



## **DU RISQUE À LA RÉSILIENCE**

# Une évaluation stratégique des défis et des solutions pour étendre l'atténuation et l'adaptation au changement climatique en République démocratique du Congo

Alex Naegele<sup>a</sup>, Kelly Gassert<sup>a</sup>, David Byrne<sup>a</sup>, Monica Caparas<sup>a</sup>, Carlos Dobler<sup>a</sup>, Dominick Dusseau<sup>a</sup>, Christopher Schwalm<sup>a</sup>, David McGlinchey<sup>a</sup>, Joseph Zambo<sup>a</sup>, Andrew Condia<sup>a</sup>, Abigail Fennelly<sup>a</sup>, Glenn Bush<sup>a</sup>, Wayne Walker<sup>a</sup>, José Nlandu Wabakangha<sup>b</sup>, Onesphore Mutshail Kavul<sup>b</sup>, Théodore Kasanda<sup>b</sup>, Aimé Mbuyi Kalomboi<sup>c</sup>

<https://doi.org/10.5281/zenodo.10023041>



**MINISTÈRE  
DE L'ENVIRONNEMENT  
ET DÉVELOPPEMENT  
DURABLE**

## Qui sommes-nous

### <sup>a</sup> **Woodwell Climate Research Center**

Le Woodwell Climate Research Center mène des recherches scientifiques pour trouver des solutions à l'intersection du climat, de l'homme et de la nature. Nous travaillons en partenariat avec les dirigeants et les communautés pour avoir un impact juste et significatif sur la crise climatique. Nos scientifiques ont contribué au lancement de la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques en 1992 et, en 2007, les scientifiques de Woodwell Climate ont partagé le prix Nobel décerné au Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. Depuis plus de 35 ans, Woodwell Climate combine expérience pratique et impact politique pour identifier et soutenir des solutions à l'échelle de la société qui peuvent être mises en œuvre immédiatement. Elle travaille notamment avec les communautés qui se trouvent en première ligne de la crise climatique.

### <sup>b</sup> **Université de Kinshasa**

### <sup>c</sup> **Ministère de l'environnement et du développement durable (MEDD) de la République démocratique du Congo**

---

Pour plus d'informations sur cette évaluation ou d'autres évaluations des risques climatiques de Woodwell Climate, veuillez nous contacter à l'adresse suivante: [policy@woodwellclimate.org](mailto:policy@woodwellclimate.org).

Pour en savoir plus sur Woodwell, visitez notre site Web à l'adresse [woodwellclimate.org](http://woodwellclimate.org).

## Table des matières

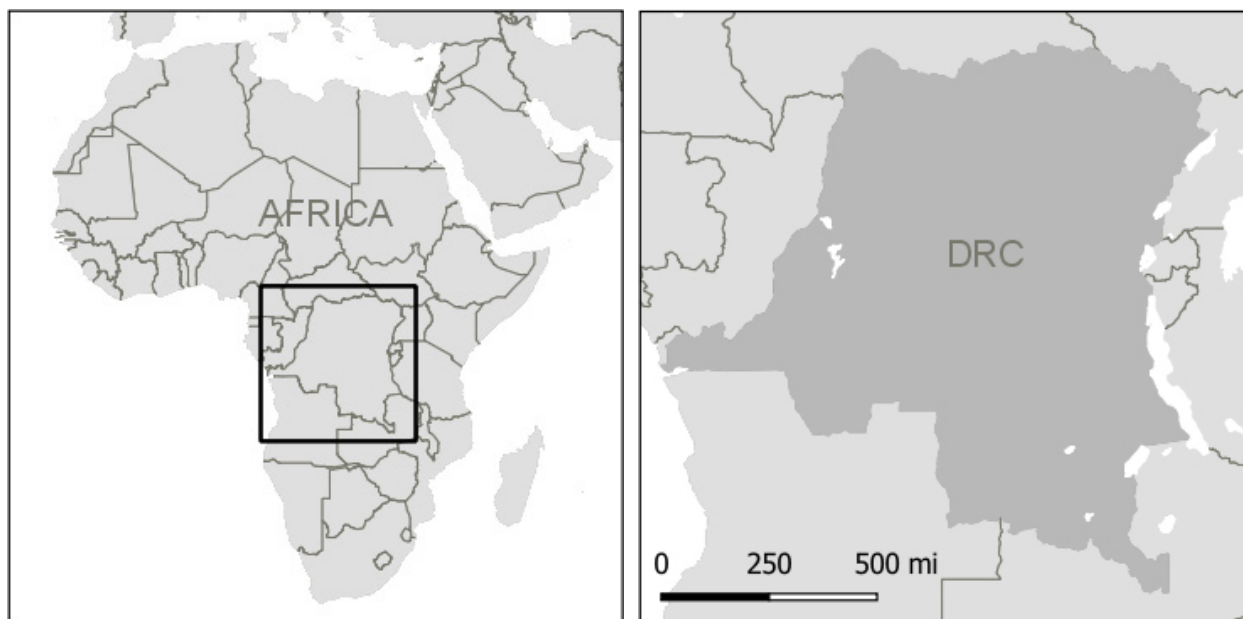
<b>1.0 Introduction</b>	<b>1</b>
1.1 Contexte politique	1
1.2 Alignement des politiques	2
<b>2.0 Résumé des résultats</b>	<b>3</b>
2.1 Sécheresse	4
2.2 Stress thermique humide léthal	5
2.3 Perte de productivité due au stress thermique	5
2.4 Risques agricoles	7
2.4.1 Développement du modèle	7
2.4.2 Résultats—risques agricoles	8
2.5 Précipitations extrêmes	10
2.6 Inondations	12
2.7 Incendies de forêt	13
<b>3.0 Recommandations et conclusion</b>	<b>16</b>
3.1 Réduction des risques de catastrophes et adaptation au changement climatique	17
3.2 Utilisation des sols et menaces climatiques	17
3.3 Intégrité scientifique et normalisation de l'attribution des crédits de réduction des émissions	18
3.4 Développement des capacités	18
3.5 Gouvernance et transparence	19
3.6 Conclusion: Améliorer l'architecture opérationnelle nécessaire pour développer le marché national du carbone	20
<b>Appendice: Atelier final, liste des participants</b>	<b>22</b>

## Tableau des figures

- Figure 1 Tendances de la sécheresse, RDC. Moyenne annuelle des mois de sécheresse sévère, ou pire, en 1970-2000 (à gauche), et évolution du nombre de mois en 2021-2040 (au centre) et 2041-2060 (à droite) par rapport à 1970-2000. Les régions qui devraient connaître des mois de sécheresse supplémentaires sont indiquées en marron, et les régions qui devraient connaître moins de mois de sécheresse sont indiquées en vert.
- Figure 2 Projection du nombre de jours de chaleur mortelle par an d'ici 2081-2100.
- Figure 3 Pourcentage d'heures de travail perdues par an par les travailleurs lourds en raison de la chaleur et de l'humidité pour deux niveaux de réchauffement différents : 1°C (aujourd'hui) et 1,5°C (~2030).
- Figure 4 Projection de l'aptitude climatique à la culture du manioc pour quatre périodes entre 2021 et 2080.
- Figure 5 Projection de l'aptitude climatique à la culture du café Arabica pour quatre périodes entre 2021 et 2100.
- Figure 6 Projection de l'aptitude climatique à la culture du café robusta pour quatre périodes entre 2021 et 2100.
- Figure 7 Période de retour future de l'événement pluviométrique journalier centennal historique (2000-2020) pour 2040-2060 et 2070-2090 selon le scénario SSP5-8.5SSP5-8.5.
- Figure 8 Risque actuel et futur de précipitations et d'inondations fluviales pour Kinshasa. Le panneau inférieur montre l'union des événements de précipitations et d'inondations fluviales.
- Figure 9 Danger d'incendie de forêt pour 1970-2000, 2021-2040 et 2041-2060.
- Figure 10 Changement dans le danger d'incendie de forêt, RDC. Nombre supplémentaire de jours de danger d'incendie de forêt élevé en 2021-2040 (à gauche) et 2041-2060 (à droite) par rapport à 1970-2000. Les régions qui devraient connaître un nombre supplémentaire de jours de danger d'incendie de forêt sont représentées en orange, et les régions qui devraient connaître une diminution sont représentées en bleu.

## 1.0 Introduction

Les effets du changement climatique sur la fréquence et la gravité des risques physiques mettent de nombreuses communautés en danger. Alors que la menace du changement climatique s'accroît, le besoin d'informations accessibles, d'outils et d'expertise pour soutenir la prise de décision résiliente au climat à plusieurs échelles, des communautés aux pays, se fait de plus en plus sentir. Le Woodwell Climate Research Center estime qu'il est nécessaire de localiser et de personnaliser les évaluations des risques climatiques. Ces informations sont essentielles pour les responsables gouvernementaux qui prennent des décisions de planification, mais elles ne sont pas accessibles à tous ceux qui en ont besoin. Woodwell Climate estime que cette science devrait être librement et largement accessible. Pour combler cette lacune, Woodwell Climate travaille avec des communautés et des pays du monde entier, y compris la République démocratique du Congo, pour fournir gratuitement des évaluations des risques climatiques.



## 1.1 Contexte politique

La République démocratique du Congo (RDC), à cheval sur l'équateur, s'étend sur 2 345 409 km<sup>2</sup> (905 567 miles carrés) et couvre la majeure partie du bassin du Congo. La population est estimée à plus de 90 millions d'habitants, avec un taux de croissance démographique annuel de 3,1%. La RDC s'est dite engagée dans l'Agenda 2030 des Nations unies pour le développement durable et a adopté son Plan stratégique national de développement pour la période 2019-2023 (PSND), qui est aligné sur les Objectifs de développement durable (ODD).

Le NSDP décrit les phases clés du développement jusqu'en 2050 et s'articule autour de cinq piliers principaux :

- Pilier 1 | Développement du capital humain, développement social et culturel ;
- Pilier 2 | Renforcer la gouvernance, restaurer l'autorité de l'État et consolider la paix ;
- Pilier 3 | Consolidation de la croissance économique, diversification et transformation de l'économie ;

Pilier 4 | Aménagement du territoire, reconstruction et modernisation des infrastructures ; et

Pilier 5 | Protection de l'environnement, lutte contre le changement climatique et développement durable et équilibré.

Le pilier de la protection de l'environnement et du changement climatique (pilier 5) est transversal et vise à intégrer les questions environnementales et les préoccupations liées au changement climatique dans l'ensemble du gouvernement afin de parvenir à un développement résilient et à faible émission de carbone. La conservation des forêts tropicales, en particulier, est essentielle aux efforts nationaux de réduction des émissions. Pour atteindre ces objectifs, le ministère de l'environnement et du développement durable (MEDD) a coordonné l'élaboration de la politique, de la stratégie et du plan d'action sur le changement climatique.

Le plan national d'adaptation (PAN), pour la période 2022-2026, a été élaboré pour renforcer la résilience du pays et intégrer l'adaptation au changement climatique dans la planification et la budgétisation aux niveaux national et provincial.

## 1.2 Alignement des politiques

En 2022, Woodwell Climate a entamé des consultations avec des fonctionnaires du ministère de l'Environnement et du Développement durable (MEDD) et de l'Université de Kinshasa afin d'identifier les priorités en matière de résilience climatique. Les menaces du changement climatique sur les forêts et le carbone forestier ont été identifiées comme critiques en raison des plans de la RDC pour s'engager dans les marchés mondiaux du carbone et en raison du rôle clé que les forêts jouent dans la contribution déterminée au niveau national du pays.

