



Profil de risque climatique : Tchad

Résumé

	<p>Ce profil offre un aperçu des projections climatiques et des impacts associés sur différents secteurs du Tchad d'ici à 2080, en vertu de différents scénarios de changement climatique (appelés <i>Representative Concentration Pathways</i> [Profils représentatifs d'évolution de concentration] ou RCP). Le RCP2.6 est un scénario de réduction des émissions conforme 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 des impacts sur les écosystèmes, la biodiversité et la production agricole. Les modèles prévoient des changements variables en matière de diversité des espèces et de couvert forestier en réponse au changement climatique.</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 doit être présente dans le portefeuille de la coopération allemande au développement au Tchad.</p>	 <p>La disponibilité de l'eau par habitant baissera d'ici à 2080, principalement en raison de la croissance démographique. Les projections du modèle indiquent que les mesures d'économie d'eau devraient devenir particulièrement importantes après 2030.</p>
	<p>En fonction des scénarios, il est prévu que la température au Tchad augmente dans une fourchette comprise entre 2,1 °C et 4,3 °C d'ici à 2080 par rapport aux niveaux préindustriels, avec des hausses de température plus importantes dans la partie nord du pays.</p>	 <p>La part de la population affectée par au moins une vague de chaleur par an devrait augmenter, passant de 2,5 % en 2000 à 14 % en 2080. Ce changement est lié à la recrudescence des journées très chaudes (49 en plus chaque année). Par conséquent, 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 très incertaines, puisqu'elles vont d'un changement très limité à une augmentation des précipitations annuelles pouvant atteindre 50 mm d'ici à 2080. Les périodes sèches et humides devraient devenir plus extrêmes.</p>	
	<p>Le changement climatique risque de provoquer des dégâts importants dans le secteur des infrastructures au Tchad. Essentielles au commerce des produits agricoles, les infrastructures de transport sont particulièrement vulnérables aux événements météorologiques extrêmes. Il faudra donc investir dans des routes et autres infrastructures résistantes au climat.</p>	
	<p>Les modèles prévoient la possibilité d'une exposition accrue des terres cultivées à la sécheresse. Les rendements des cultures sensibles à la chaleur et à la sécheresse, comme le maïs, devraient baisser, tandis que les rendements du riz pourraient bénéficier de la fertilisation par le CO₂. Les agriculteurs et agricultrices devront s'adapter à l'évolution des conditions.</p>	



Contexte

Le Tchad est un **pays enclavé** situé dans la partie nord de l'Afrique centrale, **qui appartient à la région du Sahel**. La population devrait dépasser **16 millions d'habitants in 2020**, au vu du **taux de croissance démographique** annuel actuel qui est de **3 %** [1]. La majorité des habitants vivent dans le centre et dans le sud-ouest du pays à proximité du lac Tchad, tandis que le nord est moins peuplé, principalement en raison d'un climat désertique plus chaud et plus sec [2]. Avec un PIB réel par habitant de 814 USD, le Tchad est un des pays les plus pauvres du monde et aussi **un des pays les moins avancés (PMA)** [1]. Son économie est dominée par le secteur agricole qui contribue à hauteur de 44,9 % (2018) au PIB du pays, suivi par le secteur des services (37,7 %) et par le secteur industriel (14,3 %) [3]. Le principal produit d'exportation du Tchad est le pétrole qui représente 92 % du total des exportations, suivi par les résines d'insectes (2,7 %) et les oléagineux (2,3 %), ces derniers étant la principale culture économique du pays [4]. Environ **80 % de la population pratique l'agriculture à petite échelle dont elle dépend fortement pour vivre et assurer sa sécurité alimentaire** [2]. Les inquiétudes face aux effets du changement climatique sont donc vives, notamment en ce qui concerne la hausse

des températures, la disponibilité réduite de l'eau et le risque d'inondations et autres épisodes météorologiques extrêmes. **La production agricole du Tchad est essentiellement vivrière et pluviale**. Les **principales cultures vivrières sont le mil, le sorgho, les arachides, le maïs, les haricots secs et le riz** [5]. En 2002, moins de 8 % des 335 000 ha de terres potentiellement irrigables étaient irrigués [6]. Les petite-s exploitant-e-s souffrent particulièrement des impacts de la variabilité du climat qui limite leur source d'alimentation et accroît le risque de faim et de pauvreté. **La faible capacité d'adaptation du secteur agricole souligne la vulnérabilité du pays au changement climatique**.

Le Tchad sert actuellement de **destination à environ 512 000 migrants et réfugiés**, dont 70 % arrivent du Soudan [7]. Depuis son accession à l'indépendance en 1960, le Tchad a été confronté à une série de guerres civiles, dont la plus récente entre 2005 et 2010, ainsi qu'à de fréquents conflits intercommunaux et déplacements forcés [8], ce qui explique que de nombreux Tchadiens aient migré vers des pays voisins, principalement le Soudan et le Cameroun [7].

Indicateurs de qualité de vie [1], [9]–[11]

Indice de développement humain (IDH) 2018	Indice de vulnérabilité ND-GAIN 2018	Coefficient de GINI 2011	PIB réel par habitant 2019	Taux de pauvreté 2011	Prévalence de la malnutrition 2016–2018
0,401 187 sur 189 (0 = faible, 1 = élevé)	27,2 180 out of 181 (0 = faible, 100 = élevé)	43,3 (0–100 ; 100 = inégalité parfaite)	814 USD (PIB constant 2010)	38,4 % (à 1,9 USD par jour, PPA 2011) ¹	37,5 % (de la population totale)



© Souleymane Bombaye / GIZ / PAMELOT

¹ Taux de pauvreté par habitant de l'année 2015 ajusté en fonction des niveaux de parité de pouvoir d'achat (PPA) de 2011. La PPA est utilisée pour comparer différentes monnaies en tenant compte des différences nationales en matière de coût de la vie et d'inflation.

