

Analyse intégrée de la Vulnérabilité au Burundi

Volume I: “Introduction et Analyse Intégrée de Vulnérabilité
face au changement climatique au niveau national”

Préparé par:

Dr Christina Bollin, Kerstin Fritzsche et Salvator Ruzima, adelphi
Dr Stefan Schneiderbauer, Daniel Becker et Lydia Pedoth, EURAC
Dr Stefan Liersch, PIK

Décembre 2014

Analyse intégrée de la Vulnérabilité au Burundi

Volume I: “Introduction et Analyse Intégrée de Vulnérabilité face
au changement climatique au niveau national”

Dans la même série:

Volume II: “Analyse de Vulnérabilité au niveau local”

Volume III: “Méthodologie détaillée de l’Analyse de Vulnérabilité
nationale”

Rapport sur le changement climatique au Burundi, résumé à l’intention des
décideurs

Sommaire

Liste des abréviations	2
1 Introduction	3
1.1 Les effets du changement climatique au Burundi	4
1.2 La méthodologie appliquée	6
2 L'analyse de vulnérabilité nationale	9
2.1 Méthodologie de la création des cartes	9
2.2 Carte de vulnérabilité à l'érosion	11
2.3 Carte de vulnérabilité à la sécheresse	13
2.4 Carte de vulnérabilité au paludisme	16
3 Bibliographie	18

Illustrations

Illustration 1: Forçage radiatif anthropique selon les différents RCP	5
Illustration 2: Evolution des précipitations annuelles (valeurs absolues), RCP 8.5	6
Illustration 3: Le concept de vulnérabilité appliqué	7
Illustration 4: Normalisation et classification des indicateurs	9
Illustration 5: Processus d'agrégation	10
Illustration 6: Carte de vulnérabilité à l'érosion au Burundi (2014)	11
Illustration 7: Cartes de vulnérabilité à l'érosion au Burundi 2031-2060 et 2071-2099	12
Illustration 8: Carte de vulnérabilité à la sécheresse au Burundi (2014)	14
Illustration 9: Cartes de vulnérabilité à la sécheresse au Burundi 2031-2060 et 2071-2099	15
Illustration 10: Carte de vulnérabilité au paludisme au Burundi (2014)	16
Illustration 11: La vulnérabilité au paludisme pour les projections et le scénario RCP 8.5	17

Liste des abréviations

ACCES	Adaptation au Changement Climatique pour la protection des ressources en Eau et Sol
AV	Analyse de Vulnérabilité
CCNUCC	Convention Cadre des Nations Unies pour le Changement Climatique
EKF	Fonds spécial pour l'énergie et le climat
GES	Gaz à effet de serre
GIEC	Groupe Intergouvernemental sur l'Evaluation du Climat
GIZ	Coopération Internationale allemande
ha	hectare
MAGICC / SCENGEN	Model for the Assessment of Greenhouse-gas Induced Climate Change A Regional Climate SCENario GENerator
MEEATU	Ministère de l'Eau, de l'Environnement, de l'Aménagement du Territoire et de l'Urbanisme
MINAGRIE	Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage
NAPA	National Adaptation Programmes of Action [PANA: Programme d'Action National d'Adaptation]
PAN	Plan d'Adaptation National
PANA	Plan d'Action Nationale d'Adaptation aux changements climatiques
RCP	Representative Concentration Pathway
RUSLE	Revised Universal Soil Loss Equation [Modèle d'érosion de sol]
SIG	Système d'information géographique
SWIM	Soil and Water Integrated Model [Modèle de disponibilité d'eau]
US\$	Dollar des Etats-Unis d'Amérique

1 Introduction

Le projet « Adaptation au Changement Climatique pour la protection des ressources en Eau et Sol » (ACCES) est un projet du gouvernement burundais qui bénéficie d'un financement du fonds spécial pour l'énergie et le climat (EKF) créé par le gouvernement fédéral allemand afin de constituer une source de financement supplémentaire pour la protection contre les effets du changement climatique au niveau national et international. Ce projet est mis en œuvre par les Ministères burundais de l'Eau, de l'Environnement, de l'Aménagement du Territoire et de l'Urbanisme (MEEATU), et celui de l'Agriculture et de l'Élevage (MINAGRIE) en partenariat avec la Coopération allemande au développement à travers la GIZ.

