7,0 % et 20,4 % en vertu du RCP6.0. Les résultats positifs en vertu du RCP6.0 peuvent notamment s'expliquer par le fait que les arachides, le riz et le niébé sont des plantes dites C3, dont le processus métabolique est différent de celui du millet et du sorgho par exemple (plantes C4), et qui tirent davantage profit de la fertilisation par le CO₂ lorsque la concentration augmente. Même si les variations de rendements semblent faibles au niveau national, comme dans le cas du riz, elles risquent d'augmenter plus fortement dans certaines régions et, à l'inverse, de diminuer plus fortement dans d'autres à cause du changement climatique.

De manière générale, des stratégies d'adaptation, telles que l'utilisation de variétés améliorées pour les cultures sensibles au changement climatique, doivent être envisagées mais soigneusement évaluées au regard de leurs répercussions néfastes comme le déclin de l'agro-biodiversité ou la perte de certaines cultures locales.

c. Infrastructures

Le changement climatique devrait avoir un impact significatif sur les infrastructures sénégalaises en raison des événements climatiques extrêmes. La hausse des précipitations pourrait entraîner l'**inondation des routes**, et des températures élevées provoqueraient des **fissures et des dégradations plus rapides des routes, des ponts et des infrastructures côtières**. Cela nécessitera des remises en état précoces avec des **frais d'entretien et de restaurations plus élevés**. Le Sénégal est d'autant plus dépendant des transports routiers que son réseau ferroviaire est faiblement développé [24]. Les routes sénégalaises sont cependant en assez mauvais état, surtout en raison d'un manque d'investissements et d'une saturation des grands axes régionaux. En outre, le **réseau routier sénégalais présente une couverture asymétrique entre les zones côtières et l'intérieur du pays**, le réseau étant bien plus développé dans les régions du littoral [24]. Durant la saison des pluies en particulier, de nombreuses **routes rurales deviennent impraticables** à l'intérieur du pays, ce qui isole les villages et les communautés. Il faudra donc investir dans des réseaux routiers résistants au climat.

Les épisodes météorologiques extrêmes ont également des **effets dévastateurs sur les lieux d'implantation humaine et sur les sites de production économique**, particulièrement dans les zones urbaines à forte densité de population comme Dakar, Touba ou Rufisque. **Les lieux d'implantation humaine informels sont particulièrement vulnérables aux événements météorologiques extrêmes** : les habitations de fortune sont souvent bâties dans des lieux géographiques instables, comme les pentes abruptes ou les berges des fleuves, où les vents violents et les inondations peuvent entraîner la destruction des habitations, la contamination de l'eau, des blessures ou des décès. Leurs habitants ont généralement une capacité d'adaptation faible à de tels événements en raison de leur niveau de pauvreté élevé et du manque d'infrastructures permettant de réduire les risques.

Malgré la hausse probable du risque de détérioration des infrastructures associé au changement climatique, il est difficile de prévoir avec précision le lieu exact et l'ampleur de l'exposition à de tels phénomènes. Par exemple, les projections de crue des fleuves sont sujettes à un niveau d'incertitude élevé qui entoure les projections des quantités des précipitations à venir et leur distribution spatiale, et donc les épisodes d'inondations (voir également la figure 4). Pour le Sénégal, la médiane des projections montre **peu de changement en ce qui concerne l'exposition des routes nationales aux crues fluviales** (Figure 13). En 2000, 0,68 % des principaux axes routiers étaient exposés à des inondations au moins une fois par an. D'ici à 2080, cette valeur devrait augmenter à 0,97 % en vertu du RCP6.0 et à 0,50 % en vertu du RCP2.6. **L'exposition des zones urbanisées aux inondations ne devrait quasiment pas changer** quel que soit le RCP considéré (Figure 14).

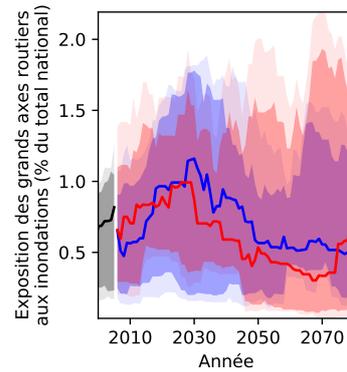


Figure 13 : Projections de l'exposition des principaux axes routiers aux crues fluviales au moins une fois par an pour le Sénégal et pour différents scénarios d'émissions de GES.