Topographie et environnement

Le Tchad est un pays **principalement plat dont l'altitude moyenne atteint 550 mètres**. Seuls le nord et l'est du pays présentent des altitudes plus élevées, le point culminant étant le **Mont Emi Koussi**, un volcan qui est également, à 3 415 mètres, le plus haut sommet du Sahara [12]. Le pays associe deux grands types de climats : le nord et le centre sont des régions désertiques, tandis que le sud présente un climat plus tropical (figure 1). En moyenne, le Tchad reçoit entre **10 mm et 1 000 mm de précipitations par an entre mai et octobre** et affiche une température annuelle moyenne d'environ 28 °C [13]. La principale source d'eau du pays est le **lac Tchad**, situé à la frontière occidentale, qui alimente environ 50 millions de personnes sur l'ensemble du bassin, y compris au Cameroun, au Niger et au Nigéria voisins [14]. Le lac Tchad était autrefois un des plus grands lacs d'Afrique, mais, en raison **des impacts climatiques et d'une gestion non durable de l'eau**, la surface du lac a rétréci, passant d'environ

25 000 km² dans les années 1960 à un minimum de 1 800 km² en 2010, avant de commencer à réaugmenter légèrement les années suivantes [14]. Le Tchad est desservi par **deux grands cours d'eau** : le **Chari et le Logone**, le Chari alimentant le lac Tchad. Le pays peut être divisé en **sept grandes zones agro-écologiques (ZAE)** [15]². Chacune de ces zones est caractérisée par une température et une humidité spécifiques et donc, par des schémas de production agricole et d'activité pastorale différents. Les pratiques agricoles non durables, telles que le surpâturage ou la culture sur brûlis, ont entraîné des problèmes environnementaux majeurs tels que la déforestation, la dégradation des terres et le braconnage [16]. Les précipitations accrues et les conditions plus sèches devraient s'intensifier dans le contexte du changement climatique, ce qui souligne la **nécessité pour le pays de se doter de stratégies d'adaptation afin de protéger la biodiversité et de préserver les écosystèmes fragiles et leurs services**.

Climat actuel [13]

Le climat du Tchad est généralement chaud et sec. La partie nord du pays est caractérisée par un climat désertique, des températures moyennes qui peuvent atteindre 29 °C et des taux élevés d'évapotranspiration. Plus on se dirige vers le nord, plus les précipitations diminuent, ne dépassant parfois pas 10 mm par an.

Dans la partie sud du Tchad, le climat est plus tropical. La température annuelle moyenne tourne autour de 27 °C, avec des précipitations annuelles d'environ 1 000 mm, ce qui en fait une région plus propice à la production agricole.

Il n'y a qu'une seule saison des pluies (régime de précipitation unimodal) au Tchad, qui reçoit donc la majeure partie de ses précipitations annuelles entre mai et octobre.



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

² Il existe plusieurs classifications des ZAE au Tchad. Celle que nous avons utilisée est couramment utilisée et comporte sept ZAE (désertique, aride / sahélienne, semi-aride / savane soudanaise, savane nord-guinéenne, savane sud-guinéenne, savane dérivée et haute altitude).

³ Les diagrammes sur le climat présentent les valeurs de température et de précipitation 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 prévus

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.

Température

En réaction à la hausse des concentrations en gaz à effet de serre (GES), la température de l'air au Tchad devrait augmenter de **2,1 °C à 4,3 °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 préindustriels, la médiane des hausses de température des modèles climatiques au Tchad atteint environ 2,1 °C en 2030 et 2,5 °C en 2050 et 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 2,1 °C en 2030, 2,6 °C en 2050 et 3,5 °C en 2080.

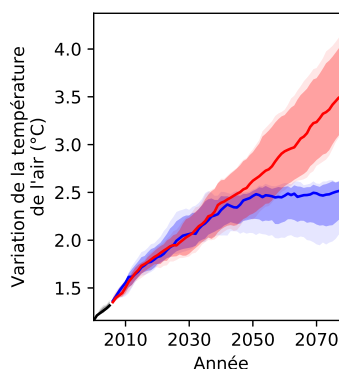


Figure 2 : Projections de température de l'air au Tchad pour différents scénarios d'émission de GES.⁴

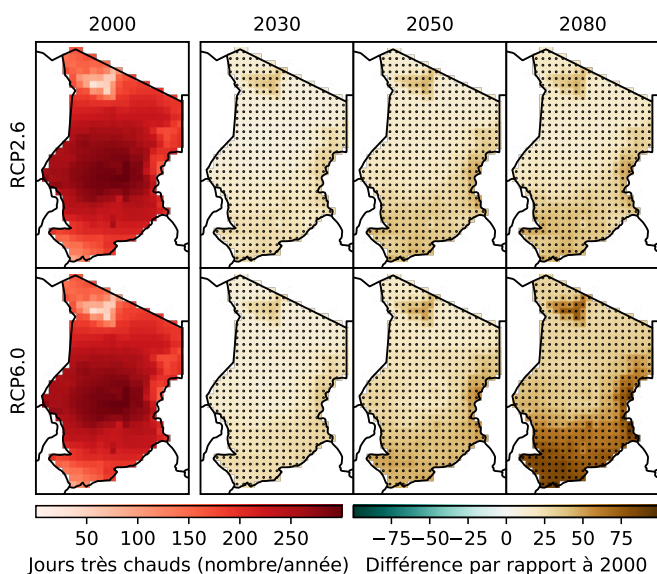


Figure 3 : Projections du nombre annuel de journées très chaudes (température maximale quotidienne supérieure à 35 °C) au Tchad pour différents scénarios d'émissions de GES.

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 avec un degré de certitude élevé dans l'ensemble du pays (figure 3). En vertu du scénario des émissions moyennes à élevées RCP6.0, la médiane de l'ensemble multi-modèles (moyenne sur l'ensemble du pays) prévoit **17 journées très chaudes en plus par an en 2030 par rapport à 2000, 31 en 2050 et 49 en 2080**. Dans certaines parties du pays, particulièrement dans le centre, cela équivaut à plus de 300 journées très chaudes par an d'ici à 2080.

⁴ Les changements sont exprimés par rapport aux niveaux 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.

Précipitations

Les projections de précipitations sont moins certaines que les projections de température en raison de la variabilité naturelle élevée d'une année à l'autre (figure 4). Parmi les quatre modèles climatiques sur lesquels s'appuie cette analyse, un prévoit une tendance à la baisse des précipitations annuelles moyennes au Tchad, un ne prévoit aucun changement et deux prévoient de fortes hausses en vertu du RCP6.0. Par rapport à l'année 2000, la médiane des projections montre une **augmentation de la moyenne des précipitations annuelles** de 32 mm en vertu du RCP2.6 et de 50 mm en vertu du RCP6.0 d'ici à 2080.

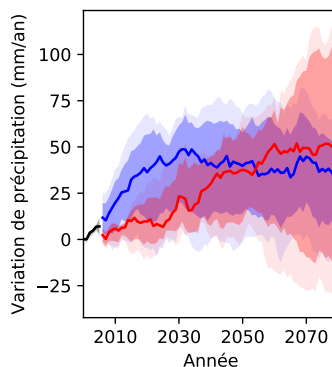


Figure 4 : Moyenne annuelle des projections de précipitations au Tchad pour différents scénarios d'émissions de GES, par rapport à l'année 2000.