Ce projet a pour objectif la mise en œuvre des stratégies et instruments visant à réduire la vulnérabilité de la population rurale burundaise face aux effets néfastes du changement climatique. Cet objectif sera réalisé via trois champs d'action: (1) l'intégration du changement climatique et des stratégies d'adaptation dans l'action publique; (2) la mise en œuvre des mesures spécifiques d'adaptation au changement climatique dans les bassins versants particulièrement vulnérables; et (3) l'appui à la mise en place d'un système national d'information et d'alerte précoce.

S'inscrit notamment dans ce cadre, l'initiative d'élaborer une analyse intégrée de vulnérabilité du Burundi face au changement climatique, dans le but de créer une connaissance profonde des effets possibles du changement climatique et ainsi d'identifier des mesures d'adaptation appropriées.

La réalisation de l'analyse de vulnérabilité (AV) s'est faite en deux parties:

- analyse au niveau national pour identifier les régions particulièrement vulnérables du Burundi;
- analyse au niveau local pour les zones d'intervention spécifiques du projet.

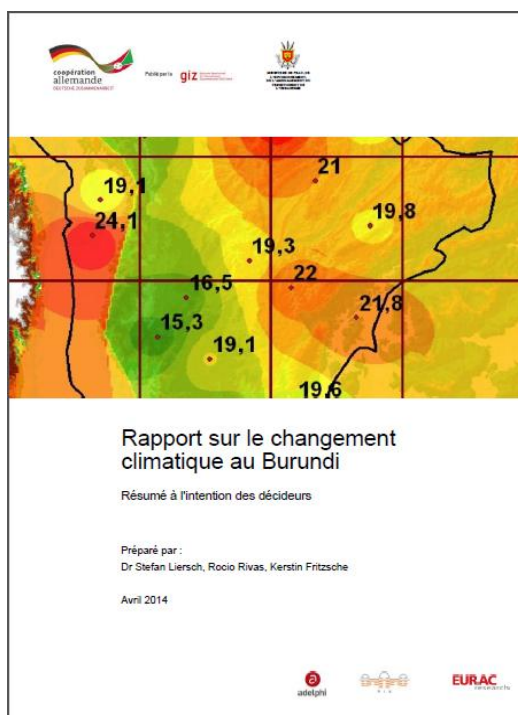
L'évaluation intégrée de la vulnérabilité se concentre sur les ressources en eau et sol qui se trouvent au centre de l'attention du projet ACCES. Néanmoins, en coopération avec le programme global « Adaptation au Changement Climatique pour le secteur de la santé » l'analyse au niveau national comprend aussi la propagation du paludisme.

Ce rapport final du projet d'analyse de vulnérabilité pour le Burundi présente les résultats du projet qui a couvert 11 mois, de novembre 2013 à septembre 2014. Au début, nous présenterons les prévisions relatives aux effets du changement climatique au Burundi et la méthodologie générale appliquée dans l'analyse. Dans le chapitre suivant, nous fournirons les résultats d'analyse au niveau national en donnant des explications méthodologiques plus spécifiques. Dans le Volume II: « Analyse de Vulnérabilité au niveau local », nous fournirons les résultats d'analyse de vulnérabilité au niveau local sur l'exemple des trois communes Mutambu, Isale et Marangara. Le document Volume III: « Méthodologie détaillée de l'Analyse de Vulnérabilité nationale » explique plus en détail la méthodologie appliquée pour l'exécution de l'analyse de vulnérabilité nationale. Le document « Rapport sur le changement climatique au Burundi » contient le résumé de l'étude sur les effets du changement climatique élaborée dans le cadre du projet.

1.1 Les effets du changement climatique au Burundi

La République du Burundi a émis deux documents officiels sur les effets du changement climatique: les première (2001)¹ et deuxième (2010)² communications nationales sur les changements climatiques. Ils ont été diffusés dans le cadre de la Convention Cadre des Nations Unies pour le Changement Climatique (CCNUCC) et englobent l'inventaire et les projections des émissions de Gaz à effet de serre (GES), les mesures d'atténuation, ainsi que les vulnérabilités et mesures d'adaptations au changement climatique. Ils comportent également des scénarios nationaux de changement climatique basés sur le modèle MAGICC/SCENGEN³. À l'horizon 2050, le modèle prévoit une hausse de la pluviométrie de 3 à 10 % et une hausse des températures de 0,4 °C tous les 10 ans (première communication). La deuxième communication confirme la hausse des températures et indique une amplification des fluctuations interannuelles des précipitations au Burundi.