Ces discussions ont permis d'identifier comment une évaluation des risques climatiques pourrait être adaptée aux priorités politiques de la RDC en matière de conservation des forêts et de développement durable. Le Plan National d'Adaptation de la RDC 2022-2026 (2021 ; Section 3.4) identifie le lien entre le risque climatique et d'autres objectifs environnementaux. Les solutions climatiques basées sur la nature (NbCS) englobent une série d'activités de protection des paysages, d'amélioration de la gestion et de restauration qui sont essentielles pour atteindre les objectifs mondiaux de réduction des émissions. De nombreuses opportunités basées sur la nature existent à travers la RDC, couvrant les provinces économiquement et socialement diverses. La façon dont les risques climatiques s'entrecroisent dans l'espace avec ce potentiel est un élément clé de cette évaluation des risques.

Au début de l'année 2023, le MEDD et Woodwell Climate ont entrepris un exercice d'évaluation des risques climatiques, en se concentrant principalement sur les menaces que le changement climatique fait peser sur le carbone forestier et l'agriculture. L'évaluation a porté sur une série de risques liés au changement climatique et a identifié des lacunes importantes dans les capacités nationales d'acquisition, d'application et de partage des données. L'objectif de cette évaluation est de soutenir les efforts de planification de l'adaptation et de renforcer l'intégrité de l'offre de crédits de carbone échangés au niveau international. L'extension des mécanismes de financement visant à investir dans les NbCS contribuera à mobiliser des fonds essentiels pour soutenir une nouvelle économie du climat.

## 2.0

### Résumé des résultats

Le PAN (2021) prend en compte les impacts climatiques à grande échelle sur la RDC, mais des évaluations granulaires des risques climatiques sont nécessaires pour informer la planification de l'adaptation au niveau local. A cette fin, le PAN appelle à la mise en œuvre d'un plus grand nombre d'évaluations des risques—y compris des évaluations plus détaillées et celles réalisées par des organisations partenaires externes—et déclare ce besoin comme une priorité fondamentale (2021, Sections 4.3, 4.4). L'analyse des risques climatiques à haute résolution (réduction d'échelle d'au moins 0,25°) et corrigée des biais (à l'aide de données de référence historiques) présentée ici peut contribuer à cette priorité nationale. Notre analyse est principalement basée sur les dernières projections du Coupled Model Intercomparison Project (CMIP6), ce qui représente une amélioration considérable par rapport à l'analyse basée sur les données de l'ère CMIP3 présentée dans le PAN (2021). Les principaux risques climatiques identifiés dans le PNA (2021) comprennent l'abondance des précipitations, la hausse des températures et la sécheresse, que nous avons inclus dans notre rapport. En outre, notre analyse inclut les impacts en aval, tels que les impacts de la chaleur sur la mortalité et la productivité du travail, et l'impact du changement de la température et de la saisonnalité des précipitations sur les principales cultures de subsistance (manioc) et d'exportation (café).

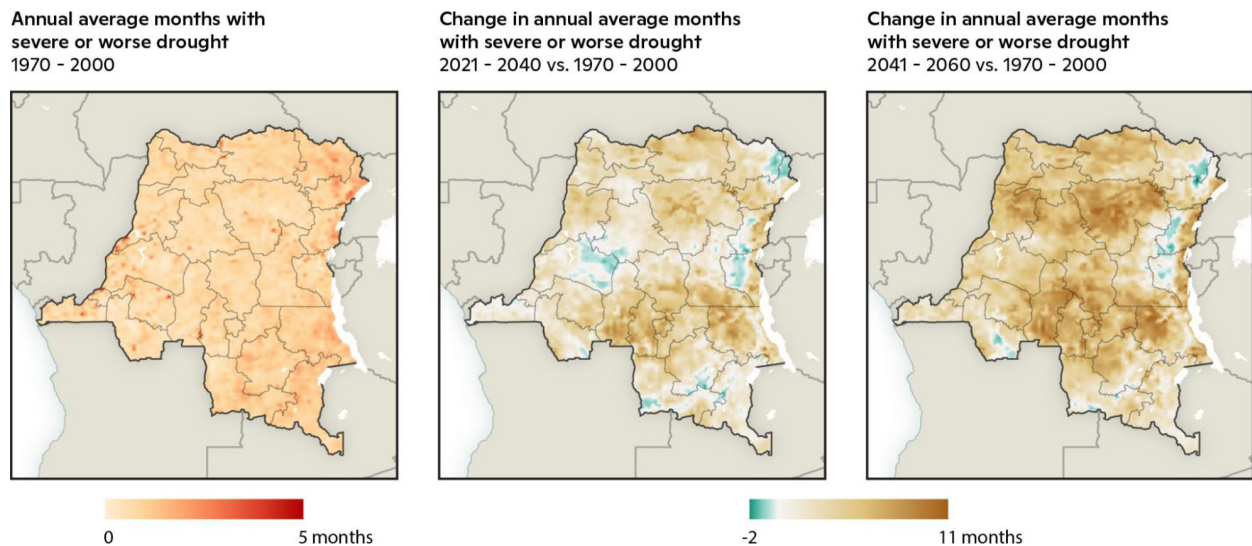
Nous présentons ici nos conclusions sur la sécheresse, le stress thermique, les rendements agricoles, les précipitations extrêmes, les inondations et les incendies de forêt afin d'aider la République démocratique du Congo dans ses projets visant à créer un avenir plus résilient pour tous les habitants. Ces risques ont été sélectionnés dans le cadre de discussions participatives au sein de groupes de travail afin de définir les priorités et les enjeux au cours du premier atelier (décembre 2022). Ils reflètent des études de cas sur la façon dont les futurs facteurs climatiques critiques interagiront avec certaines ressources naturelles et infrastructures économiques clés afin d'orienter la discussion sur les voies stratégiques pour atténuer le changement climatique et s'y adapter, et pour développer une économie résiliente. L'analyse a permis d'alimenter le deuxième atelier (mai 2023), au cours duquel des questions clés supplémentaires et des améliorations des modèles ont été identifiées. Lors du dernier atelier (octobre 2023), l'analyse actualisée a été examinée et des groupes de discussion ont débattu de ses implications pour la politique et la pratique.

En raison du changement climatique, la sécheresse devrait s'aggraver dans la majeure partie du pays, certaines régions devant connaître de graves conditions de sécheresse pratiquement tout au long de l'année d'ici le milieu du siècle. Les fortes précipitations devraient également s'intensifier, l'événement pluvieux historique de 100 ans devenant un événement de 1 sur 30 ans pour la RDC d'ici le milieu du siècle et un événement de 1 sur 15 ans d'ici la fin du siècle. En simulant les précipitations actuelles et futures et les inondations fluviales, nous constatons que 300 km<sup>2</sup> de Kinshasa sont inondés pendant la crue centennale actuelle, 365 km<sup>2</sup> sont inondés au milieu du siècle et 403 km<sup>2</sup> à la fin du siècle. Les jours de danger d'incendie de forêt augmenteront également dans une grande partie de la RDC. La région sud-est du pays pourrait connaître une augmentation de près de 200 % des jours à fort potentiel d'incendie de forêt, tandis que quelques régions, principalement dans le nord, verront une légère diminution du danger d'incendie de forêt. Les modèles d'impact du changement climatique sur la productivité du manioc et du café suggèrent que les conditions propices à la culture de ces plantes diminueront en général, bien qu'avec des différences régionales dans l'ampleur.

## 2.1

### La sécheresse

La majeure partie de la RDC peut s'attendre à subir des sécheresses sévères plus fréquemment à l'avenir. Le stress dû à la sécheresse est basé sur l'indice de gravité de la sécheresse de Palmer (PDSI), une mesure de la sécheresse établie et utilisée pour les évaluations d'impact au niveau mondial<sup>1</sup>. Au cours de la période 1970-2000, la RDC a connu entre < 1 mois et près de cinq mois de sécheresse sévère, ou pire, chaque année en moyenne, selon l'endroit (Figure 1, à gauche). Au cours des deux prochaines décennies (2021-2040), certaines régions du Tanganyika peuvent s'attendre à connaître une moyenne annuelle supplémentaire allant jusqu'à 11 mois de sécheresse sévère, ce qui se traduira par des conditions de sécheresse sévère presque tout au long de l'année (figure 1, au centre). Quelques régions du pays, notamment dans les provinces de Maï-Ndombe et du Sud-Kivu, pourraient connaître une légère diminution du temps passé dans des conditions de sécheresse sévère, avec jusqu'à deux mois de moins par an en moyenne par rapport à 1970-2000 (en vert sur la figure). Au milieu du siècle (2041-2060), le stress de sécheresse sévère continuera à s'étendre à la majeure partie du pays, bien qu'il y ait encore quelques régions isolées—par exemple les parties occidentales du Nord-Kivu et du Sud-Kivu et la frontière entre le Haut-Uele et l'Ituri—qui pourraient s'attendre à une légère diminution de jusqu'à deux mois de stress de sécheresse sévère par an en moyenne (Figure 1, à droite).



**Figure 1: Tendances de la sécheresse, RDC.** Moyenne annuelle des mois de sécheresse sévère, ou pire, en 1970-2000 (à gauche), et évolution du nombre de mois en 2021-2040 (au centre) et 2041-2060 (à droite) par rapport à 1970-2000. Les régions qui devraient connaître des mois de sécheresse supplémentaires sont indiquées en marron, et les régions qui devraient connaître moins de mois de sécheresse sont indiquées en vert.

<sup>1</sup> Le PDSI décrit le bilan hydrique de l'environnement à partir des précipitations et de l'évapotranspiration mensuelles (NCAR 2023, Wells et al. 2004). Il s'agit d'un indice normalisé allant de -10 (sec) à +10 (humide), la sécheresse sévère (ou pire) étant caractérisée par des valeurs PDSI  $\leq$  -4. Le PDSI auto-calibré (sc-PDSI) a été utilisé dans l'évaluation de la RDC, qui tient compte de la variation spatiale des précipitations en se calibrant sur les conditions climatiques locales et historiques afin de permettre des résultats comparables sur des régions climatiquement diverses. Le sc-PDSI a été calculé en utilisant REMO2015, un modèle climatique régional mensuel à haute résolution (0,2° ou ~22 km) de l'ère CMIP5, le scénario d'émissions RCP8.5 avec des niveaux élevés d'utilisation de combustibles fossiles, et une période d'étalement de 1971-2000.

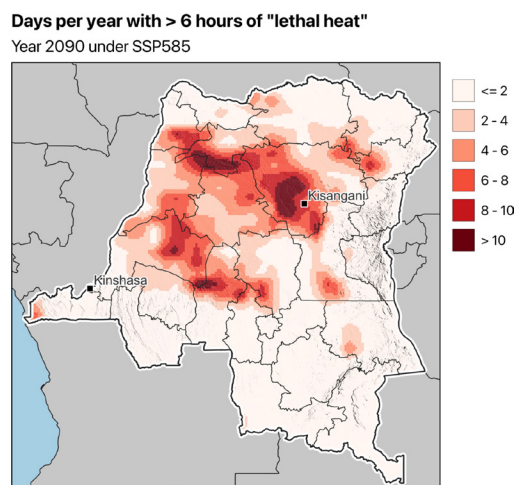


## 2.2

### Stress thermique humide mortel

La combinaison de températures élevées et d'humidité peut entraver la capacité du corps à réguler sa propre température. L'exposition à ces conditions pendant des périodes prolongées peut soumettre le système cardiovasculaire à un stress important. Lorsque la température et l'humidité sont suffisamment élevées pendant des périodes suffisamment longues (6 heures ou plus), ce stress sur le corps humain peut avoir des conséquences extrêmes sur la santé et la mortalité. À la suite des recherches menées par Powis et al. (2023) et Vecellio et al. (2022), nous quantifions le risque de stress thermique à l'aide d'une mesure qui identifie les jours où ce seuil dangereux est dépassé pendant plus de 6 heures (un "jour de chaleur mortelle"). En utilisant les projections de température et de point de rosée du modèle CMIP6 corrigées des biais et mises à l'échelle, nous avons calculé le nombre de jours de chaleur mortelle par an pour les périodes 2041-2060 (milieu du siècle) et 2081-2100 dans le cadre du scénario climatique SSP585 du GIEC, un scénario à forte intensité de combustibles fossiles.