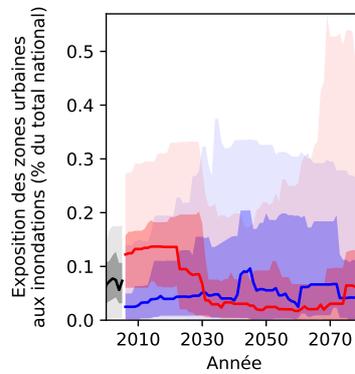


Figure 14 : Projections de l'exposition des terres urbaines aux crues fluviales au moins une fois par an pour le Sénégal et pour différents scénarios d'émissions de GES.

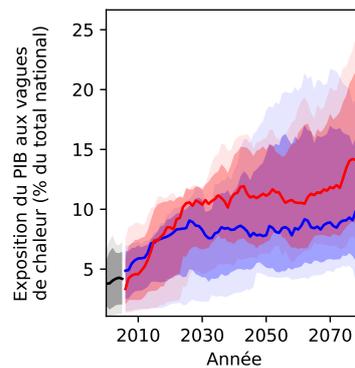


Figure 15 : Exposition du PIB aux vagues de chaleur pour le Sénégal et pour différents scénarios d'émissions de GES.

Face à l'**augmentation de l'exposition du PIB aux vagues de chaleur** d'environ 3,8 % en 2000 à 9,9 % (RCP2.6) et à 14,4 % (RCP6.0) d'ici à 2080 (Figure 15), il est recommandé aux planificateurs des politiques publiques de commencer à identifier les activités et les sites de production économique sensibles à la chaleur et à intégrer des stratégies d'adaptation au changement climatique, par exemple, des systèmes de refroidissement solaires améliorés, des matériaux d'isolation « toit froid » ou le passage au travail de nuit [26].

d. Ecosystèmes

Le changement climatique devrait avoir une influence significative sur l'écologie et sur la distribution des écosystèmes tropicaux, même si l'ampleur, le niveau et l'orientation de ces changements sont incertains [27]. Avec la hausse des températures et l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des sécheresses, **les zones humides et les réseaux fluviaux risquent de plus en plus d'être déstabilisés et modifiés**, avec des changements structurels au niveau de la faune et de la flore. La hausse des températures et la recrudescence des épisodes de sécheresse pourraient également influencer le renouvellement des systèmes forestiers tout en augmentant le risque d'implantation d'espèces invasives, le tout au détriment des écosystèmes. Outre ces facteurs climatiques, la faible productivité agricole et la croissance démographique risquent de motiver des pratiques agricoles non durables, ce qui se traduira par l'augmentation de la déforestation, de la dégradation des terres et des incendies de forêts, qui auront des impacts sur la biodiversité animale et végétale [28].

Les projections en matière de diversité des espèces (amphibiens, oiseaux et mammifères) et de couvert forestier pour le Sénégal sont présentées respectivement aux figures 16 et 17. Les résultats de cette analyse montrent les différences régionales : En vertu du RCP2.6, la diversité des espèces devrait augmenter dans presque tout le Sénégal, sauf au sud-est, avec des augmentations de près de 77 % au nord du Sénégal (Figure 16). Dans le cas du RCP6.0, la situation est différente : Les modèles sont bien plus incertains et prévoient **des augmentations au nord du Sénégal (58 %) et des baisses dans la partie est du pays (18 %)**. **En ce qui concerne le couvert forestier, les résultats des modèles sont très incertains** dans la plupart des parties du pays en vertu du RCP2.6, tandis qu'en vertu du RCP6.0, les modèles s'accordent sur des augmentations dans la plupart des parties du Sénégal, en particulier au sud-est qui observera des augmentations de jusqu'à 4 % (Figure 17).

Il est important de garder à l'esprit que les **projections des modèles excluent les impacts des activités humaines sur la biodiversité telles que l'utilisation des terres**, qui ont déjà causé des pertes de biodiversité significatives au niveau mondial et qui devraient en rester les principales responsables à l'avenir [29]. Au cours des dernières années, la végétation du Sénégal a subi de nombreuses perturbations dues à la pression démographique et à la hausse de la **demande en bois de feu, à l'expansion des terres agricoles et à l'extraction du bois** qui sont parmi les principaux facteurs contribuant à la déforestation [28].