Parmi les autres documents clés⁴ sur les effets du changement climatique au Burundi, citons le Plan d'Action Nationale d'Adaptation aux changements climatiques (PANA)⁵ et les études de vulnérabilité et d'adaptation au changement climatique du MEEATU. Le PANA permet d'identifier les besoins essentiels en matière d'adaptation et les activités prioritaires à mener face au changement climatique. Il regroupe douze projets prioritaires qui englobent p. ex. l'amélioration des prévisions climatiques saisonnières pour l'alerte rapide ou la réhabilitation des milieux dégradés. L'étude de vulnérabilité et d'adaptation au changement climatique a été élaborée dans le but de rassembler des informations sur les vulnérabilités des secteurs (les secteurs considérés comme étant les plus vulnérables dans la première communication nationale) et sur l'adaptation au changement climatique en vue de préparer la seconde communication nationale. Les secteurs les plus vulnérables identifiés par l'étude sont les ressources en eau et l'énergie hydroélectrique, le secteur de l'agriculture et de l'élevage, les écosystèmes humides et terrestres, ainsi que le secteur de la santé.



¹ http://unfccc.int/essential_background/library/items/3599.php?rec=i&preref=3345#beg

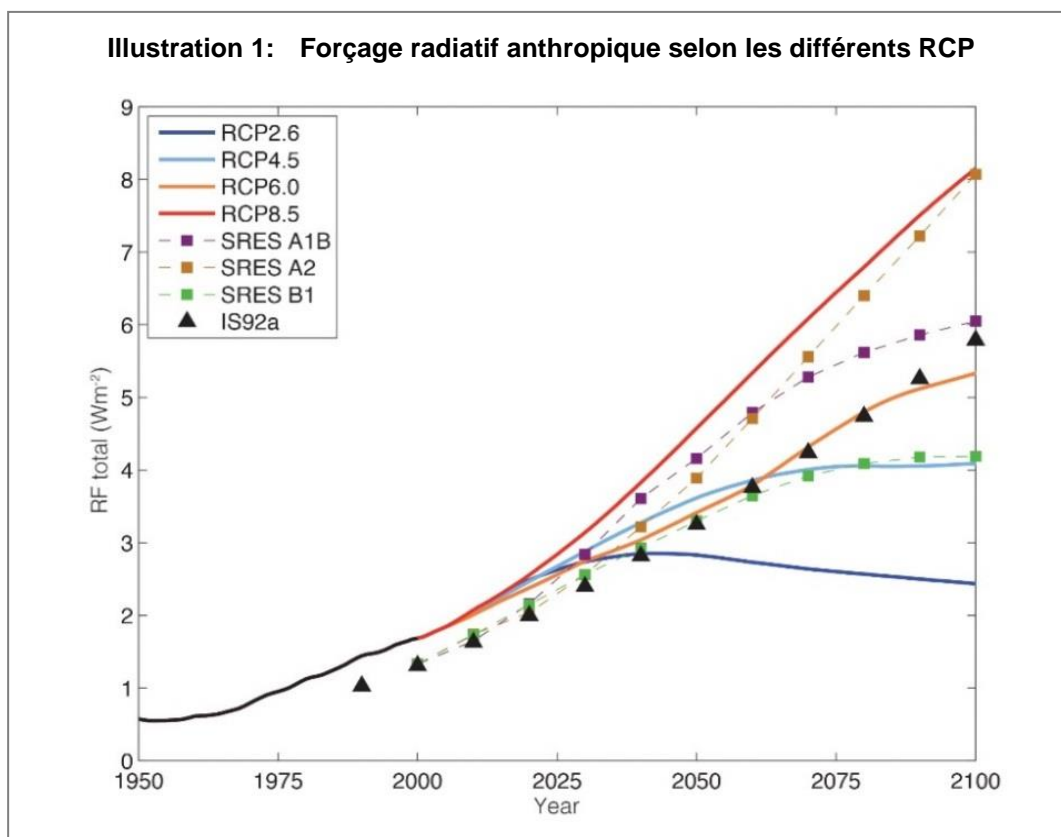
² http://unfccc.int/essential_background/library/items/3599.php?such=i&symbol=BDI/COM/2%20E#beg

³ Model for the Assessment of Greenhouse-gas Induced Climate Change / A Regional Climate SCENario GENerator: <http://www.cgd.ucar.edu/cas/wigley/magicc/>

⁴ Pour de plus amples informations sur les rapports et études clés, voir « Rapport sur le changement climatique au Burundi »

⁵ http://unfccc.int/essential_background/library/items/3599.php?such=i&symbol=BDI/NAPA/1%20E%20COPY%201%20ENG#be

Sur la base de l'information climatique disponible au niveau international et national, l'équipe de l'analyse de vulnérabilité a élaboré, comme première étape de l'analyse, une étude des projections du changement climatique pour les périodes 2031-2060 et 2071-2100, en prenant comme référence la période 1970-1999. Ces modèles ont été exécutés en utilisant différents scénarios d'émissions, dénommés Representative Concentration Pathways (RCP), qui fournissent différentes hypothèses sur les modes d'émissions de gaz à effet de serre. Dans le cadre de cette étude, deux RCP ont été sélectionnés pour couvrir largement le forçage radiatif anthropique total, s'étendant du forçage faible à moyen (RCP 4.5) au forçage élevé (RCP 8.5) (voir Illustration 1).