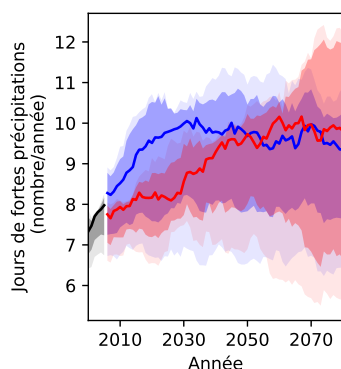


Figure 5 : Projections du nombre de journées de fortes précipitations au Tchad pour différents scénarios d'émissions de GES, par rapport à l'année 2000.

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. Le nombre de journées de fortes précipitations devrait également augmenter. Cette tendance se retrouve dans les projections climatiques du Tchad (figure 5), certains modèles climatiques prévoyant **une hausse du nombre de journées de fortes précipitations**, qui passerait de 7 par an en 2000 à 9 (RCP2.6) et à 10 (RCP6.0) en 2080.



Humidité du sol

L'humidité du sol est un indicateur important de sécheresse. Outre les paramètres et la gestion du sol, cet indicateur dépend à la fois des précipitations et de l'évapotranspiration et, donc, aussi de la température puisque la hausse des températures entraîne une augmentation de l'évapotranspiration potentielle. **La moyenne annuelle des projections d'humidité du sol sur 1 mètre pour le Tchad ne montre pratiquement aucun changement, quel que soit le RCP considéré, d'ici à 2080 par rapport à l'année 2000** (figure 6). L'incertitude associée à la modélisation est toutefois importante car les modèles hydrologiques prévoient des évolutions différentes. Il est donc impossible d'identifier une tendance claire.

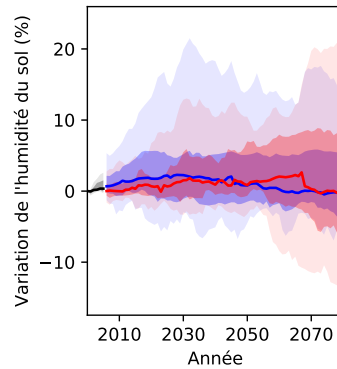


Figure 6 : Projections d'humidité du sol au Tchad pour différents scénarios d'émissions de GES, par rapport à l'année 2000.

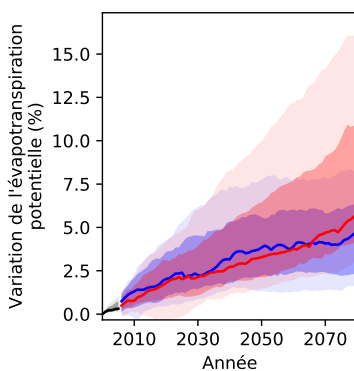


Figure 7 : Projections d'évapotranspiration potentielle au Tchad pour différents scénarios d'émissions de GES, par rapport à l'année 2000.

Évapotranspiration potentielle

L'évapotranspiration potentielle est la quantité d'eau qui s'évaporerait si les ressources en eaux de surface et en eaux souterraines étaient suffisantes. Sachant que l'air, lorsqu'il est plus chaud, contient davantage de vapeur d'eau, **le réchauffement climatique devrait entraîner une augmentation de l'évapotranspiration potentielle dans la plupart des régions du monde**. Conformément à ces prévisions, les projections hydrologiques du Tchad prévoient une hausse plus forte de l'évapotranspiration potentielle en vertu du RCP6.0 qu'en vertu du RCP2.6 (figure 7). En vertu du RCP6.0, **l'évapotranspiration potentielle augmenterait de 2,1 % en 2030, de 3,3 % en 2050 et de 5,7 % en 2080 par rapport aux niveaux de 2000**.



© Andy Hall / Oxfam / flickr

Évaluation des risques du changement climatique par secteur

a. Ressources en eau

Les projections actuelles relatives à la disponibilité de l'eau au Tchad sont assorties d'un degré élevé d'incertitude, quel que soit le scénario d'émissions de GES considéré. En partant de l'hypothèse d'un niveau de population constant, la médiane des projections de l'ensemble multi-modèles suggère l'absence de changement dans la quantité d'eau disponible par habitant dans le pays d'ici à la fin du siècle en vertu des deux modèles RCP (figure 8A). Par contre, si l'on tient compte de la croissance démographique telle qu'elle est estimée dans les projections SSP2⁵, **la disponibilité de l'eau par habitant au Tchad devrait baisser de 75 % d'ici à 2080** par rapport à l'année 2000 en vertu des deux scénarios (figure 8B). Même si ce déclin est principalement 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.

Les projections de disponibilité de l'eau de pluie varient en fonction de la région (figure 9). Conformément aux projections de précipitations, **la disponibilité de l'eau devrait augmenter dans le centre et surtout dans le nord du Tchad** en vertu des deux RCP. Toutefois, particulièrement vers la fin du siècle, les modèles affichent des résultats divergents en ce qui concerne ces hausses. La projection de hausse de la disponibilité de l'eau est basée sur un niveau de population constant. Il apparaît donc que **les mesures visant à économiser l'eau resteront importantes face à une population en croissance rapide**.

Depuis quelques dizaines d'années, le Tchad est soumis à de fortes variations saisonnières et annuelles des précipitations, ce qui constitue un problème majeur pour la production agricole [17] [18]. Le pays a subi des **sécheresses sévères entre 1950 et le milieu des années 1980**, période pendant laquelle les précipitations ont baissé [19]. Le total des précipitations annuelles a ensuite recommencé à augmenter, mais en restant néanmoins inférieur à la moyenne du XXe siècle [19]. D'autres sécheresses ont été enregistrées en 2005, 2008, 2010 et 2012 [20]. **La sécheresse de 2012 au Sahel a affecté un total de 3,6 millions de personnes** au Tchad [21]. La transhumance était autrefois un moyen efficace de gérer les variations de précipitations et les sécheresses, de nombreux éleveurs/éleveuses tchadien-ne-s migrant vers la République centrafricaine pendant la saison sèche [22]. Toutefois, l'utilisation de ce type de pastoralisme a été remise en cause par des régimes de précipitation de plus en plus imprévisibles et par une extension de 150 km vers le sud des zones saharienne et sahélienne sur la période comprise entre 2005 et 2015 [23]. Le manque de pâturages et d'eau qui en a résulté a entraîné