Le pays a **perdu 746 500 hectares de couvert forestier** entre 2001 et 2020, ce qui correspond à une **réduction de 8 %** de l'espace forestier national [1].

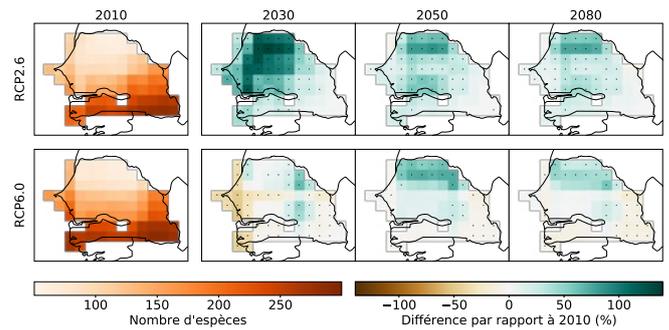


Figure 16 : Projections du nombre total d'amphibiens, d'oiseaux et de mammifères au Sénégal pour différents scénarios d'émissions de GES.

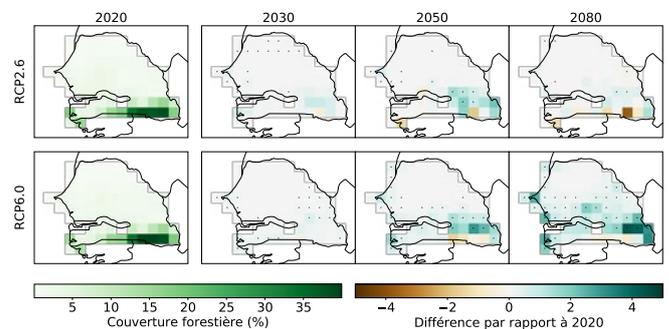
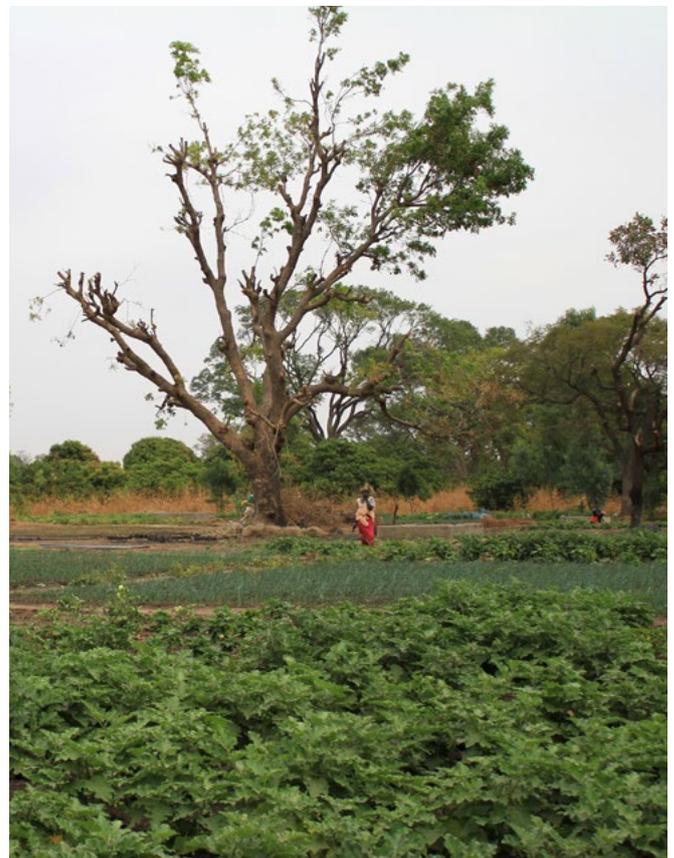


Figure 17 : Projections concernant le couvert forestier du Sénégal pour différents scénarios d'émissions de GES.