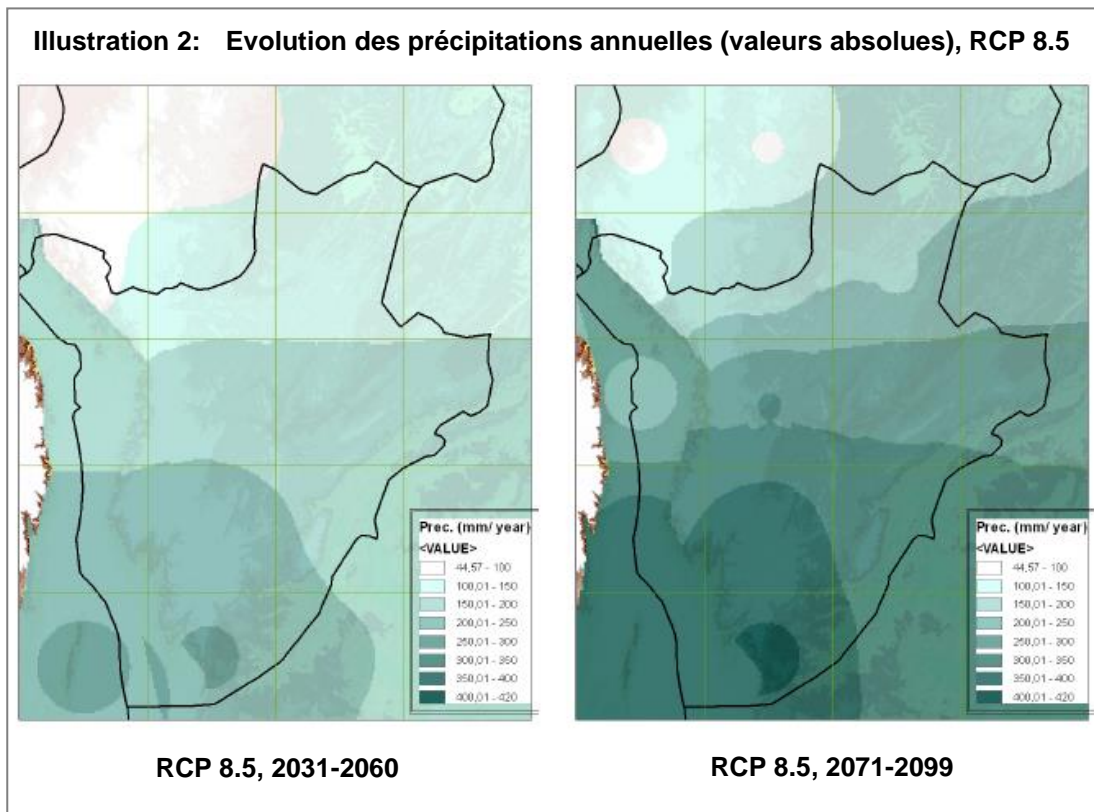


La documentation relative à ces projections est disponible en volume II.

Ces projections montrent une hausse significative de la température pour tous les mois de l'année, de 2 à 5 °C pour la période 2071-2100, en fonction du modèle appliqué.

Une hausse des précipitations annuelles est également probable, surtout aux mois de novembre et décembre. Cette hausse des précipitations sera davantage prononcée dans le sud du pays (voir illustration 2).

Si la répartition des précipitations reste incertaine, il est toutefois probable que le changement climatique entraîne également une accentuation des événements extrêmes (déficits ou excès pluviométriques).



Ces projections climatiques sont reprises à titre d'indicateurs dans l'analyse de vulnérabilité au niveau national.