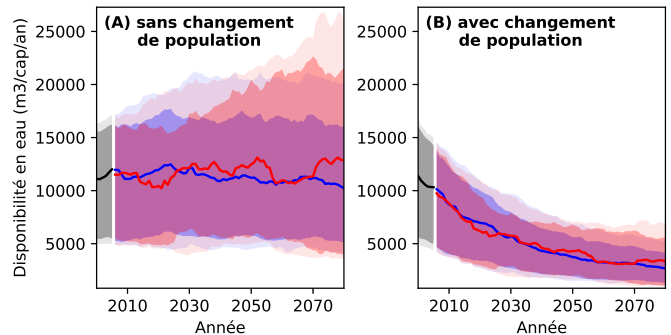


Figure 8 : Projctions de disponibilité de l'eau de pluie par habitant et par an, avec (A) une population nationale constante par rapport au niveau de l'année 2000 et (B) une évolution de la population conformément aux projections du SSP2, pour différents scénarios d'émissions de GES, par rapport à l'année 2000.

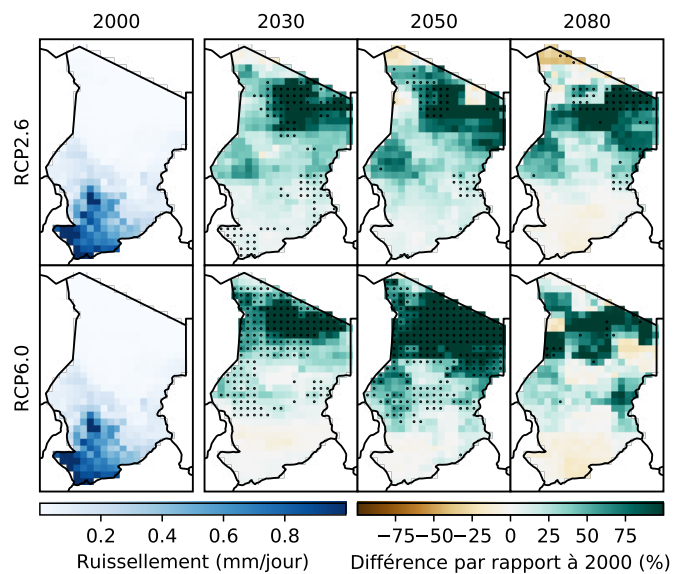


Figure 9 : Projctions de disponibilité de l'eau de pluie (ruissellement) au Tchad pour différents scénarios d'émission de GES.

une **rivalité accrue dans l'accès à ces ressources limitées** [23]. Le problème est exacerbé par **la croissance démographique, les conflits entre agriculteurs/agricultrices et éleveurs/éleveuses** et les **activités terroristes** qui perdurent dans la région au sens large, rendant ce mode de vie moins rentable et parfois même dangereux [24] [25]. Les sécheresses répétées ont des impacts en cascade : le manque d'eau fait baisser les rendements des cultures, ce qui accroît le risque d'insécurité alimentaire pour les populations et pour leur bétail et limite donc leur capacité de résistance à d'éventuelles futures sécheresses [26].

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. Le SSP2 représente la trajectoire « intermédiaire ».

b. Agriculture

Les petite-s exploitant-e-s du Tchad sont de plus en plus confrontés à l'incertitude et à la variabilité des conditions météorologiques qui résultent du changement climatique [17], [18]. Sachant que leurs **cultures sont principalement pluviales**, elles dépendent de la disponibilité de l'eau de pluie. Or, la durée et l'intensité de la saison des pluies sont de plus en plus imprévisibles et **l'utilisation d'équipements d'irrigation reste limitée** en raison de l'importance des investissements initiaux requis, de l'utilisation inefficace des ressources en eau et de l'absence de techniques de stockage et de distribution de l'eau [27]. En 2002, moins de 8 % des 335 000 ha de terres potentiellement irrigables (0,7 % de la superficie agricole utile totale du pays) étaient irrigués [6]. Dans le nord et le centre du Tchad en particulier, **les sols sont pauvres en nutriments, sableux et peu profonds**, ce qui a un impact négatif sur la rétention d'eau et rend les sols vulnérables à l'assèchement et à l'érosion [28].

Actuellement, le degré élevé d'incertitude associé aux projections de disponibilité de l'eau (figure 9) se traduit par le même degré d'incertitude élevé pour les projections de sécheresse (figure 10). La médiane de tous les modèles utilisés pour cette analyse indique que **la superficie de terres arables exposée à au moins une sécheresse par an ne changera pratiquement pas en réaction au réchauffement climatique**, même si **certains modèles prévoient une forte hausse de l'exposition à la sécheresse**. En vertu du RCP6.0, la fourchette de probabilité d'exposition annuelle à la sécheresse des terres arables s'élargit, passant de 0,6–5,5 % en 2000 à 0,5–12,7 % en 2080. La fourchette de forte probabilité s'élargit également, passant de 0,1–15,8 % en 2000 à 0,1–25,0 % en 2080. Cela signifie que **certains modèles multiplient par deux le risque d'exposition à la sécheresse sur cette période, tandis que d'autres ne prévoient aucun changement**.

Le changement climatique aura un **impact négatif sur les rendements du maïs, du mil et du sorgho** (figure 11)⁶. Alors que le maïs est sensible aux températures supérieures à 35 °C, le mil et le sorgho tolèrent mieux la chaleur et les périodes de sécheresse [29]. Les résultats des modèles indiquent pourtant une **tendance d'évolution négative des rendements pour ces trois cultures** en