© GIZ/Sumi Teufel

e. Santé humaine

Le Sénégal est confronté aux nombreux enjeux sanitaires courants dans les pays subsahariens, tels que la **grande prévalence des maladies à vecteur et d'origine hydrique, la malnutrition et le manque d'infrastructures médicales ou d'équipements sanitaires** [30], [31]. Le gradient climatique nord-sud du Sénégal a des incidences sur l'épidémiologie de nombreuses maladies à vecteur particulièrement active à la saison des pluies de juillet à septembre, **le sud plus tropical connaissant des conditions favorables à la transmission de la malaria** au moins cinq mois dans l'année et le nord semi-aride à aride connaissant des conditions favorables pendant seulement deux à trois mois dans l'année, en particulier le long du bassin du fleuve Sénégal [31]. La **malaria** est certes la maladie à vecteur dont **la prévalence, la morbidité et la mortalité sont les plus élevées** [30], [31], mais son importance relative a fortement diminué cette dernière décennie en raison de l'usage répandu des insecticides et des moustiquaires [30], [32].

La **borréliose**, une maladie véhiculée par les tiques, est maintenant considérée comme étant **la cause des principales consultations liées à un état fébrile** au Sénégal et dans toute l'Afrique occidentale mais, en comparaison, a fait l'objet de peu d'études, surtout en ce qui concerne l'influence du changement climatique sur son épidémiologie [30]. L'influence du changement climatique sur les maladies à vecteur est nettement plus complexe et plus difficile à prédire que son influence sur les symptômes physiques associés à l'augmentation des températures qui ont été projetées pour toute la région du Sahel [31], [33].

De fortes **hausse des températures**, surtout dans le sud plus humide, pourraient s'avérer particulièrement **dangereuses pour les personnes âgées, les enfants en bas âge et les personnes déjà malades** [33]. Les maladies d'origine hydrique comme le **choléra**, revêtent une importance particulière dans les zones urbaines et péri-urbaines des régions situées à l'ouest et côtières, et risquent de s'aggraver en cas de crues plus fréquentes [30], [31].

Cependant, les habitant-e-s des zones rurales, qui dépendent de ressources en eau insalubres, notamment le long du bassin du fleuve Sénégal, sont également vulnérables aux crues et à leurs répercussions telles que les **infections parasitaires** comme la **schistosomiase** qui sévit tout le long de l'année le long du bassin [30], [31]. De manière générale, le changement climatique rendra les populations rurales plus vulnérables aux maladies par la menace qu'il représente pour la production agricole en raison des températures plus élevées et de la variabilité des précipitations, entraînant ainsi la **malnutrition et la famine**. Selon le Programme alimentaire mondial, 19 % des enfants au Sénégal ont souffert de malnutrition chronique en août 2021, une situation qui devrait s'aggraver en raison des **impacts de la pandémie de COVID-19** [34].

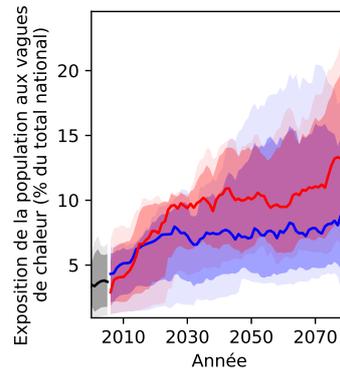


Figure 18 : Projections concernant l'exposition de la population aux vagues de chaleur au moins une fois par an au Sénégal et pour différents scénarios d'émissions de GES.

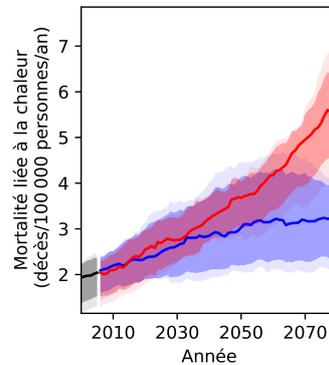


Figure 19 : Projections concernant la mortalité liée à la chaleur au Sénégal pour différents scénarios d'émissions de GES en supposant aucune adaptation à la hausse de la chaleur.