L'analyse montre qu'il n'y a pas de jours de chaleur mortelle jusqu'à la fin du siècle, alors qu'ils se produisent chaque année et plusieurs jours par an dans de nombreuses régions du pays. La figure 2 montre le nombre projeté de jours de chaleur mortelle par an d'ici 2081-2100 selon le scénario SSP585 du GIEC. La plupart des jours de chaleur mortelle devraient se produire dans les provinces du nord-ouest et du centre-ouest, dont certaines enregistrent plus de 10 jours de chaleur mortelle par an. Le nombre de jours de chaleur mortelle augmente également à proximité de la côte, probablement en raison de l'augmentation de l'humidité dans cette zone.



**Figure 2.** Projection du nombre de jours de chaleur mortelle par an d'ici 2081-2100.

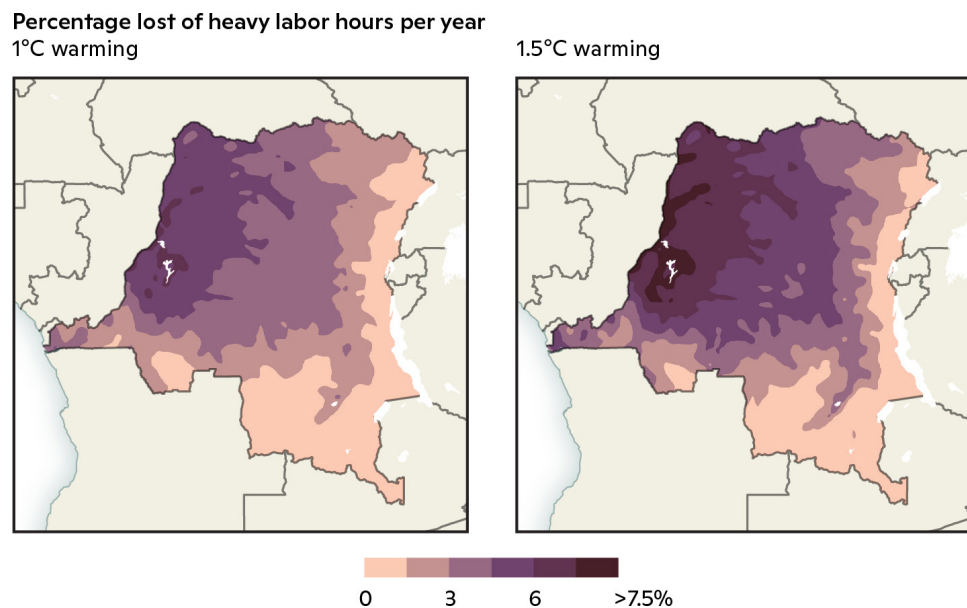
## 2.3

### Perte de productivité due au stress thermique

Les effets de la chaleur humide sur la santé peuvent également avoir un impact sur la productivité des travailleurs exposés. Le stress thermique et l'épuisement peuvent réduire les niveaux d'activité des travailleurs en augmentant la fréquence des pauses et le besoin d'hydratation. Nous avons développé un ensemble de données qui estime le pourcentage d'heures de travail perdues par travailleur en raison de la chaleur et de l'humidité, sur la base des recherches menées par (Parsons et al., 2021). Cette analyse utilise un modèle statistique basé sur des données empiriques qui est une fonction de la température du

globe humide simplifiée (sWBGT)<sup>2</sup>. Celle-ci peut être facilement calculée à partir de la température et de l'humidité. La perte de productivité est estimée pour les travailleurs lourds, c'est-à-dire ceux qui travaillent dans les secteurs de l'agriculture, de l'exploitation minière, de l'industrie manufacturière ou de la construction.

La figure 3 présente ces données pour les travailleurs des secteurs à forte intensité de main-d'œuvre au cours d'une journée de travail standard (7h-19h) pour deux niveaux de réchauffement : 1°C et 1,5°C (~2030). Le nord-ouest du pays enregistre les pertes de productivité les plus importantes, atteignant plus de 7,5 % dans certaines régions pour un réchauffement de 1,5 °C. Ce chiffre est nettement plus élevé que dans l'est et le sud du pays. Ce chiffre est nettement plus élevé que dans les régions de l'est et du sud-est. La perte de productivité augmente dans l'ensemble du pays à mesure que l'on s'approche d'un réchauffement de 1,5°C. En tenant compte de la répartition de la population<sup>3</sup>, le pourcentage moyen de perte de productivité à l'échelle du pays est de 2,2 % et de 3 % pour un réchauffement de 1°C et de 1,5°C respectivement. Fournir aux travailleurs une hydratation adéquate et de l'ombre sont deux mesures qui peuvent réduire ces impacts, mais leurs effets seront limités à l'avenir. Une autre mesure d'adaptation consiste à modifier les horaires de travail pour qu'ils soient plus tôt dans la journée, voire la nuit. Cette analyse suggère que le fait de commencer la journée de travail 3 heures plus tôt pourrait réduire la perte de productivité à l'échelle nationale à 1,8 % en cas de réchauffement de 1,5 °C, tandis que le fait de travailler la nuit pourrait encore réduire cette perte à 1,1 %.



**Figure 3.** Pourcentage d'heures de travail perdues par an en raison de la chaleur et de l'humidité pour deux niveaux de réchauffement différents : 1°C (aujourd'hui) et 1,5°C (~2030).

<sup>2</sup> Pour plus de détails sur la méthodologie utilisée pour générer les pertes de productivité, voir <https://doi.org/10.5281/zenodo.8339161>.

<sup>3</sup> Pourcentage d'heures de travail perdues par an en raison de la chaleur et de l'humidité pour deux niveaux de réchauffement différents : 1°C (~2030) et 1,5°C (~2040).

## 2.4

### Risques agricoles

Alors que l'on s'attend à ce que le changement climatique affecte de manière significative la productivité des cultures à travers le monde, ces impacts dépendront fortement de la manifestation régionale des nouvelles conditions climatiques ainsi que de la tolérance des différents types de cultures. Pour mieux comprendre ces impacts dépendants du contexte en RDC, nous avons développé un modèle d'apprentissage automatique qui prédit dans quelle mesure les conditions climatiques actuelles et futures conviennent à la culture de trois cultures d'importance nationale : le manioc, le café robusta et le café arabica. Ce modèle nous a permis d'évaluer comment le changement climatique pourrait modifier la géographie des conditions permettant à ces cultures d'atteindre des rendements élevés.

### 2.4.1

#### Développement du modèle

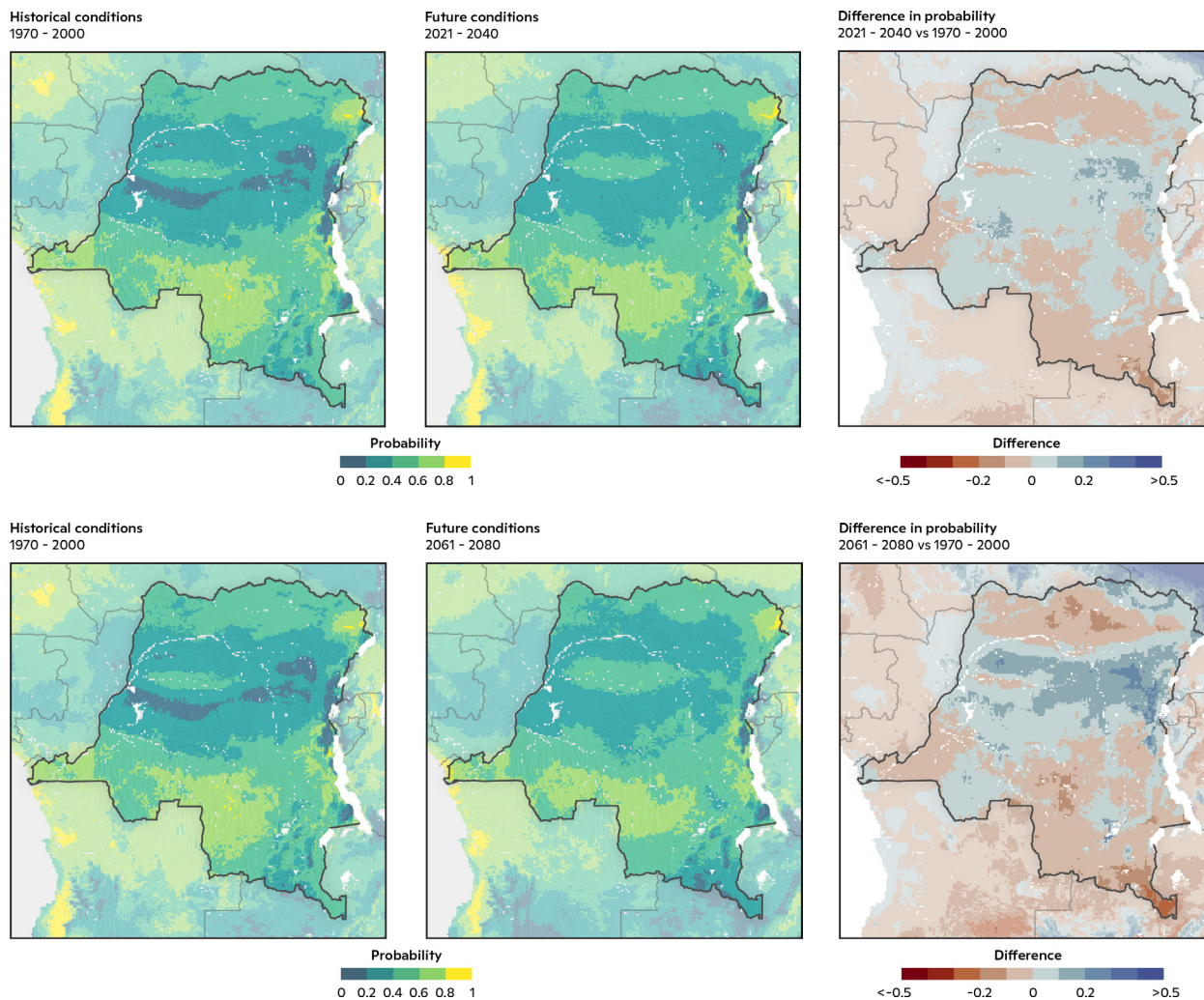
Les données historiques sur le rendement des cultures ont été obtenues à partir de SPAM2010 pour le café robusta et arabica et de GAEZ+2015 pour le manioc. Les cellules de la grille présentant des valeurs de rendement agricole élevées—définies comme supérieures au percentile régional 90<sup>th</sup>—ont été sélectionnées pour entraîner un modèle de distribution des espèces (SDM) basé sur un moteur d'entropie maximale (MaxEnt) à l'aide du paquetage R maxnet. Comme prédicteurs, nous avons utilisé (1) les variables bioclimatiques de WorldClim issues de conditions historiques ; (2) les couches de propriétés des sols SoilGrids ; et (3) les caractéristiques du terrain dérivées d'un modèle numérique d'élévation, en particulier l'élévation, la pente et la courbure. Le modèle SDM produit des cartes qui montrent la probabilité qu'une culture atteigne des rendements élevés (90<sup>th</sup> percentile) dans la région, ce que nous considérons comme une mesure de l'aptitude à la culture. Les cartes résultantes ont une résolution spatiale de 5 minutes (~11 km).