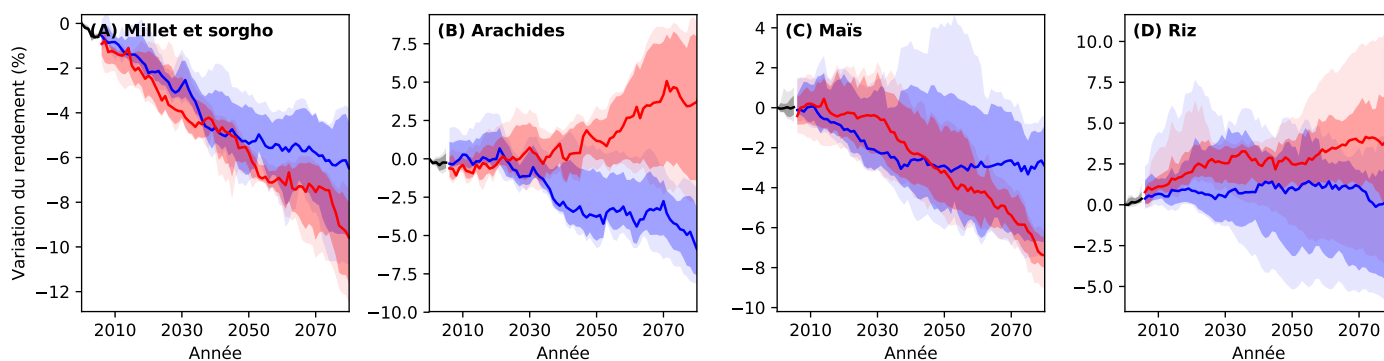


Figure 11 : Projections d'évolution des rendements agricoles pour les principales cultures de base au Tchad pour différents scénarios d'émissions de GES, basées sur l'hypothèse d'une absence de modification dans l'utilisation des terres et dans la gestion agricole.

⁶ Les données de modélisation ne sont disponibles que pour certaines cultures, ce qui explique que les cultures mentionnées à la page 2 peuvent différer. Le maïs, le mil et le sorgho sont modélisés pour tous les pays, sauf pour Madagascar.

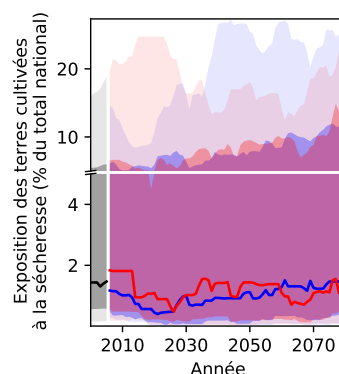


Figure 10 : Projections de superficie de terres cultivables exposée à la sécheresse au moins une fois par an au Tchad pour différents scénarios d'émissions de GES.

vertu des deux RCP, avec une baisse plus forte pour le RCP6.0. Par rapport à l'année 2000, les quantités devraient baisser de 7,4 % pour le maïs et de 9,6 % pour le mil et le sorgho d'ici à 2080 en vertu du RCP6.0. En vertu du RCP2.6, les rendements de maïs baisseraient de 2,9 % et ceux de mil et de sorgho de 6,5 %. **Les rendements de riz, au contraire, pourraient tirer profit du changement climatique**. En vertu du RCP6.0, les projections montrent une augmentation de 3,8 % d'ici à 2080 par rapport à l'année 2000. Les résultats positifs affichés en vertu du RCP6.0 sont principalement imputables à l'effet de fertilisation par le CO₂ qui bénéficie à la croissance des plantes. Le riz est une plante dite C3, dont le processus métabolique est différent de celui du maïs, du mil et du sorgho (plantes C4), et qui tire davantage profit de la fertilisation par le CO₂ lorsque la concentration augmente. **Le rendement des arachides devrait baisser en vertu du RCP2.6 et augmenter dans le cas du RCP6.0**. La baisse prévue par le RCP2.6 s'explique par des paramètres non liés à la température tels que l'évolution des précipitations, tandis que la hausse prévue par le RCP6.0 vient probablement de l'effet de fertilisation par le CO₂.

De manière générale, différentes 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 potentielles, par exemple, le déclin de l'agrobiodiversité ou la perte de certaines cultures locales.

c. Infrastructures

Le changement climatique devrait avoir un impact significatif sur le secteur des infrastructures du Tchad à cause de la multiplication d'événements climatiques extrêmes (inondations, vagues de chaleur, etc.). L'augmentation des quantités de précipitations peut entraîner l'**inondation de routes**, tandis que la hausse des températures peut provoquer **des fissures et une dégradation plus rapide des routes, des ponts et des structures de protection**. Le Tchad dépend fortement du transport routier en raison de l'absence de voies ferrées, du caractère saisonnier de la navigabilité des rivières et des installations aéroportuaires limitées [30]. La densité routière du pays s'échelonne entre 40,5 km pour 1 000 km² dans le sud et seulement 6,4 km pour 1 000 km² dans le nord, ce qui en fait une des plus faibles du continent [30]. De nombreuses routes non bitumées deviennent impraticables pendant la saison des pluies, de nombreux villages et communautés rurales se retrouvant alors coupés du monde [30]. Il faudra investir dans la construction de réseaux routiers résilients au changement climatique.

Les épisodes météorologiques extrêmes auront également des **effets dévastateurs sur les implantations humaines et sur les sites de production économique**, particulièrement dans les zones urbaines à forte densité de population comme N'Djamena, Moundou ou Sarh. **Les implantations informelles sont particulièrement vulnérables** aux événements météorologiques extrêmes : les habitations de fortune sont souvent bâties dans des lieux géographiques instables, comme les berges des fleuves, où les inondations peuvent entraîner la destruction des habitations, la contamination de l'eau, des blessures ou des décès. Leurs habitants ont généralement une faible capacité d'adaptation à de tels événements en raison de leur niveau de pauvreté important et du manque d'infrastructures permettant de réduire le risque. En 2012, de **fortes inondations dans le sud du Tchad ont affecté jusqu'à 700 000 personnes** [31], les régions les plus affectées étant Tandjilé, Mayo-Kebbi Est, Mayo-Kebbi Ouest et Sila [32]. Au moins 255 000 ha de terres arables et 96 000 maisons ont été détruits [32].

Malgré la hausse probable du risque de détérioration des infrastructures, il est difficile de prévoir avec précision le lieu et l'ampleur de l'exposition à de tels phénomènes. Par exemple, les projections d'inondations sont sujettes à un niveau d'incertitude substantiel, largement lié à l'incertitude qui entoure les projections de précipitations et leur distribution spatiale, et donc les épisodes d'inondation (voir également la figure 4). Dans le cas du Tchad, les projections montrent une augmentation de l'exposition des routes principales aux inondations, qui passerait de 1,4 % en 2000 à 2,2 % d'ici à 2080 en vertu du RCP6.0. En vertu du RCP2.6, les projections indiquent une augmentation vers le milieu du siècle, mais aucun changement global d'ici à 2080 (figure 12). En ce qui concerne **l'exposition des zones urbanisées aux inondations, le RCP2.6 ne prévoit aucun changement et le RCP6.0 une légère augmentation** avec un résultat qui passe de 0,2 % en 2000 à 0,4 % en 2080 (figure 13).