La hausse des températures entraînera une **fréquence accrue des vagues de chaleur** au Sénégal et donc une **recrudescence de la mortalité associée à la chaleur**. En vertu du RCP6.0, **la part de la population affectée par au moins une vague de chaleur par an devrait augmenter, passant de 3,5 % en 2000 à 13,6 % en 2080** (Figure 18). En outre, en vertu du RCP6.0, **la mortalité liée à la chaleur risque de s'accroître de 1,9 à 5,7 décès par an pour 100 000 habitant-e-s d'ici à 2080**, ce qui correspond à une multiplication par trois vers la fin du siècle par rapport aux niveaux de 2000 si aucune mesure d'adaptation aux conditions plus chaudes n'est prise (Figure 19). En vertu du RCP2.6, la mortalité associée à la chaleur devrait s'élever à 3,3 morts pour 100 000 personnes par an d'ici à 2080.

Références bibliographiques

- [1] World Bank, "World Bank Open Data," 2021. Disponibles en ligne : <https://data.worldbank.org> [Accès le : 01-Déc-2021].
- [2] World Bank, "World Development Indicators," 2021. Disponibles en ligne : <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators> [Accès le : 01-Déc-2021].
- [3] World Bank, "World Development Indicators," 2020. Disponibles en ligne : <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators> [Accès le : 03-Déc-2021].
- [4] Observatory of Economic Complexity, "Senegal," 2019. Disponibles en ligne : <https://oec.world/en/profile/country/sen> [Accès le : 01-Déc-2021].
- [5] FAO, "Senegal: Socio-Economic Context and Role of Agriculture," Rome, Italy, 2015.
- [6] FAO and International Finance Corporation, "Senegal: Irrigation Market Brief. Country Highlights," Rome, Italy, 2016.
- [7] FAOSTAT, "Crops in Senegal by Area Harvested," 2019. Disponibles en ligne : <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> [Accès le : 01-Déc-2021].
- [8] AQUASTAT, "Irrigation and drainage development in Senegal," 2018. Disponibles en ligne : <https://www.fao.org/aquastat/statistics/query/results.html> [Accès le : 01-Déc-2021].
- [9] FAOSTAT, "Agricultural Area in Senegal," 2019. Disponibles en ligne : <https://www.fao.org/faostat/en/#country/195> [Accès le : 01-Déc-2021].
- [10] D. Belhabib, V. W. Y. Lam, and W. W. L. Cheung, "Overview of West African fisheries under climate change: Impacts, vulnerabilities and adaptive responses of the artisanal and industrial sectors," *Mar. Policy*, vol. 71, pp. 15–28, 2016, doi: 10.1016/j.marpol.2016.05.009.
- [11] Notre Dame Global Adaptation Initiative, "ND-Gain Ranking Since 1995 Senegal," 2020. Disponibles en ligne : <https://gain-new.crc.nd.edu/country/senegal> [Accès le : 29-Nov-2021].
- [12] UNDESA, "Trends in International Migrant Stock: Migrants by Destination and Origin," New York, 2019.
- [13] World Bank, "Migrant remittance inflows (US\$ million)," Washington, D.C., 2020.
- [14] World Bank, "World Bank Open Data," 2019. Disponibles en ligne : <https://data.worldbank.org> [Accès le : 31-Jan-2020].
- [15] FAO, IFAD, UNICEF, WFP, and WHO, "The State of Food Security and Nutrition in the World," Rome, Italy, 2020.
- [16] UNDP, "Human Development Report 2020," New York, 2020.
- [17] International Institute of Tropical Agriculture, "Agroecological Zones." Disponibles en ligne : <http://csi.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=7539d22ab46147ce9888589aea4b1a11> [Accès le : 07-Jul-2020].
- [18] USAID and SWP, "Senegal Water Resources Profile," Washington, D.C., 2021.
- [19] S. Lange, "Earth2Observe, WFDEI and ERA-Interim Data Merged and Bias-Corrected for ISIMIP (EWEMBI)." GFZ Data Service, Potsdam, Germany, 2016, doi: 10.5880/pik.2016.004.
- [20] C. Faye, E. N. Gomis, and S. Dieye, "Current Situation and Development of Water Resources in Senegal," *Ecol. Eng. Environ. Prot.*, vol. 1, pp. 5–16, 2019.
- [21] C. Faye and C. Gomis, "Overview of Water Resources and Sustainable Development Impacts in Senegal," *Int. J. Rural Dev. Environ. Heal. Res.*, vol. 5, no. 3, 2021.
- [22] L. Oyebande and S. Odunuga, "Climate Change Impact on Water Resources at the Transboundary Level in West Africa: The Cases of the Senegal, Niger and Volta Basins," *Open Hydrol. J.*, vol. 4, pp. 163–172, 2010.
- [23] K. Koudahe et al., "Trend Analysis in Rainfall, Reference Evapotranspiration and Aridity Index in Southern Senegal: Adaptation to the Vulnerability of Rainfed Rice Cultivation to Climate Change," *Atmos. Clim. Sci.*, vol. 7, no. 4, pp. 476–495, 2017, doi: 10.4236/acs.2017.74035.
- [24] C. M. Briceño-Garmendia, C. Torres, and C. Dominguez, "Senegal's Infrastructure: A Continental Perspective," Washington, D.C., 2011.
- [25] IFRC, "Emergency Plan of Action (EPoA). Senegal: Floods in Dakar and Thiès," Geneva, Switzerland, 2020.
- [26] M. Dabaieh, O. Wanas, M. A. Hegazy, and E. Johansson, "Reducing Cooling Demands in a Hot Dry Climate: A Simulation Study for Non-Insulated Passive Cool Roof Thermal Performance in Residential Buildings," *Energy Build.*, vol. 89, pp. 142–152, 2015, doi: 10.1016/j.enbuild.2014.12.034.
- [27] T. M. Shanahan et al., "CO₂ and Fire Influence Tropical Ecosystem Stability in Response to Climate Change," *Nat. Publ. Gr.*, no. July, pp. 1–8, 2016, doi: 10.1038/srep29587.
- [28] S. Sambou, A. M. Lykke, H. Sambou, I. Guiro, B. Sambou, and C. Mbow, "Land Use-Land Cover Change and Drivers of Deforestation in the Patako Protected Area (Center-West of Senegal)," *Am. J. Environ. Prot.*, vol. 4, no. 6, p. 306, 2015, doi: 10.11648/j.ajep.20150406.17.
- [29] IPBES, "Report of the Plenary of the Intergovernmental Science- Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on the Work of Its Seventh Session," n.p., 2019.
- [30] C. Sokhna, O. Gaye, and O. Doumbo, "Developing Research in Infectious and Tropical Diseases in Africa: The Paradigm of Senegal," *Clin. Infect. Dis.*, vol. 65, no. S1, pp. 64–69, 2017.
- [31] F. Zermoglio, A. Steynor, and C. Jack, "Climate Change and Health Risks in Senegal," USAID Tech. Report, ATLAS Task Order No. AID-OAA-I-14-00013, 2015.
- [32] WHO, World Malaria Report 2020. Rome, Italy: WHO, 2020.
- [33] A. B. Sarr, I. Diba, J. Basse, H. N. Sabaly, and M. Camara, "Future evolution of surface temperature extremes and the potential impacts on the human health in Senegal," *African J. Environ. Sci. Technol.*, vol. 13, no. 12, pp. 481–509, 2019.
- [34] World Food Programme, "WFP Senegal Country Brief August 2021," Rome, Italy, 2021.