Le processus de formation du SDM pour prédire l'adéquation a nécessité un réglage important, y compris le nombre optimal de prédicteurs à utiliser dans le modèle final par le biais d'un processus de sélection des caractéristiques par étapes. La version finale du modèle a fait l'objet d'une validation croisée dans l'espace à l'aide de la caractéristique de réponse opérationnelle (ROC) afin d'évaluer sa capacité de prédiction. Nous avons obtenu des valeurs ROC de 0,77 pour le manioc, 0,84 pour le café arabica et 0,85 pour le café robusta, ce qui indique des capacités de prédiction élevées à modérément élevées. Une fois validé, nous avons utilisé le modèle pour projeter les adéquations climatiques dans le futur en utilisant les variables bioclimatiques de WorldClim de température et de précipitations basées sur des simulations CMIP6 dans le cadre du scénario SSP585, un scénario à forte intensité de combustibles fossiles.

## 2.4.2

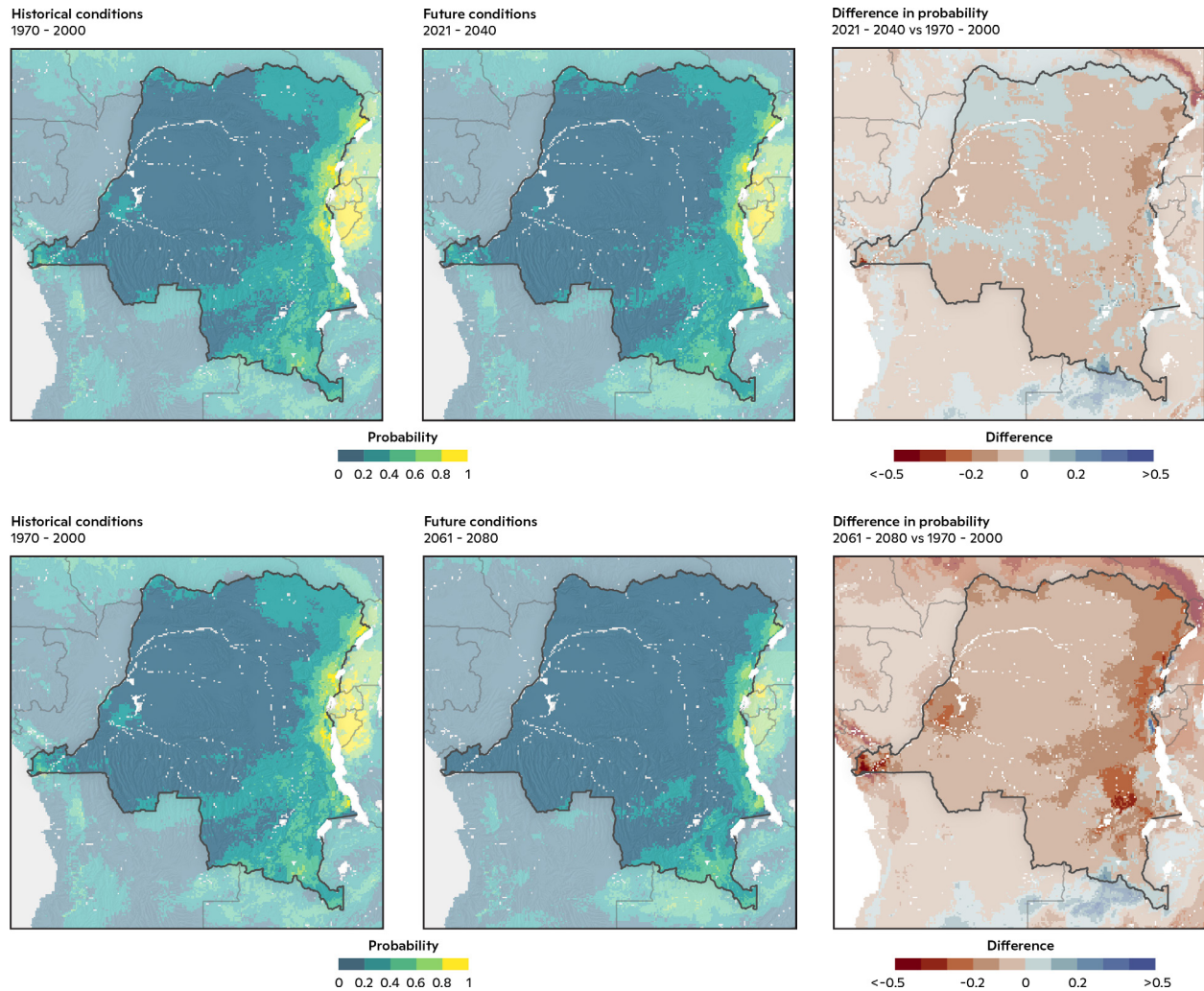
## Résultats—risques agricoles

Dans les conditions historiques (1970–2000), l'aptitude climatique à la culture du manioc est la plus élevée dans les régions du sud et du nord-est de la RDC et la plus faible dans la vallée centrale (Figure 4). Dans les conditions du futur proche (2021–2040), il y a un changement minimal dans l'aptitude à la culture du manioc, avec des probabilités d'atteindre des rendements élevés qui changent seulement entre +0,1 et -0,1. En 2061–2080, l'aptitude climatique au manioc s'améliore dans la vallée centrale et diminue dans le nord et dans de nombreuses parties du sud.



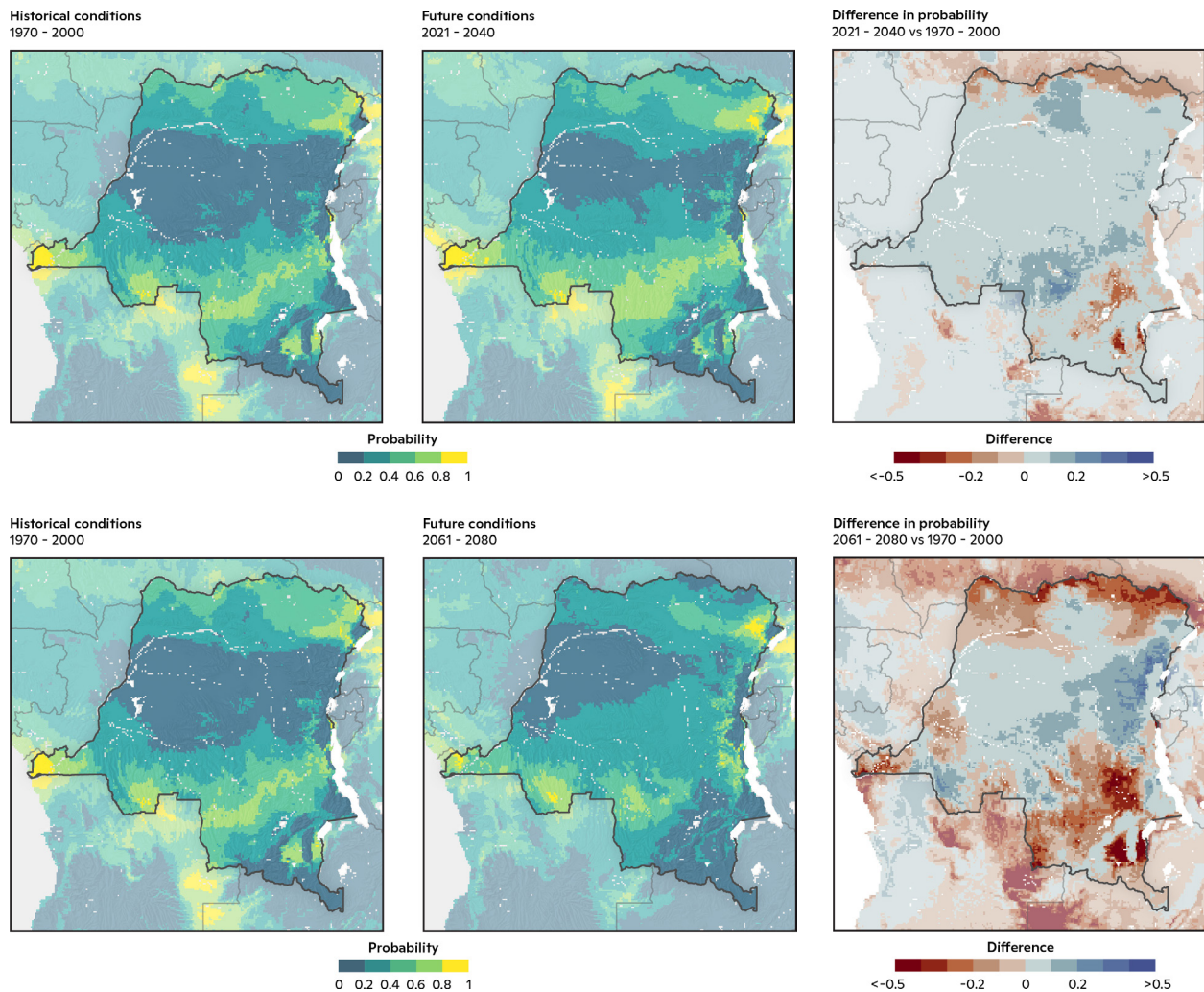
**Figure 4.** Aptitude climatique historique et projetée pour la culture du manioc pour deux périodes entre 2021 et 2080.

La majeure partie de la RDC présente une mauvaise aptitude climatique, ou un faible potentiel de rendement, pour la culture du café arabica, à l'exception de la frontière orientale du pays (figure 5). Cette région orientale, qui constitue la principale zone de production du café arabica, présente une adéquation climatique élevée ou modérée. Toutefois, cette région devrait connaître d'importants changements et son aptitude devrait se dégrader au fil du temps. La probabilité d'obtenir des rendements élevés diminuera jusqu'à -0,2 dans un avenir proche (2021-2040) et de -0,4 d'ici 2061-2080. Dans le reste du pays, l'aptitude à la culture du café arabica devrait rester relativement faible à l'avenir.



**Figure 5.** Aptitude climatique historique et projetée pour la culture du café arabica pour deux périodes entre 2021 et 2080.

Pour la culture historique (1970-2000) du café robusta, l'adéquation climatique est élevée ou modérée dans les régions septentrionales et dans la majeure partie des régions méridionales du pays, tandis qu'elle est faible dans la vallée centrale (figure 6). Dans un avenir proche (2021-2040), l'adéquation évolue peu dans l'ensemble du pays, à l'exception d'une diminution dans une petite zone du sud-est. D'ici 2061-2080, certaines régions de l'est devraient connaître une légère augmentation de leur aptitude, et donc de leur rendement potentiel. Toutefois, une grande partie du nord et plusieurs régions du sud du pays devraient connaître une baisse significative de leur potentiel de rendement.



**Figure 6.** Aptitude climatique historique et projetée pour la culture du café robusta pour deux périodes entre 2021 et 2080.