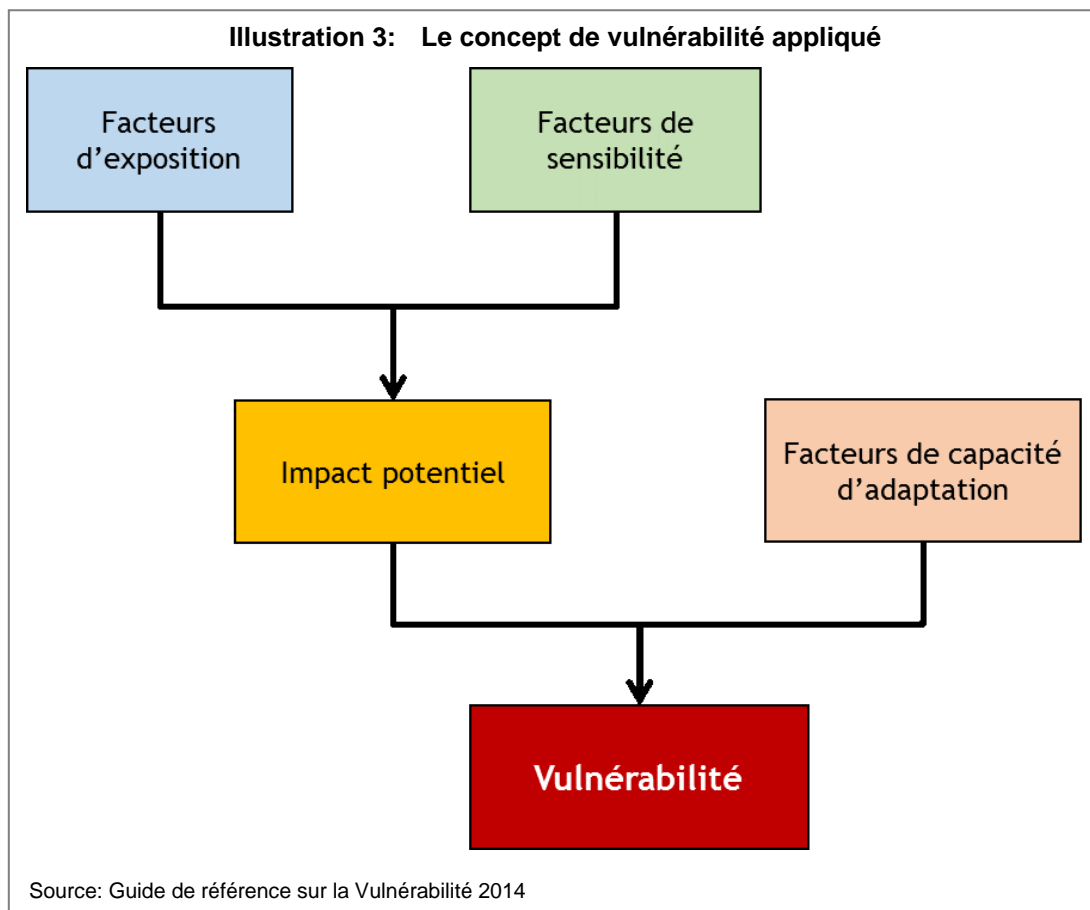
1.2 La méthodologie appliquée

La méthodologie appliquée dans l'analyse de vulnérabilité est basée sur le processus décrit dans le « Guide de référence sur la Vulnérabilité » (« Sourcebook Vulnerability »)⁶ que les consultants (adelphi et EURAC) viennent de développer à l'attention de la GIZ dans le but de faciliter l'élaboration des analyses de vulnérabilité (AV) comparables (standardisées) et l'utilisation de l'AV pour le suivi et l'évaluation des impacts d'un processus d'adaptation. Ce produit s'inscrit aussi dans le processus international d'élaboration de Plans d'Adaptation Nationaux (PAN) visant à promouvoir l'adaptation effective au changement climatique dans les pays en développement, et plus particulièrement dans les pays les moins avancés. L'analyse de vulnérabilité constitue un instrument clé pour l'identification et la planification de mesures d'adaptation appropriées.

Le Guide de référence sur la vulnérabilité et ses ressources sont accessibles en ligne et peuvent être appliqués par toutes les personnes travaillant dans le domaine de l'adaptation ou du développement.

⁶ Le « Guide de référence sur la Vulnérabilité » (« Sourcebook Vulnerability »): <https://gc21.giz.de/ibt/var/app/wp342deP/1443/wpcontent/uploads/filebase/va/vulnerability-guides-manuals-reports/Vulnerability Sourcebook - Guidelines for Assessments GIZ 2014.pdf>

Ce document est basé sur les définitions les plus utilisées du 4^{ème} Rapport d'évaluation du GIEC, selon lesquelles la vulnérabilité au changement climatique est fonction des facteurs d'exposition, de sensibilité et de capacité d'adaptation.