Ce profil de risque climatique a été diligenté et est conduit au nom du ministère fédéral allemand de la Coopération économique et du Développement (BMZ) en coopération étroite avec la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH comme partenaire de mise en oeuvre.

Le profil de risque est basé sur les données et les analyses générées par le projet ISIMIP (Inter-Sectoral Impact Model Intercomparison Project), dont l'aide a été fortement appréciée. Des informations contextuelles sur les figures et les analyses présentées dans ce profil sont disponibles dans le Profil de risque climatique – Informations complémentaires.

Sur mandat du :
Ministère fédéral de la Coopération économique et du Développement (BMZ)
BMZ Bonn
Dahlmannstraße 4
53113 Bonn, Germany
www.bmz.de

Contenu scientifique élaboré par :
Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK)
Telegraphenberg A 31
14473 Potsdam, Germany
www.pik-potsdam.de

Coordination scientifique :
Christoph Gornott (PIK)

Principaux auteurs :
Julia Tomalka (PIK),
Stefan Lange (PIK),
Stephanie Gleixner (PIK),
Christoph Gornott (PIK)

Contributeurs :
Ylva Hauf (PIK),
Naima Lipka (GIZ),
Jonas Pollig (GIZ),
Josef Haider (KfW)

Publié et mis en oeuvre par :
Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

En coopération avec :
KfW Development Bank