## 2.5

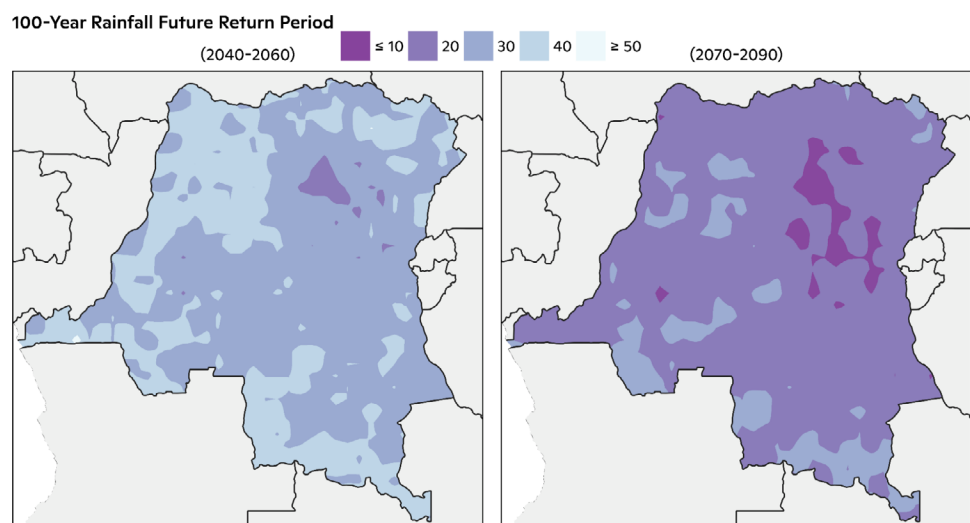
### Précipitations extrêmes

Les fortes pluies peuvent provoquer des glissements de terrain et des inondations entraînant des pertes humaines et matérielles. En mai 2023, des pluies torrentielles dans l'est de la RDC ont fait 460 morts et plus de 2500 disparus dans la province du Sud-Kivu (OCHA, 2023). Dans la région du lac Kivu, les précipitations cumulées sur cinq jours ont été estimées à 90 mm, certaines stations régionales ayant battu des records journaliers

avec plus de 100 mm le 2 mai (Kimutai et al., 2023). Cet épisode de précipitations extrêmes s'est produit quelques mois seulement après que de fortes pluies ont provoqué des glissements de terrain, détruit des routes et des bâtiments et fait plus de 150 victimes en décembre 2022 dans la capitale, Kinshasa. Les jauges proches ont enregistré 84 mm ; pour référence, l'événement pluviométrique centennal historique à Kinshasa est de 249 mm. À l'avenir, ces événements—et ceux qui sont plus extrêmes—deviendront de plus en plus fréquents.

À l'avenir, ces événements—et ceux qui sont plus extrêmes—deviendront de plus en plus fréquents. Pour estimer le risque futur de précipitations extrêmes, nous calculons le changement de fréquence des précipitations quotidiennes historiques (2000–2020) de 1 sur 100 ans pour 2040–2060 et 2070–2090 dans le cadre du SSP585, un scénario à forte intensité de combustibles fossiles, en utilisant les résultats d'un ensemble de modèles CMIP6 mis à l'échelle. Les données du modèle climatique CMIP6 ont été corrigées des biais à l'aide de données d'observation historiques (ERA5) et de la méthodologie du projet de comparaison des modèles d'impact intersectoriels (ISIMIP) (Lange 2019, Lange 2021), puis la médiane de tous les modèles a été retenue. Les résultats de cette analyse sont présentés dans la figure 7. Cette mesure des précipitations extrêmes est utilisée pour estimer les changements futurs dans le risque d'inondation, car les précipitations extrêmes sont fortement corrélées avec le risque d'inondation à l'intérieur des terres.

L'ensemble de la RDC connaîtra une augmentation de la fréquence des futurs événements pluvieux centennaux. D'ici 2040–2060, la majeure partie de la partie orientale du pays connaîtra une augmentation de 3 fois l'occurrence de l'événement centennal. En 2070–2090, l'événement de 100 ans devient un événement de 25 ans pour presque toute la RDC avec des parties du pays près de Kisangani subissant un événement de 15 ans. Les relevés pluviométriques sont trop rares pour déterminer comment les quantités de pluie évolueront à l'échelle du pays, mais pour Kinshasa, nous avons estimé que l'événement pluviométrique historique de 100 ans sur 1 jour est de 249 mm. D'ici 2040–2060, ce chiffre passera à 433 mm et d'ici 2070–2090, à 596 mm. À titre de comparaison, les précipitations annuelles moyennes à Kinshasa sont de 1 385 mm.



**Figure 7.** Période de retour future de l'événement pluviométrique quotidien centennal historique (2000–2020) pour 2040–2060 et 2070–2090 selon le scénario SSP585.

## 2.6

### Inondations

Compte tenu de son historique d'inondations, et en tant que capitale et plus grande ville de la RDC, le risque d'inondation actuel et futur a été modélisé pour Kinshasa. Avec une population de plus de 17 millions d'habitants, qui augmente de près de 4,5 % par an, Kinshasa est la ville la plus peuplée d'Afrique. La croissance urbaine dans les zones sujettes aux inondations a exacerbé le risque d'inondation car la gestion des inondations est principalement réactive plutôt que centrée sur la réduction des risques (He et al., 2021). Les études à haute résolution sur les inondations à l'échelle de Kinshasa sont largement absentes de la littérature. Bola et al. (2022) ont créé un modèle d'inondation au niveau du bassin du Congo, mais la résolution est limitée à 90 mètres. He et al (2021) ont utilisé les cartes d'inondation du modèle d'inondation global Fathom pour évaluer les risques pour le système de transport de Kinshasa. Mpanano (2019) a analysé le risque alimentaire pour le bassin de la rivière N'djili dans l'est de Kinshasa.

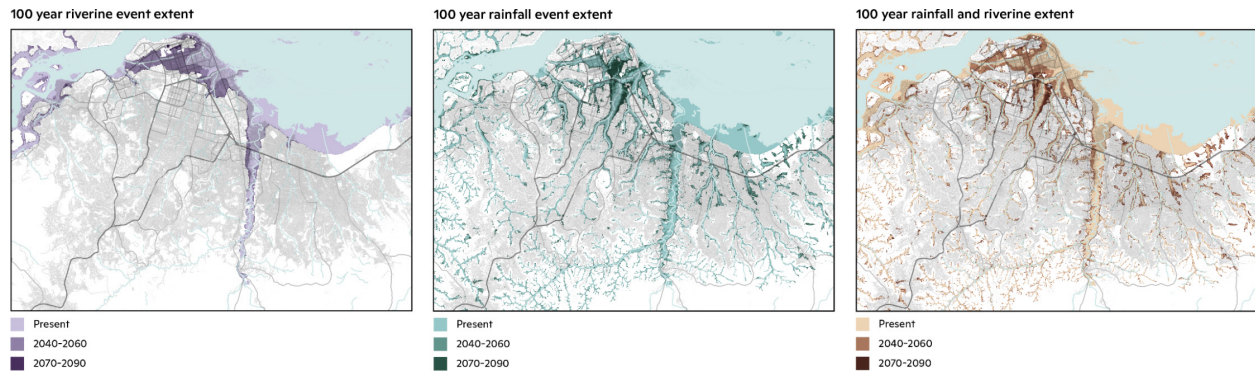
Nous estimons ici le risque d'inondation actuel et futur (2040-2060, 2070-2090) fluvial (rivière) et pluvial (pluie) pour Kinshasa dans le cadre du changement climatique. Le risque d'inondation a été simulé à l'aide du modèle d'inondation LISFLOOD-FP v8.1<sup>4</sup> (développeurs LISFLOOD-FP, 2022 ; Sharifian et al., 2023). LISFLOOD-FP est un modèle hydrodynamique bidimensionnel à trame qui résout une approximation des équations des eaux peu profondes. LISFLOOD-FP a été largement utilisé depuis l'échelle du tronçon de rivière jusqu'aux simulations continentales et nous renvoyons le lecteur à Sharifian et al. (2023) pour une explication détaillée de LISFLOOD-FP.

La figure 8 montre le risque d'inondation actuel et futur pour Kinshasa. Les simulations du modèle d'inondation montrent que la majorité des risques d'inondation sont concentrés dans les basses terres adjacentes au fleuve Congo dans la partie nord de la ville. Lors de fortes pluies, des ruisseaux se forment dans le paysage urbain lorsque l'eau suit les voies d'écoulement historiques vers le fleuve Congo. Cette zone comprend les communes de Gombe, Kinshasa, Lingwala et Barumbu qui contiennent les parties les plus anciennes de la ville. Sous l'effet du changement climatique, les plaines d'inondation s'étendent considérablement dans cette partie de la ville, tandis que la plaine d'inondation de la rivière N'djili dans la partie orientale de la ville reste relativement stable jusqu'à la fin du siècle. Alors que la majeure partie de l'étendue des inondations est située dans le coin nord de la ville, les collines d'argile rouge dans la partie sud de Kinshasa sont

<sup>4</sup> Plusieurs ensembles de données ont été utilisés comme intrants dans le modèle d'inondation : 1) le modèle numérique d'élévation FABDEM Hawker et al. (2022) ; 2) les valeurs de friction de la couverture terrestre en utilisant les valeurs de couverture terrestre du prototype S2 LC 20m map of Africa 2016 et les valeurs de friction de Papaioannou et al. (2018) ; 3) Taux d'infiltration estimés en utilisant les groupes de sols hydrologiques de l'ensemble de données HYSOGs250m et les taux d'infiltration de Musgrave (1955) et présentés par Innovyze pour plus de clarté ; 4) La quantité de pluie historique de 100 ans sur 1 jour a été estimée en ajustant les données d'observation du pluviomètre de Binza, fournies par Mettelsat, l'Agence nationale de météorologie et de télédétection par satellite de la RDC, à une distribution généralisée de valeurs extrêmes. La quantité future de pluie centennale sur un jour a été estimée en calculant comment la distribution de probabilité de l'événement centennal changera en utilisant les données CMIP6 présentées dans la section Précipitations extrêmes ci-dessus et en calculant ensuite où l'événement futur se situait dans la distribution historique. L'hyétoigramme (une distribution de l'intensité des précipitations dans le temps) pour la simulation a été réglé sur un Frequency Design Storm également connu sous le nom d'hyétoigramme imbriqué ; 5) La valeur historique du débit d'un jour sur 100 ans pour le fleuve Congo a été estimée en ajustant les données d'observation de la station de Kinshasa du Centre de données sur le ruissellement mondial (Global Runoff Data Centre). La valeur historique du débit journalier sur 100 ans pour la rivière N'djili a été tirée de Marhegeko (2013). Les valeurs futures du débit du fleuve Congo ont été calculées en utilisant la même procédure que pour les précipitations futures, mais en utilisant l'ensemble de données Future Streams. Future Streams ne fournit que des valeurs de débit hebdomadaires, mais une comparaison des données historiques a permis de constater que les moyennes hebdomadaires suivent très bien les valeurs quotidiennes pour le fleuve Congo à Kinshasa. La résolution spatiale de Future Streams est trop grossière pour simuler la rivière N'djili. Nous supposons donc que les changements futurs du débit de la rivière Congo s'appliquent également à la rivière N'djili. Enfin, le débit du fleuve Congo a été calibré en raison d'un manque de données bathymétriques et du fait que la limite amont du modèle était située plus en amont du fleuve que la jauge du GRDC Kinshasa Congo. Nous avons utilisé le jeu de données GRRATS (Global River Radar Altimetry Time Series) pour calibrer le débit en amont.



exposées à des risques de glissements de terrain lors de fortes pluies. Les simulations d'inondation présentées ici n'intègrent pas le risque de glissement de terrain, qui devrait faire l'objet d'une étude plus approfondie.