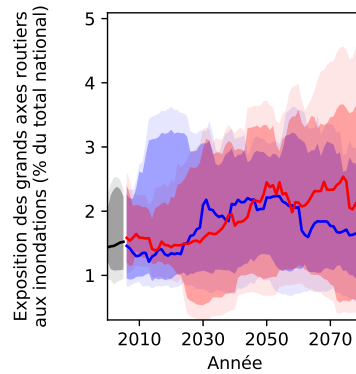


Figure 12 : Projections d'exposition des grandes routes à des inondations au moins une fois par an au Tchad pour différents scénarios d'émissions de GES.

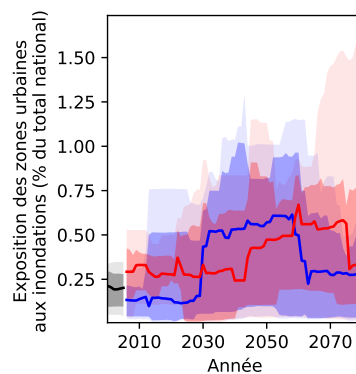


Figure 13 : Projections d'exposition des terrains urbains à des inondations au moins une fois par an au Tchad pour différents scénarios d'émissions de GES.

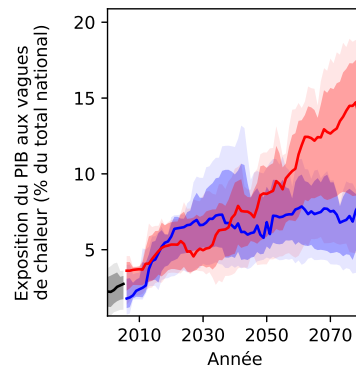


Figure 14 : Exposition du PIB du Tchad à des vagues de chaleur pour différents scénarios d'émissions de GES.

Même si trois des quatre modèles estiment que l'exposition du PIB aux vagues de chaleur augmentera, l'amplitude de la hausse est incertaine, un modèle prévoyant une hausse forte et deux autres modèles une hausse modérée. La médiane des projections pour le RCP2.6 indique que l'exposition devrait passer de 2,2 % en 2000 à 8,0 % en 2080. En vertu du RCP6.0, elle devrait atteindre 14 % sur la même période (figure 14). Il est recommandé aux planificateurs/planificatrices 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 [33].

d. Écosystèmes

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 [34]. 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 de se transformer en d'autres écosystèmes**, les plantes étant remplacées par d'autres et les animaux perdant leurs habitats. 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.

Les projections en matière de diversité des espèces (amphibiens, oiseaux et mammifères) et de couvert forestier au Tchad sont présentées aux figures 15 et 16 respectivement. Les modèles utilisés pour cette analyse montrent des schémas d'évolution similaires en matière de diversité des espèces, quel que soit le RCP considéré, avec une incertitude de modélisation plus importante en vertu du RCP2.6. En vertu du RCP6.0, les modèles prévoient des hausses du nombre d'espèces pouvant atteindre 40 % dans le nord-est du Tchad et des baisses pouvant atteindre 20 % dans l'ouest et le sud du pays d'ici à 2080.

En ce qui concerne le couvert forestier, les projections des modèles varient en fonction du scénario (figure 16). En vertu du RCP2.6, les modèles prévoient une diminution du couvert forestier de 2 % pour la partie la plus méridionale du Tchad, tandis qu'en vertu du RCP6.0, **le couvert forestier devrait augmenter de 2 % dans le sud du pays d'ici à 2080**⁷.

Même si ces résultats décrivent une vision plutôt positive des impacts du changement climatique sur le couvert forestier, il est important de garder à l'esprit que les **projections des modèles excluent les impacts sur la biodiversité des activités humaines telles que l'utilisation des terres**, qui ont déjà causé des pertes de biodiversité significatives au niveau mondial et qui devraient rester leur principal contributeur à l'avenir [35]. Par exemple, l'afflux de population dans les zones affectées, les besoins de pâturages et de terres agricoles et l'exploitation du bois ont entraîné des taux élevés de déforestation [36] : **le Tchad a perdu 1,54 million d'hectares de couvert forestier entre 2001 et 2016**, soit une diminution de 25 % [37].

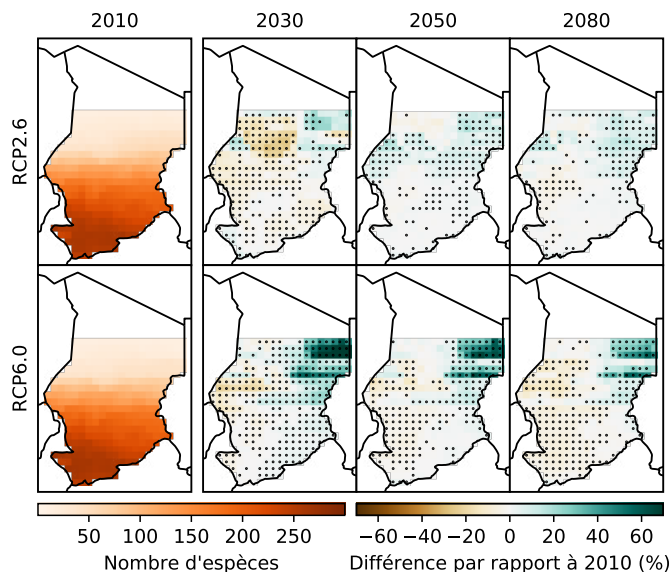


Figure 15 : Projections du nombre agrégé d'espèces d'amphibiens, d'oiseaux et de mammifères au Tchad pour différents scénarios d'émissions de GES.

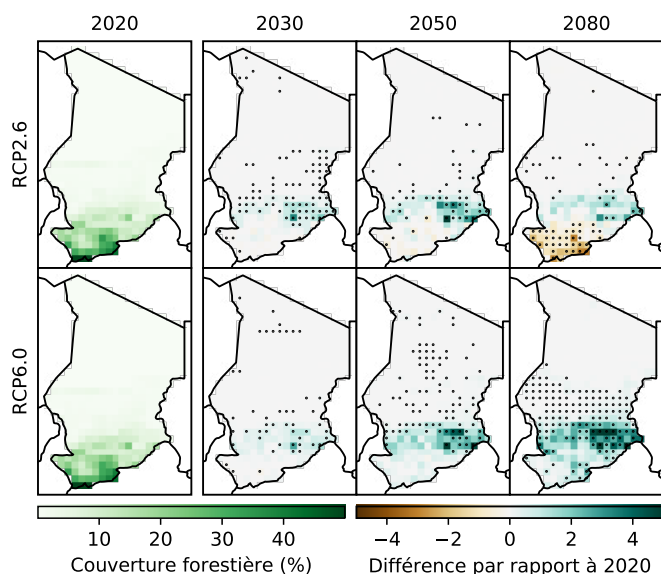


Figure 16 : Projections de couvert forestier au Tchad pour différents scénarios d'émission de GES.