Selon le Guide de référence sur la Vulnérabilité, l'analyse de vulnérabilité s'effectue en huit étapes, du démarrage et la détermination des objectifs de l'AV à la présentation des résultats. Au nombre de ses éléments clés, on trouve l'élaboration d'une chaîne d'impact (relations causes-effets) qui suit le concept de vulnérabilité identifiant les facteurs clés déterminant l'exposition, la sensibilité et les capacités d'adaptation relative à un certain impact analysé.

Pour l'analyse de vulnérabilité au Burundi, les impacts priorités dans l'atelier de démarrage (novembre 2013) étaient l'érosion du sol, la sécheresse et le paludisme. Au cours d'un deuxième atelier (mars 2014), des chaînes d'impact ont été développés pour chacun de ces trois impacts, de manière participative. Des indicateurs ont été déterminés pour chacun des composantes et facteurs identifiés.

Une fois les indicateurs déterminés, les données permettant de les chiffrer ont été collectées selon leur disponibilité au Burundi. L'analyse nationale de vulnérabilité a été développée sur cette base, produisant les résultats présentés ci-après dans le deuxième chapitre. Ces résultats ont été présentés et validés lors d'un atelier en juin 2014.

À partir de l'analyse nationale pour l'agriculture (en identifiant des régions les plus vulnérables «régions hotspots») et d'une série de critères additionnels, l'équipe ACCES a déterminé trois zones d'intervention pour y promouvoir des mesures d'adaptation. Trois sous-bassins versants de 4ème ou 5ème ordre (« mini-bassins ») vulnérables face à l'actuelle variabilité du climat et au changement climatique à venir ont été choisis pour qu'ils bénéficient à titre pilote des mesures spécifiques d'adaptation au changement climatique. Ces trois sous-bassins sont situés dans les communes de Mutambu et d'Isare dans la province de Bujumbura, et dans la commune de Marangara dans la province de Ngozi.

L'analyse locale a ensuite été menée dans ces zones par deux consultants burundais. Ils y ont appliqué une méthodologie beaucoup plus qualitative que l'approche quantitative utilisée pour l'AV nationale. La méthodologie spécifique et les résultats de l'analyse locale sont présentés dans les volumes II et III

Le projet s'est terminé par un atelier de clôture (septembre 2014) au cours duquel tous les résultats ont été présentés; ceux de l'AV locale ont alors été validés et l'on a discuté des modalités de diffusion et d'utilisation des résultats pour renforcer l'adaptation au changement climatique au Burundi.

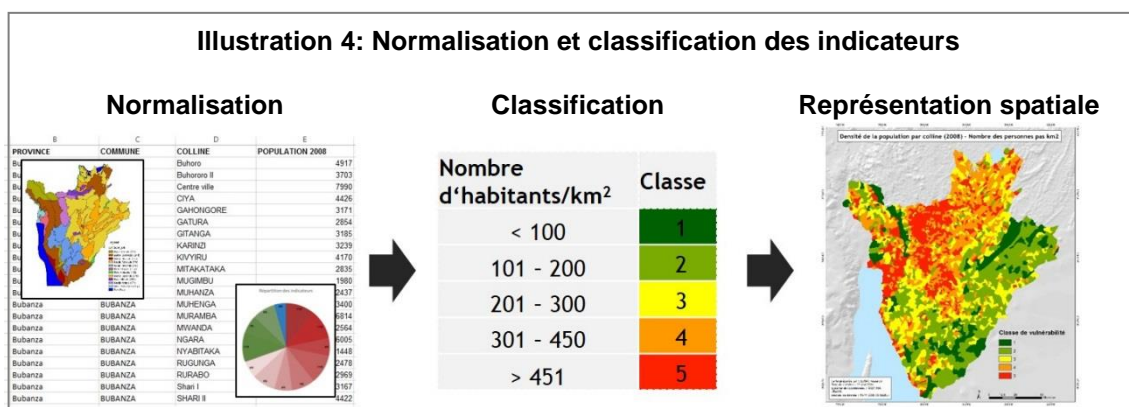
2 L'analyse de vulnérabilité nationale

2.1 Méthodologie de la création des cartes

À partir des chaînes d'impacts, il fallait identifier des indicateurs permettant d'évaluer la vulnérabilité. Ces indicateurs ont été développés à partir de trois sources de données différentes: la bibliographie (p. ex. enquêtes, études, recensements), les modèles (p. ex. modèles hydrologique & climatique) et les opinions d'experts (équipe technique).