**Figure 8.** Risque actuel et futur de précipitations et d'inondations fluviales pour Kinshasa. Le panneau du bas montre l'union des événements pluviométriques et fluviaux.

Le risque d'inondation fluviale s'est également concentré sur les dépôts alluviaux plats près du fleuve Congo. Actuellement, le fleuve ne parvient à empiéter que sur les communes de Gombe et de Barumbu, à l'est de la ville. Au milieu et à la fin du siècle, les eaux de crue du Congo parviennent à couper la commune de Gombe en deux, isolant la pointe nord de Kinshasa du reste de la ville. En combinant les précipitations et les étendues fluviales, nous constatons que 300 km<sup>2</sup> de la ville sont inondés lors de la crue centennale actuelle, 365 km<sup>2</sup> sont inondés au milieu du siècle et 403 km<sup>2</sup> à la fin du siècle.

Il est important de noter plusieurs mises en garde concernant cette analyse des inondations. Tout d'abord, les taux d'infiltration utilisés supposent que le sol est saturé, ce qui peut ne pas être le cas dans une situation réelle. De plus, il n'y avait pas de données de terrain sur l'étendue des inondations pour valider le modèle d'inondation, donc des rapports d'actualité sur les communes touchées par des inondations précédentes ont été utilisés comme validation approximative. Enfin, des données bathymétriques pour le fleuve Congo amélioreraient la précision du modèle puisque le débit de base devait être calibré.

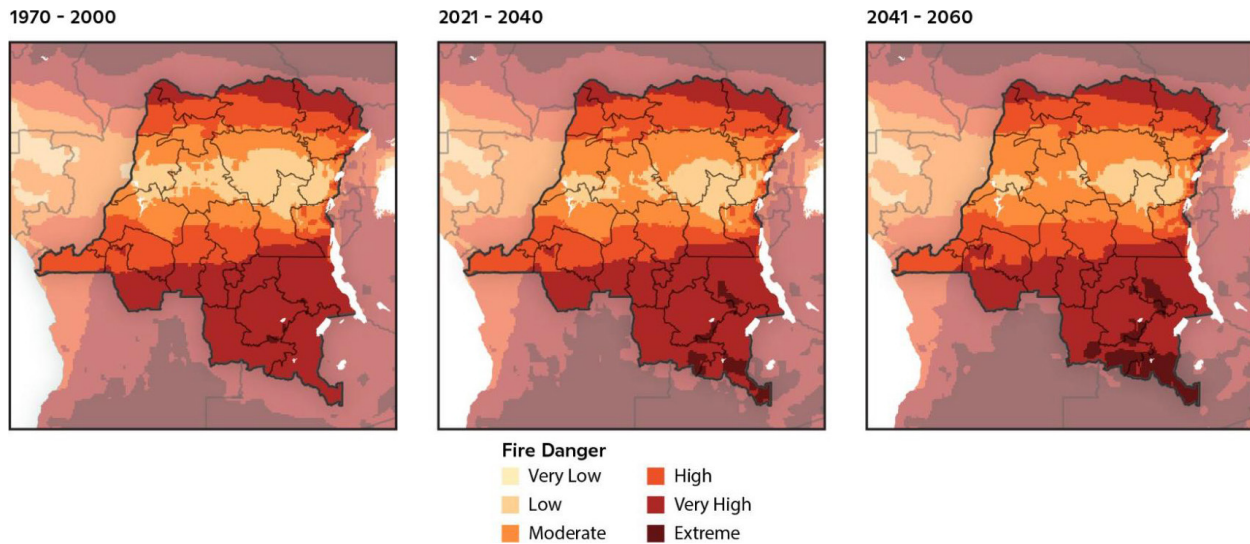
## 2.7

### Incendie de forêt

Abritant la deuxième plus grande forêt tropicale du monde, le bassin du Congo est considéré comme le "deuxième poumon" de la planète, après l'Amazonie. Bien que l'exploitation forestière et d'autres activités anthropogéniques constituent les plus grandes menaces pour la forêt tropicale congolaise, les incendies de forêt représentent chaque année une fraction de la perte totale de forêt, approchant un total de 400 000 ha depuis 2001. Les provinces où la perte de couverture arborée due aux incendies de forêt est la plus importante sont la Mongala, le Maï-Ndombe, la Tshopo et le Sud-Ubangi, bien que la plupart des incendies observés en RDC résultent du défrichement de la savane et de l'agriculture.

À l'avenir, les changements les plus notables dans les niveaux de risque d'incendie de forêt se situent dans la région de la forêt équatoriale déjà sujette à la perte d'arbres. Nous calculons le risque d'incendie de forêt sur la base du système Fire Weather Index

(FWI)<sup>5</sup> à travers la RDC et dérivons ensuite les niveaux de danger d'incendie à l'aide d'un exercice de validation basé sur la zone brûlée et le FWI historique avec le paquet Caliver<sup>6</sup>. Dans la région de la forêt équatoriale, le danger d'incendie de forêt passera de *faible à modéré*. Dans les savanes du sud, où le danger est déjà *très élevé*, il augmentera jusqu'au niveau le plus élevé de risque *extrême* (figure 9).



**Figure 9.** Danger d'incendie de forêt pour 1970–2000, 2021–2040 et 2041–2060.

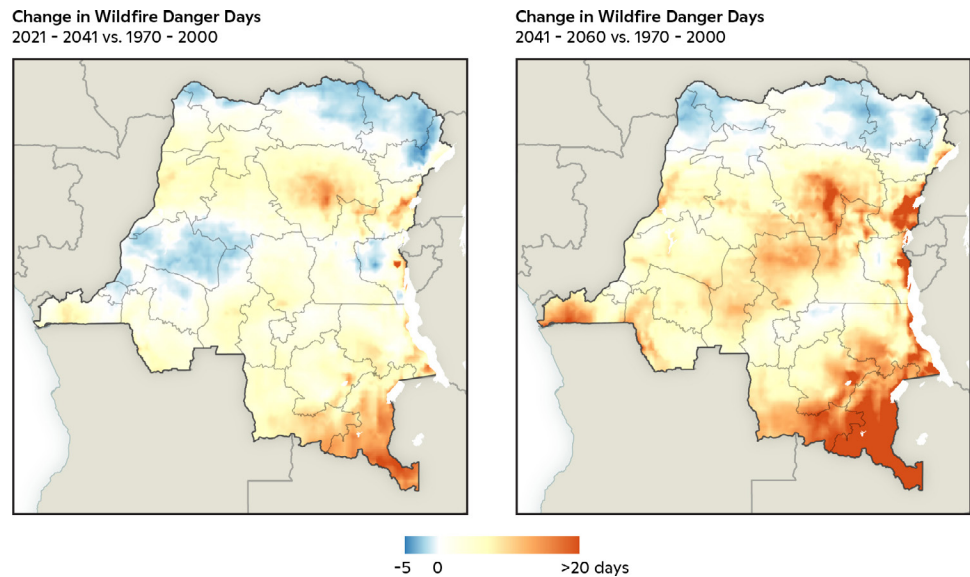
Pour mieux évaluer les changements dans le risque d'incendie de forêt, nous calculons également le changement dans les jours de danger d'incendie de forêt. Chaque jour dépassant une valeur FWI historique extrême—le 95<sup>th</sup> percentile ou la valeur FWI d'un jour sur 20 de la période de référence 1970–2000 dans chaque cellule de la grille—est considéré comme un jour de danger d'incendie de forêt. L'évolution future du nombre de ces jours quantifie l'évolution de la durée de la saison effective des incendies et l'augmentation du risque d'incendie de forêt au fil du temps avec la poursuite du réchauffement climatique. Au cours des deux prochaines décennies (2021–2040), la région sud-est de la RDC peut s'attendre à 22 jours supplémentaires de danger d'incendie de forêt par an en moyenne, ce qui représente une augmentation annuelle de 122% par rapport à la moyenne historique de 18 jours par an (Figure 10, à gauche). Certaines

<sup>5</sup> Le FWI est une quantification globale, sans unité, de la vulnérabilité des écosystèmes aux incendies de forêt et de leur potentiel, qui prend en compte la disponibilité des combustibles, la sécheresse et le comportement des incendies à l'aide de sept indices : Buildup Index, Daily Severity Rating, Drought Code, Duff Moisture Code, Fine Fuel Moisture Code, Fire Weather Index, et Initial Spread Index (Quilcaille et al. 2023). Les valeurs quotidiennes de l'indice FWI ont été calculées à l'aide de REMO2015, un modèle climatique régional mensuel à haute résolution (0,2° ou ~22 km) de l'ère CMIP5, un scénario d'émissions RCP8.5 avec des niveaux élevés d'utilisation de combustibles fossiles. Les variables d'entrée comprennent la température quotidienne de l'air, l'humidité relative, la vitesse du vent, les précipitations, les chutes de neige, le mois de l'année et la latitude. Les valeurs FWI ont ensuite été ajustées pour garantir que les données de simulation climatique correspondent aux observations historiques, en utilisant la phase 3 du projet de comparaison des modèles d'impact intersectoriels (ISIMIP) v2.5.0 (Lange 2019, Lange 2021) et les données de réanalyse ERA5 de 1991–2020 comme ensemble de données d'étalonnage (Vitolo et al. 2020). Les valeurs historiques (1970–2000) 95<sup>th</sup> percentile FWI sont utilisées pour les cartes de danger d'incendie de forêt.

<sup>6</sup> La bibliothèque Caliver R est un outil libre qui met en œuvre un flux de travail rationalisé et efficace pour l'étalonnage et la vérification des niveaux de danger d'incendie basés sur les équations originales développées par le Service canadien des forêts. Pour calculer les niveaux de danger d'incendie, nous avons utilisé les données historiques sur les incendies de forêt de la réanalyse ERA5 et les données historiques sur les superficies brûlées (plus de 50 ha) de la GFED4, recadrées et masquées pour la RDC et recalées sur une grille régulière commune de 0,25°. Les données ont été quotidiennes du 1er août 2000 au 31 décembre 2015, couvrant ainsi l'étendue temporelle des données quotidiennes de haute qualité sur les zones brûlées à l'échelle mondiale.

régions du nord et de l'ouest du pays devraient connaître une légère diminution du nombre de jours de danger potentiel d'incendie de forêt, avec jusqu'à cinq jours de moins par an en moyenne.

D'ici le milieu du siècle (2041-2060), le sud-est de la RDC peut s'attendre à 35 jours supplémentaires de danger d'incendie de forêt par an en moyenne, soit une augmentation annuelle de 194 % par rapport à la moyenne historique (figure 10, à droite). Les zones isolées de l'est de la RDC pourraient connaître une augmentation encore plus importante du nombre de jours de danger d'incendie de forêt. Les régions septentrionales peuvent s'attendre à une légère diminution, avec une moyenne annuelle de quatre jours de danger d'incendie de forêt en moins.



**Figure 10. Changement dans le danger d'incendie de forêt, RDC.** Nombre supplémentaire de jours avec un potentiel élevé d'incendie de forêt en 2021-2040 (à gauche) et 2041-2060 (à droite) par rapport à 1970-2000. Les régions qui devraient connaître des jours supplémentaires de danger d'incendie de forêt sont représentées en orange, et les régions qui devraient connaître une diminution sont représentées en bleu.