⁷ En raison des faibles valeurs de départ utilisées pour le couvert forestier dans la plupart des régions du Tchad, les changements réels, même de faible ampleur, peuvent entraîner des pourcentages importants. Les projections de couvert forestier sont donc à prendre avec circonspection.

e. Santé humaine

Le changement climatique menace le secteur de la santé et de l'assainissement en raison de la fréquence accrue des vagues de chaleur, des inondations, des sécheresses et des tempêtes. Les principaux enjeux sanitaires du Tchad sont la morbidité et la mortalité résultant des maladies à vecteur telles que le paludisme, des maladies d'origine hydrique liées à des événements météorologiques extrêmes (inondations, etc.) telles que la diarrhée et le choléra, des maladies respiratoires, de la rougeole et de la méningite [38] [39]. **Le changement climatique peut avoir un impact sur l'approvisionnement en aliments et en eau, renforçant le risque de malnutrition et de faim.** Bon nombre de ces problèmes vont aller en s'aggravant avec le changement climatique. Selon l'Organisation mondiale de la Santé (OMS), plus de 2,5 millions de cas de paludisme, dont 8 693 décès, ont été rapportés en 2018 [38]. **Le changement climatique risque d'avoir un impact sur les périodes de transmission et sur la portée géographique des maladies à transmission vectorielle.** Au Tchad, le risque général de paludisme pourrait diminuer en raison de la hausse des températures, mais certaines régions deviendront probablement plus vulnérables, notamment en raison de la fréquence accrue des inondations [39] [40]. **Les hausses des températures et les baisses de l'humidité résultant du changement climatique pourraient entraîner une augmentation significative du nombre de cas de méningite** et avancer la date d'apparition saisonnière de la méningite [41] [42]. La partie sud du Tchad fait partie de la « ceinture de la méningite », qui correspond en grande partie à la région du Sahel et qui est le siège de la majorité des épidémies de méningite. **L'insécurité alimentaire et la malnutrition sont également des problèmes de santé majeurs** : entre juin et août 2020, 1,1 million de personnes devraient souffrir sérieusement d'insécurité alimentaire, avec plus de 460 000 cas de malnutrition aiguë sévère [43].

La hausse des températures entraînera **une fréquence accrue des vagues de chaleur** au Tchad et donc **une recrudescence de**

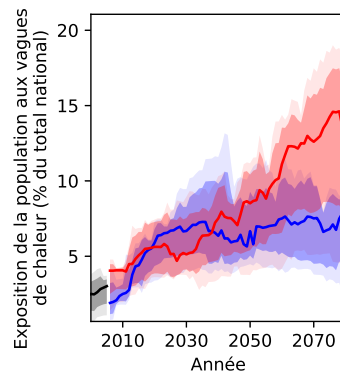


Figure 17 : Projections d'exposition de la population à des vagues de chaleur au moins une fois par an au Tchad pour différents scénarios d'émissions de GES.

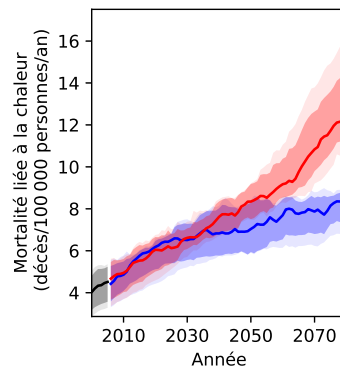


Figure 18 : Projections de mortalité liée à la chaleur au Tchad pour différents scénarios d'émissions de GES en l'absence de toute mesure d'adaptation à la chaleur accrue.

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 2,5 % en 2000 à 14 % en 2080 (figure 17). En outre, en vertu du RCP6.0, **la mortalité liée à la chaleur risque d'augmenter, passant d'environ 4 à 12 décès par an pour 100 000 habitants** (figure 18). Ce taux serait ainsi multiplié par plus de trois d'ici la fin du siècle par rapport au niveau de l'année 2000 si aucune mesure d'adaptation aux conditions plus chaudes n'était prise. En vertu du RCP2.6, la mortalité liée à la chaleur atteindra environ 8 décès par an pour 100 000 habitants en 2080.