### 3.0 Recommandations et conclusion

L'évaluation des risques a permis d'identifier les menaces futures liées au climat qui pèsent sur les forêts, les cultures agricoles et les villes de la RDC. Ces menaces nécessitent des mesures d'adaptation rapides et représentent également un défi pour la réalisation des contributions nationales déterminées du pays et l'élargissement des ambitions du marché du carbone pour financer une transformation économique verte. Les résultats sont en grande partie le fruit d'une consultation du secteur public au sein du ministère de l'environnement et du développement durable, bien que d'autres branches du gouvernement y aient participé, notamment l'agriculture, la conservation de la biodiversité, le ministère du développement rural, les plans et la protection sociale. Par conséquent, les résultats sont axés sur l'élaboration d'un cadre politique technique et ne constituent pas une évaluation complète de toutes les perspectives des agences gouvernementales ou des parties prenantes non gouvernementales, par exemple les communautés, le secteur financier ou le secteur privé. Toutefois, les préoccupations de ces groupes ont été prises en compte et incluses lorsqu'elles recoupaient les discussions techniques.

Après l'achèvement du rapport initial, Woodwell Climate a organisé un atelier final à Kinshasa (octobre 2023) avec des représentants des ministères de la RDC, de l'Université de Kinshasa et de l'agence nationale de conservation (Institut congolais pour la conservation de la nature). Après une présentation de l'analyse des risques climatiques et une discussion des résultats en groupes de travail, les participants à l'atelier ont identifié des défis et des solutions spécifiques liés à la mise en œuvre de mesures d'adaptation. Le cadre global pour la mise en œuvre de ces recommandations a été identifié comme un *cadre réglementaire du marché du carbone fonctionnel et une Autorité de Régulation du Marché du Carbone (ARMC)* : une institution capable de gérer les normes, les certifications et le suivi, conformément à l'Ordonnance-Loi n°23/007 du 03 mars 2023 modifiant et complétant la Loi n°11/009 du 09 juillet 2011 portant Principes fondamentaux relatifs à la protection de l'environnement et instituant l'Autorité Nationale de Régulation du Marché du Carbone (ARMC) de la RDC.

Le CMRA doit d'urgence développer ses directives opérationnelles et d'autres cadres institutionnels et réglementaires pour permettre l'opérationnalisation du marché du carbone. Les opportunités cruciales du cadre national comprennent (i) l'objectif actuel du gouvernement d'attribuer une forme de statut de conservation à une grande partie de ses 155,5 millions d'hectares de forêts et de ses 105 000 km<sup>2</sup> de tourbières ; (ii) la volonté des communautés locales de s'engager dans des programmes de conservation et de contribuer à la lutte contre le changement climatique, tout en améliorant leur niveau de vie ; et (iii) l'urgence de traduire l'impressionnant potentiel climatique du pays en richesses tangibles. L'objectif du CMRA est d'augmenter l'offre et la demande de crédits carbone de haute intégrité et de qualité (en tenant compte des co-bénéfices écologiques et sociaux, du risque climatique, de la permanence et des fuites) sur les marchés internationaux émergents, en développant l'architecture opérationnelle du CMRA afin qu'il puisse embarquer les parties prenantes sur les marchés du carbone forestier de la RDC.

D'une manière générale, les recommandations politiques se sont concentrées sur le développement de la réglementation et de la coordination au plus haut niveau du gouvernement, et sur la production de données de base pour prouver de manière transparente la performance du système économique en matière de GES grâce à une surveillance améliorée, ce qui nécessite un investissement essentiel dans l'expertise scientifique et technique nationale. Les conclusions narratives sommaires sont coordonnées avec la CDN (2021) et le PAN (2021) et ciblent les domaines dans lesquels

des investissements sont nécessaires pour améliorer la collecte, l'analyse et le partage des données pour la gestion des performances en matière de GES. Les principales institutions impliquées sont détaillées dans le compte rendu final de l'atelier. Les besoins résumés et les recommandations identifiées lors de l'atelier sont présentés ci-dessous.

### **3.1 Réduction des risques de catastrophes et adaptation au changement climatique**

Non seulement le changement climatique menace les forêts, mais il menace également les communautés vulnérables qui en dépendent et les protègent (NDC, Section 6.2.4, page 70). Des données cohérentes et accessibles provenant de réseaux bien entretenus sont nécessaires pour informer la planification de la réduction des risques de catastrophe (RRC) et de l'adaptation au changement climatique (ACC), et les réseaux d'observation et les enregistrements de données fragmentés ont été identifiés comme un obstacle au cadre d'adaptation de la RDC (PAN, section 3.6, page 26). Les données d'observation, combinées à des projections à haute résolution, peuvent être utilisées pour élaborer des cartes des futures inondations (section 4.6) et d'autres mesures telles que des systèmes d'alerte précoce pour prévenir les catastrophes dues aux inondations et autres événements extrêmes (section 5.2.3 du PAN, page 46).

### **3.2 Utilisation des sols et menaces climatiques**

#### **3.2.1 Agriculture durable**

En RDC, l'agriculture est la principale source de revenus pour plus de 90% de la population et est presque exclusivement pluviale (PAN Section 4.2, page 30). Notre analyse montre que même si les conditions seront plus propices à la production de manioc dans la région de la forêt équatoriale, elles se dégraderont ailleurs (Section 4.4). Alors que les conditions de croissance changent et que la population croissante de la RDC entraîne une augmentation de la demande alimentaire, l'expansion de pratiques agricoles non durables telles que l'agriculture sur brûlis menace la conservation des forêts. En développant la recherche agricole et les services de vulgarisation, la RDC peut soutenir l'agriculture résiliente au climat (par exemple, les petites exploitations agricoles, l'agroforesterie, etc.) (PAN Annexe 3, page 61).

#### **3.2.2 Risques climatiques**

En plus des menaces anthropogéniques, les forêts sont vulnérables aux menaces naturelles. Bien que le PAN suggère qu'il ne faut pas s'attendre à une dégradation à grande échelle des forêts tropicales humides en raison du changement climatique (PAN Section 5.2.1, page 45), notre analyse montre que la forêt tropicale humide du Congo sera confrontée à un risque accru d'aléas à évolution lente tels que la sécheresse (Section 4.1), et d'aléas à évolution rapide tels que les incendies de forêt (Section 4.7). Les crédits carbone à long terme doivent tenir compte de ces risques croissants.

#### **3.2.3 Concessions forestières**

Les concessions forestières non réglementées et opaques menacent la protection des ressources forestières. Il est recommandé d'améliorer l'inventaire sur le terrain et les systèmes de surveillance par télédétection pour assurer le suivi des ressources forestières (PAN, section 5.2.1, page 45).

### 3.3 **Intégrité scientifique et normalisation des crédits de réduction des émissions**

#### 3.3.1 **Tarifification et normes de qualité pour la mesure, la surveillance et le partage des émissions de gaz à effet de serre**

La tarification sur le marché volontaire du carbone favorise les acheteurs qui fixent le prix plutôt que les vendeurs/producteurs de crédits de carbone et les prix restent bas par rapport au coût réel de la conservation du carbone dans le paysage à long terme. Il en résulte un faible prix par tonne de carbone sur le marché. La question cruciale est de savoir comment obtenir des prix qui incitent réellement à l'expansion du marché. Il ne s'agit pas simplement d'exiger des prix plus élevés, mais plutôt d'une question complexe concernant le renforcement de l'intégrité et de la confiance dans la qualité (NDC 2021, section 6.3, page 99). En mettant en œuvre des normes de qualité du carbone, les vendeurs peuvent être reconnus et récompensés par l'obtention de crédits carbone de haute qualité, ce qui leur donne du pouvoir sur le marché. Toutefois, cela suppose que les prix reflètent également un ensemble commun de critères relatifs à la qualité et à l'intégrité afin de permettre une découverte rationnelle des prix. À l'heure actuelle, le paysage des crédits carbone est incohérent et l'intégrité n'est pas garantie. Des normes d'accréditation/de certification et de vérification du carbone stocké dans les forêts, les sols et d'autres paysages doivent être établies pour les différents types de crédits carbone. Les normes de certification devraient être universelles, mais des normes nationales établies par une agence de surveillance pour la RDC constituent une première étape cruciale.

#### 3.3.2 **Co-bénéfices pour les écosystèmes**

Les crédits de carbone devraient tenir compte non seulement du carbone présent sur une parcelle de terre, mais aussi des avantages écologiques connexes, notamment la biodiversité, l'intégrité du paysage, le cycle de l'eau et la régulation de la température. La RDC est reconnue comme l'un des 16 pays les plus riches en biodiversité au monde et a inclus la foresterie parmi ses programmes d'adaptation prioritaires. Pourtant, seulement 100 000 000 \$ (~2% du budget total du Fonds vert pour le climat de la RDC) sont alloués au secteur forestier (Annexe 3 du PAN, page 63). Une évaluation appropriée des services écosystémiques permettrait d'augmenter les investissements dans les forêts tropicales humides et de mieux différencier le prix des crédits carbone.

### 3.4 **Développement des capacités**

#### 3.4.1 **Experts techniques**

L'expertise technique est la clé de voûte d'un marché du carbone efficace et crédible. Afin d'accroître l'appropriation nationale et de réduire la dépendance à l'égard des entreprises extérieures, il est essentiel de développer une expertise technique nationale en matière d'inventaire forestier, de gestion forestière et de cadres et d'outils de suivi, de notification et de vérification (MRV) (NDC 2021, Section 7, page 84). Ceci doit être basé sur une infrastructure scientifique nationale solide, nécessitant des investissements dans les universités et les institutions de recherche (PAN Section 6.3, page 50), ainsi que des investissements dans les opportunités de recevoir une formation avancée à l'étranger.

#### 3.4.2 **Parties prenantes de la communauté et gardiens de la forêt**

En plus d'être incitées à protéger les zones forestières, les communautés—y compris les populations autochtones—doivent être sensibilisées aux impacts climatiques (PAN, section 3.7, page 25). En particulier, elles doivent comprendre 1) pourquoi elles sont

encouragées à conserver les forêts (PAN, section 2.6, page 18) et 2) pourquoi les revenus fluctuent sur un marché volatile afin d'éviter les discordes et les manipulations. Compte tenu de la complexité de ces sujets, les communautés ont besoin de représentants locaux de confiance ou de défenseurs externes capables de traduire les langues et les visions du monde. Ceci est particulièrement important en ce qui concerne le rôle que les communautés locales joueront dans l'extension des approches NbCS. La nouvelle stratégie d'économie verte repose sur des incitations à adopter des approches de croissance économique et de réduction de la pauvreté fondées sur une déforestation faible ou nulle.

### **3.4.3 Gestionnaires du marché du carbone**

Dans ce domaine nouveau et en évolution rapide, les gestionnaires du marché du carbone doivent être formés pour comprendre et gérer le système de gestion des émissions afin de le coordonner avec un ensemble de normes internationales dynamiques et hétérogènes (NDC 2021, section 8.9, page 97). Au fur et à mesure que le marché se développe et évolue, les gestionnaires ont besoin d'un lieu d'échange d'expériences. Un cadre de soutien crédible pour la gestion des fonds carbone garantit la confiance et la transparence dans la gestion des fonds. En termes d'efficacité, les processus doivent être rationalisés pour réduire les coûts de transaction dans le long et coûteux processus de développement de projet et d'accès au marché (de la conception du programme à la vente finale). Une agence publique chargée du traitement et de la gestion des concessions forestières accélérerait l'opérationnalisation des concessions de conservation.

## **3.5 Gouvernance et transparence**

### **3.5.1 Coordination intersectorielle et multilatérale**

Le manque de coordination entre les ministères et les secteurs (privé, public et universitaire) empêche la mise en œuvre rapide et efficace d'une CVM. Des accords institutionnels et des mémorandums garantissant le partage des idées et des données entre les agences et les secteurs (PAN, section 3.2, page 21) réduiront les redondances et encourageront la réflexion pluridisciplinaire. La création d'une chose aussi simple que des groupes de travail intersectoriels constituerait un pas en avant significatif vers le partage d'informations et d'expériences.