Références bibliographiques

- [1] World Bank, "World Bank Open Data," 2019. Disponibles en ligne : <https://data.worldbank.org> [Accès le : 31-Jan-2020].
- [2] CIA World Factbook, "Chad," 2020. Disponibles en ligne : <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/ni.html> [Accès le : 03-Apr-2020].
- [3] World Bank, "World Development Indicators," 2018. Disponibles en ligne : <https://databank.worldbank.org/source/worlddevelopment-indicators> [Accès le : 09-Apr-2020].
- [4] Observatory of Economic Complexity (OEC), "Chad," 2017. Disponibles en ligne : <https://oec.world/en/profile/country/tcd/#Exports> [Accès le : 07-Apr-2020].
- [5] FAOSTAT, "Crops in Chad (Area Harvested)," 2018. Disponibles en ligne : <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> [Accès le : 07-Apr-2020].
- [6] AQUASTAT, "Irrigation and Drainage Development," 2002. Disponibles en ligne : <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/resultsthtml> [Accès le : 17-Apr-2020].
- [7] UNDESA, "Trends in International Migrant Stock: Migrants by Destination and Origin," New York, 2019.
- [8] Human Rights Watch, "World Report 2011: Chad (Events of 2010)," 2011. Disponibles en ligne : <https://www.hrw.org/world-report/2011/countrychapters/chad> [Accès le : 22-Jun-2020].
- [9] UNDP, "Human Development Index," 2018. Disponibles en ligne : <http://hdr.undp.org/en/indicators/137506> [Accès le : 08-Oct-2019].
- [10] FAO, IFAD, UNICEF, WFP, and WHO, "Food Security and Nutrition in the World 2019," Rome, Italy, 2019.
- [11] Notre Dame Global Adaptation Initiative, "Country Index," 2017. Disponibles en ligne : <https://gain.nd.edu/our-work/country-index> [Accès le : 03-Apr-2020].
- [12] Encyclopedia Britannica, "Chad," 2019. Disponibles en ligne : <https://www.britannica.com/place/Chad#ref54918> [Accès le : 17-Apr-2020].
- [13] S. Lange, "Earth2Observe, WFDEI and ERA-Interim Data Merged and Bias-Corrected for ISIMIP (EWEMBI)." GFZ Data Service, Potsdam, Germany, 2016.
- [14] B. Pham-Duc, F. Sylvestre, F. Papa, F. Frappart, C. Bouchez, and J. F. Crétaux, "The Lake Chad Hydrology Under Current Climate Change," *Sci. Rep.*, vol. 10, no. 5498, 2020.
- [15] Adapté de : 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].
- [16] Convention on Biological Diversity (CBD), "Chad – Main Details." Disponibles en ligne : <https://www.cbd.int/countries/profile/?country=td> [Accès le : 17-Apr-2020].
- [17] B. Sarr et al., "Adapting to Climate Variability and Change in Smallholder Farming Communities: A Case Study From Burkina Faso, Chad and Niger (CVCADAPT)," *J. Agric. Ext. Rural Dev.*, vol. 7, no. 1, pp. 16–27, 2015.
- [18] P. Maharana, A. Y. Abdel-Lathif, and K. C. Pattanyak, "Observed Climate Variability Over Chad Using Multiple Observational and Reanalysis Datasets," *Glob. Planet. Change*, vol. 162, pp. 252–265, 2018.
- [19] USAID, "A Climate Trend Analysis of Chad," Washington, D.C., 2012.
- [20] USAID, "Climate Change Risk Profile: West Africa Sahel," Washington, D.C., 2017.
- [21] FAO, "Race on to Help Farmers and Herders in Drought-Stricken Sahel," 2012. Disponibles en ligne : <http://www.fao.org/emergencies/fao-inaction/stories/stories-detail/en/c/148046> [Accès le : 24-Apr-2020].
- [22] FAO, "Strengthening Social Cohesion Among Communities in the Central African Republic and Chad Through Sustainable Management of Cross-Border Transhumance," 2020. Disponibles en ligne : <http://www.fao.org/emergencies/fao-in-action/stories/stories-detail/en/c/1261074> [Accès le : 23-Apr-2020].
- [23] Republic of Chad, "Intended Nationally Determined Contributions (INDC) for the Republic of Chad," N'Djamena, Chad, 2015.
- [24] U. T. Okpara, L. C. Stringer, and A. J. Dougill, "Using a Novel Climate-Water Conflict Vulnerability Index to Capture Double Exposures in Lake Chad," *Reg. Environ. Chang.*, vol. 17, pp. 351–366, 2017.
- [25] S. T. Asah, "Transboundary Hydro-Politics and Climate Change Rhetoric: An Emerging Hydro-Security Complex in the Lake Chad Basin," *WIREs Water*, vol. 2, pp. 37–45, 2015.
- [26] S. Traore and T. Owiyo, "Dirty Droughts Causing Loss and Damage in Northern Burkina Faso," *Int. J. Glob. Warm.*, vol. 5, no. 4, pp. 498–513, 2013.
- [27] FAO and Lake Chad Basin Commission, "Adaptive Water Management in the Lake Chad Basin," Rome, Italy and N'Djamena, Chad, 2009.
- [28] A. Jones et al., *Soil Atlas of Africa*. Luxembourg, Luxembourg: European Commission, Publications Office of the European Commission, 2013.
- [29] USAID, "Climate Risk in Food for Peace Geographies: Kenya," Washington, D.C., 2019.
- [30] Logistics Cluster and WFP, "Chad Logistics Infrastructure," 2020. Disponibles en ligne : <https://dlca.logcluster.org/display/public/DLCA/2+Chad+Logistics+Infrastructure> [Accès le : 27-Apr-2020].
- [31] OCHA, "Humanitarian Bulletin: Chad (January 2013)," N'Djamena, Chad, 2013.
- [32] OCHA, "Chad: Humanitarian Snapshot (24 September 2012)," N'Djamena, Chad, 2012.
- [33] 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.
- [34] 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.
- [35] 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.
- [36] FAO and UNHCR, "Rapid Woodfuel Assessment 2017 Baseline for the Area Around the City of Goré, Chad," Rome, Italy and Geneva, Switzerland, 2018.
- [37] Global Forest Watch, "Chad." Disponibles en ligne : <https://www.globalforestwatch.org> [Accès le : 27-Apr-2020].
- [38] WHO, "World Malaria Report 2019," Rome, Italy, 2019.
- [39] R. Boyce et al., "Severe Flooding and Malaria Transmission in the Western Ugandan Highlands: Implications for Disease Control in an Era of Global Climate Change," *J. Infect. Dis.*, vol. 214, pp. 1403–1410, 2016.
- [40] C. Caminade, A. E. Jones, R. Ross, and G. Macdonald, "Malaria in a Warmer West Africa," *Nat. Clim. Chang.*, vol. 6, no. November, pp. 984–985, 2016.
- [41] A. F. Abdussalam et al., "The Impact of Climate Change on Meningitis in Northwest Nigeria: An Assessment Using CMIP5 Climate Model Simulations," *Weather. Clim. Soc.*, vol. 6, no. 3, pp. 371–379, 2014.
- [42] A. M. Molesworth, L. E. Cuevas, S. J. Connor, A. P. Morse, and M. C. Thomson, "Environmental Risk and Meningitis Epidemics in Africa," *Emerg. Infect. Dis.*, vol. 9, no. 10, pp. 1287–1293, 2003.
- [43] OCHA, "Chad: Humanitarian Situation Overview (February 2020)," N'Djamena, Chad, 2020.

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 œuvre.

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 grandement appréciée. Des informations contextuelles sur les figures et les analyses présentées dans ce profil sont disponibles dans le Profil de risque climatique – Informations complémentaires. Traduit de l'anglais par le service linguistique international de la GIZ.

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
<http://www.pik-potsdam.de>

Coordination scientifique :
Christoph Gornott (PIK)

Principaux auteur-e-s :
Julia Tomalka (PIK),
Stefan Lange (PIK),
Felicitas Röhrig (PIK),
Christoph Gornott (PIK)

Contributeurs et contributrices :
Paula Aschenbrenner (PIK),
Abel Chemura (PIK),
Ylva Hauf (PIK),
Lisa Murken (PIK),
Enrico Grams (GIZ),
Sibylla Neer (GIZ),
Leonie Gemblé (GIZ),
Josef Haider (KfW)

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

En coopération avec :
KfW Development Bank