### **3.5.2 Engagement des parties prenantes et équité sociale**

À l'heure actuelle, il n'existe pas de modèle convenu pour le partage des revenus des crédits carbone entre les parties, y compris les promoteurs de projets ou les investisseurs, les communautés forestières et l'État. Toutes les parties prenantes doivent être impliquées dans l'établissement d'un cadre juridique pour un partage équitable des revenus des crédits carbone.

### **3.5.3 Plaidoyer**

The Congolese carbon market still needs to attract international investors. A coalition made up of other countries in the Congo Basin could advocate for Congolese carbon credits within the international market and coordinate standards with other jurisdictions.

### 3.6

## Conclusion : Améliorer l'architecture opérationnelle nécessaire à l'expansion du marché national du carbone

En conclusion, si nous intégrons l'intégrité et la transparence dans le cadre du marché national du carbone, l'échelle suivra. L'intégrité et la transparence peuvent être construites autour des technologies existantes et en développant de nouvelles institutions pour trianguler entre les normes et la responsabilité, en particulier entre les agences responsables de la gestion de la coordination du marché et celles qui mettent en œuvre les services techniques. Il est essentiel que l'ARMC mette en place des conditions qui assurent la transparence et la surveillance pour permettre au marché du carbone de répondre aux objectifs pour lesquels il a été créé en résolvant les défis critiques qui étouffent actuellement l'expansion du marché. Bien qu'il existe de nombreuses initiatives mondiales visant à produire des normes pour la génération de crédits NbCS et l'évaluation des performances, elles sont actuellement 1) de portée mondiale, 2) orientées vers les projets et 3) rémunérées à l'acte, ce qui présente des avantages mais pose également des limites à l'expansion du marché. Ces limites sont les suivantes :

- ① L'incapacité à caractériser correctement les différences locales et régionales en matière de qualité biophysique, de risque climatique, de performance économique et sociale ou de qualité et de disponibilité des données.
- ② L'incapacité des systèmes de notation existants axés sur les projets à fournir des normes de crédit avec des critères cohérents, ce qui entraîne un manque de comparabilité entre les projets à l'échelle mondiale et crée une confusion sur le marché en ce qui concerne la qualité et la tarification.
- ③ Les conflits d'intérêts inhérents aux relations bilatérales de paiement à l'acte entre les projets cherchant à obtenir une accréditation et les entités fournissant des notations de crédit, qui ne font qu'exacerber le risque de résultats malveillants et renforcent les préoccupations en matière de transparence et d'intégrité.

Compte tenu de ces limites, une norme efficace devrait être :

- Transparent et digne de confiance, fondé sur des procédures et des processus ouverts et accessibles,
- reflétant les conditions biophysiques, économiques et sociales locales,
- pratique à mettre en œuvre,
- facile à respecter,
- rentable, et
- mesurable avec une erreur connue.

Le développement d'une norme nationale et d'une architecture de mesure permettra d'assurer l'intégrité des marchés du carbone à travers les paysages concernés et au-delà des frontières nationales. La norme facilitera un niveau élevé de transparence dans la vérification et la communication des performances des investissements régionaux NbCS, et pourrait éventuellement être utilisée pour établir une garantie nationale sur les crédits produits sur le territoire souverain de la RDC. Une garantie est un instrument bien développé dans le droit des contrats et assure que la quantité de carbone déclarée par un vendeur est supprimée pendant au moins la période déclarée. Pour fournir une garantie, le garant doit connaître les risques d'échec et les conséquences imprévues. Cela signifie que les producteurs doivent être en mesure de quantifier l'incertitude entourant les stratégies d'élimination du carbone.



### 3.6.1

#### Les priorités de l'ARMC sont les suivantes

- ① Élaborer un “cadre général” national de critères mesurables et applicables pour les performances en matière de carbone, afin de rendre opérationnelle une norme régionale pour l'intégrité et la qualité du marché du carbone. Articuler des lignes directrices, y compris des critères de performance pour le suivi et l'attribution de crédits, applicables aux inventaires nationaux des stocks et des flux de carbone dans les paysages critiques (forêts, zones humides/patates et terres agricoles/ouvrières). Définir la structure et la portée opérationnelle du secrétariat du CMRA et d'un comité consultatif scientifique et technique national afin d'identifier l'ensemble des attributs vérifiables et de proposer un système national intégré d'accréditation des crédits carbone NbCS de haute qualité et intégrité par les entreprises privées.
- ② Identifier en détail les besoins technologiques et les ressources opérationnelles pour permettre l'évaluation transparente des performances des crédits carbone générés au niveau régional pour le marché mondial, y compris les besoins de développement organisationnel, les lacunes, les rôles et les responsabilités inter-agences. En utilisant les meilleures données géospatiales et de terrain disponibles, l'ARMC devrait établir des indices de performance du paysage, orientés vers les besoins de l'offre et de la demande nationales, qui soutiendront la création de produits financiers structurés pour les développeurs de projets, par exemple des fonds et des obligations actifs et passifs, et faciliteront la coordination du marché du côté de l'offre par l'intermédiaire des nouvelles bourses d'échange. Les indices intégreront la qualité biophysique objectivement vérifiable ainsi que les caractéristiques anthropogéniques et de risque climatique du paysage et seront générés indépendamment du processus d'attribution de crédits.
- ③ Améliorer le cadre numérique pour l'accès aux données et la transparence des crédits carbone NbCS, en s'appuyant sur l'infrastructure nationale émergente existante. Le cadre décrira une architecture basée sur le web pour accéder à des données précises et opportunes, qui sont essentielles au bon fonctionnement des marchés de capitaux. Une infrastructure de données avancée et un portail de référence favoriseront la transparence des données et des transactions relatives aux crédits carbone. Un processus devrait être défini pour identifier les compétences techniques et managériales nécessaires à la mise en place d'une méthode numérique robuste (coordonnée avec les initiatives mondiales et régionales existantes) de sorte que les impacts sur le terrain des crédits carbone NbCS émis et des engagements de la chaîne d'approvisionnement soient vérifiables de manière indépendante, en s'appuyant sur les normes de l'autorité émettrice au niveau du projet, de la juridiction ou de la nation.

Il sera essentiel de mieux définir les questions d'équité et les mesures d'atténuation afin de préserver l'accès des communautés locales et des groupes marginalisés au marché émergent du carbone et les avantages qu'ils en tirent, en articulant les interventions spécifiques et les investissements publics nécessaires pour garantir que les mesures d'atténuation puissent être mises en œuvre à grande échelle, conformément à de nombreuses recommandations du présent rapport.

## Appendice Liste des participants à l'atelier final Kinshasa, 25 octobre 2023

Les auteurs souhaitent remercier les parties prenantes nationales, gouvernementales et non gouvernementales pour leur contribution à la formulation et à la discussion des recommandations et des conclusions dans le cadre du processus d'atelier.

Noms et Post-noms	Institutions	Positions ou fonctions
Kibango Mujinga Doris	Ministere de Developpement Rural	Chef du bureau
Patupu Loko Hugues	Ministere de Developpement Rural	Chef de division
Atibassay Papy	Division des inventaire et aménagement du territoire	Attache du bureau
Ilakanga Christelle	Projet Jadora	Pointe Focal
Bosenge Thesie	RESO	Assistante Technique
Jean Claude Kabamba	CADRI	Expert Reviseur CCNUCC
Ruphin Ingolomba	Division du Developpement Durable	Experte
Mbotha Mamfumu	Division des Inventaire et Aménagement du Territoire	Ir. Agronome
Bolanga Wngela	Division des Inventaire et Aménagement du Territoire	Experte
Lusamba Katayi Mireille	Division de Developpement Durable	Experte
Mujinga Kasongo Pamela	Division des Inventaire et Aménagement du Territoire	Chef du bureau
Mij Kavul	Universite de Kinshasa	Etudiante
Daudet Mbenza	Division des Inventaire et Aménagement du Territoire	Analyste
Ndungidi Kasoki Esther	Division du Developpement Durable	Experte
Mpoyi Ntumba	Division du Developpement Durable	Experte
Matondo Mutsionga Roger	IDSEEBE	Président
Theodore Kasanda	Universite de Kinshasa	Professeur et Reviseur CCNUCC
Frediric Jacquemont	Fanfare Verte	Directeur
Sion Emmanuel Djoloko	U.S. Forest Service	Assistante
Iyombe Longulu Merveille	Division du Developpement Durable	Experte

Noms et Post-noms	Institutions	Positions ou fonctions
Botembe Me eki Divin	Coordination Nationale REDD	Experte
Mfwamba Kadima Albert	Division du Developpement Durable	Experte
Francois Mubilayi	Division de developpement Durable	Chef du bureau d'inventaire GES
Ndekele Mondonga	Division des Inventaire et Amenagement du Territoire	Experte
Kikayi Mayamona Eric	Direction de planification ministere du plan	Chef du bureau
Mujinga Makambeta Solange	Division des Inventaire et Amenagement du Territoire	Chef du bureau
Pembele Mbemba Lydie	Ministere de peche et elevage	Chef du bureau
Mutshail Kavul	Universite de Kinshasa	Professeur et reviseur CCNUCC
Jose Nlandu Wabakangha NZI	Universite de Kinshasa	Hydrologue
Jean Willy NDOKO	Division de developpement Durable	Expert d'inventaire IGES
Mampuya Mulamba	Division de developpement Durable	Experte
Lumulamu Augustin	Food and Agriculture Organization	Consultant
Lifendi Walo Samuel	Division des Inventaire et Amenagement du Territoire	Chef de division
Kazadi Mpemba Jocelyne	Ministere de l'Environnement et Developpement Durable	Expert
Kayembe Mumonayi Francois	Division des inventaire et amenagement du territoire	Chef de division
Albert Kumeso bana Katonu	Ministere du developpement Rural	Chef du bureau
Assani Ongala Hassan	Fonds Forestier National	Directeur General Adjoint
Aime Mbuyi	Division du Developpement Durable	Chef de division
Christian Mbuyi	African Wildlife Foundation	Assistant du Projet
Djafari djaseko Joseph	Division du Developpement Durable	Chef de division
Mbuyi Tshika Cynthia	Division du Developpement Durable	Experte
Kambere Mbangi Augustin	Gorilla Rehabilitation and Conservation Education Center	Gestionnaire de la Conservation
Cathy Ibandula	Presse	Journaliste
Wivine Mapati Bahati	Division du Developpement Durable	Experte



**WOODWELL CLIMATE RESEARCH CENTER** Le Woodwell Climate Research Center mène des recherches scientifiques pour trouver des solutions à l'intersection du climat, de l'homme et de la nature. Nous travaillons en partenariat avec les dirigeants et les communautés pour avoir un impact juste et significatif sur la crise climatique. Nos scientifiques ont contribué au lancement de la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques en 1992 et, en 2007, les scientifiques de Woodwell Climate ont partagé le prix Nobel décerné au Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. Depuis plus de 35 ans, Woodwell Climate combine expérience pratique et impact politique pour identifier et soutenir des solutions à l'échelle de la société qui peuvent être mises en œuvre immédiatement. Elle travaille notamment avec les communautés qui se trouvent en première ligne de la crise climatique.

149 Woods Hole Road, Falmouth, MA 02540 USA ■ +1 508 540 9900 ■ [woodwellclimate.org](http://woodwellclimate.org)