Nous avons identifié au total 15 indicateurs pour l'érosion de sol, 13 indicateurs pour la sécheresse et 10 indicateurs pour le paludisme⁷. Pour certains facteurs, nous n'avons pu identifier que des indicateurs « proxy », c'est-à-dire des indicateurs indirects ne présentant qu'une approximation du facteur de vulnérabilité. Une meilleure disponibilité des données permettrait d'identifier plusieurs indicateurs susceptibles de mieux représenter le phénomène considéré.

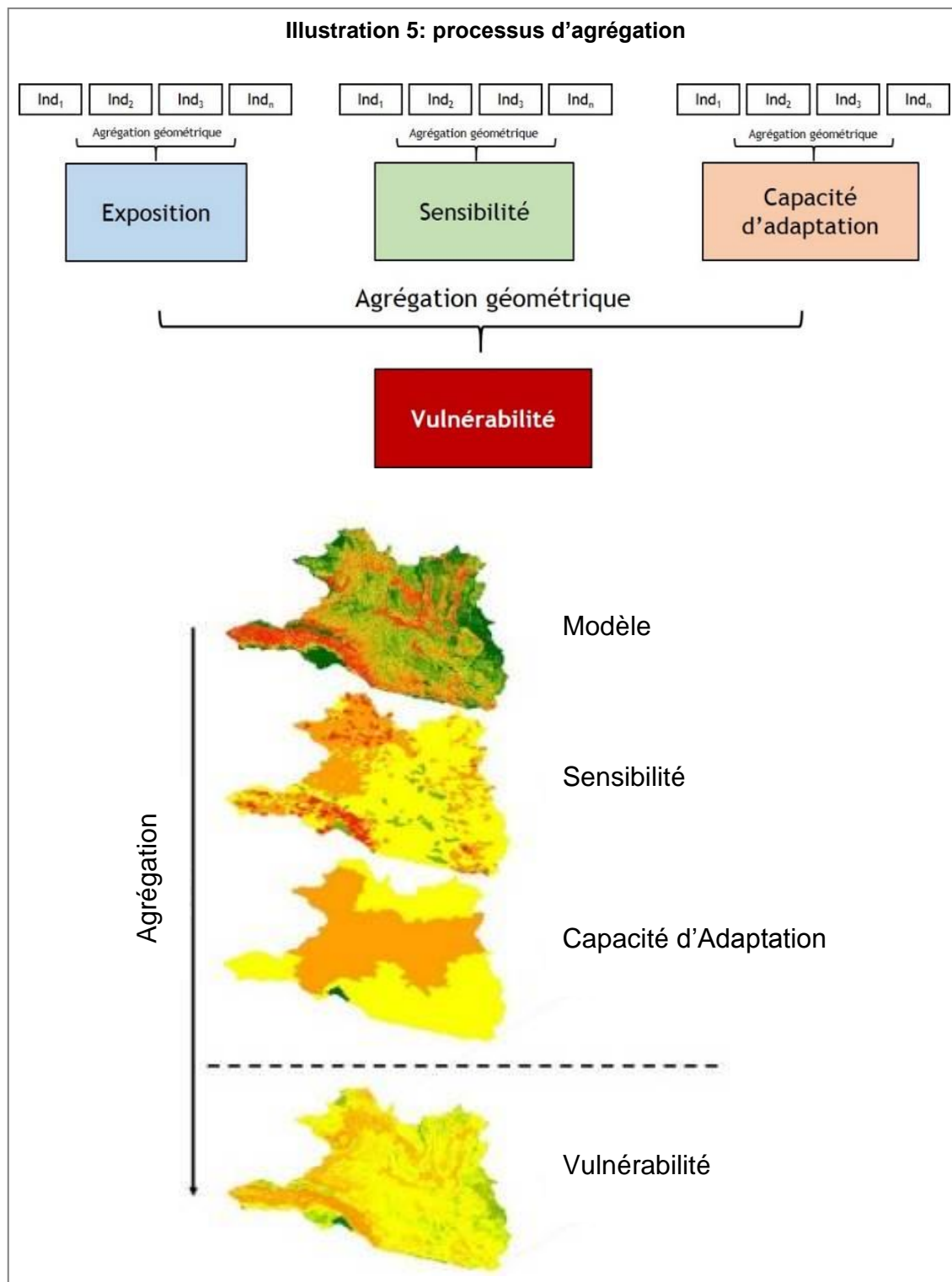
Une fois identifiés, les indicateurs étaient normalisés et classifiés. La normalisation consiste à transposer les différentes valeurs d'indicateurs dans une même unité et une même échelle de valeurs. La classification consiste à donner à chaque indicateur un poids en fonction de sa contribution à la vulnérabilité (situation positive ou négative). Les indicateurs ont été classés en se basant sur l'évaluation de l'équipe technique et sur la distribution statistique de valeurs (p. ex. normalisation min-max). Les cartes de vulnérabilités au Burundi répartissent la vulnérabilité selon cinq classes, de 5 (très vulnérable/rouge) à 1 (peu vulnérable/vert). Une fois normalisés et classifiés, les indicateurs étaient transférés au niveau spatial sur SIG (format raster) pour préparer leur agrégation:



L'agrégation permet de calculer la valeur d'exposition, de sensibilité et de capacité d'adaptation, ainsi que la valeur de vulnérabilité totale.

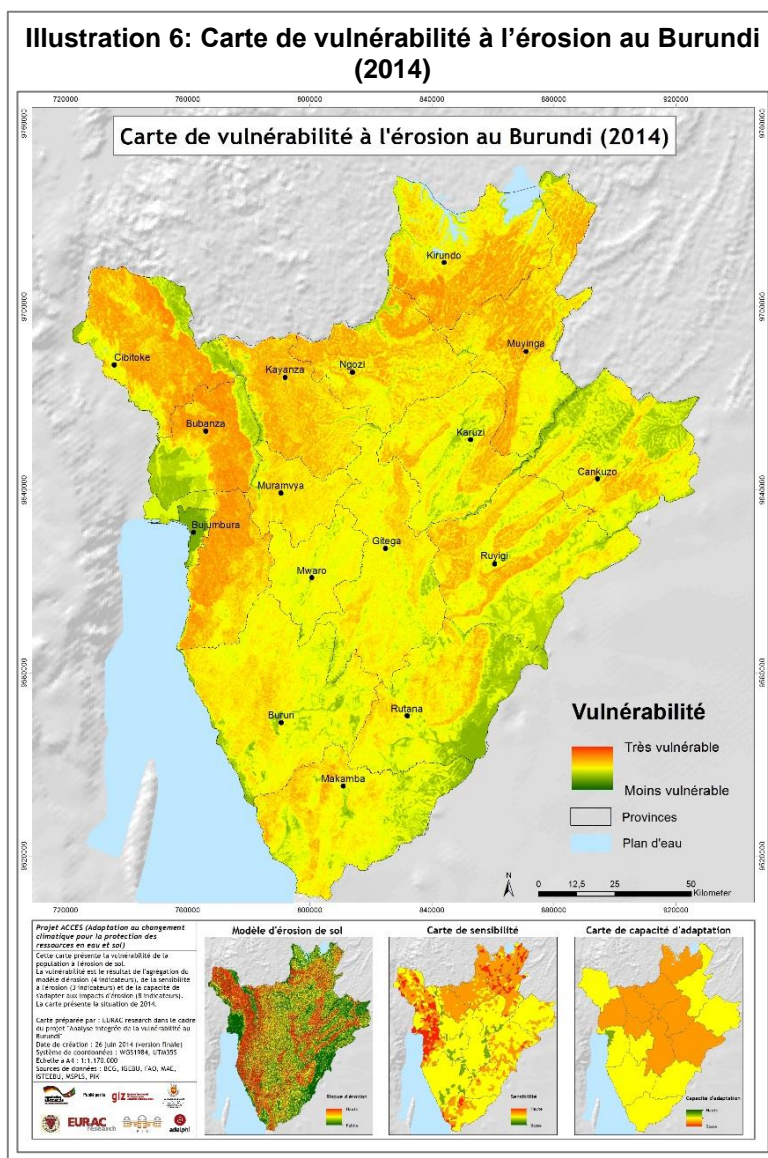
⁷ Tous les indicateurs identifiés, assortis de leurs métadonnées (source de données, date, résolutions, méthodes de classification, etc.) associées, sont présentés en volume III.

L'agrégation a été réalisée en deux étapes à l'aide de la méthode géométrique: les indicateurs ont d'abord été agrégés aux composantes de vulnérabilité (exposition/modèle, sensibilité, capacité d'adaptation), puis, les trois composantes ont été agrégées à la vulnérabilité:



2.2 Carte de vulnérabilité à l'érosion

L'illustration suivante présente la carte de vulnérabilité à l'érosion correspondant à la situation de 2014. La partie inférieure montre la carte d'exposition/du modèle, la carte de sensibilité et la carte de capacité d'adaptation. L'exposition est ici représentée par le modèle d'érosion de sol élaboré à partir du modèle « **RUSLE** ».⁸

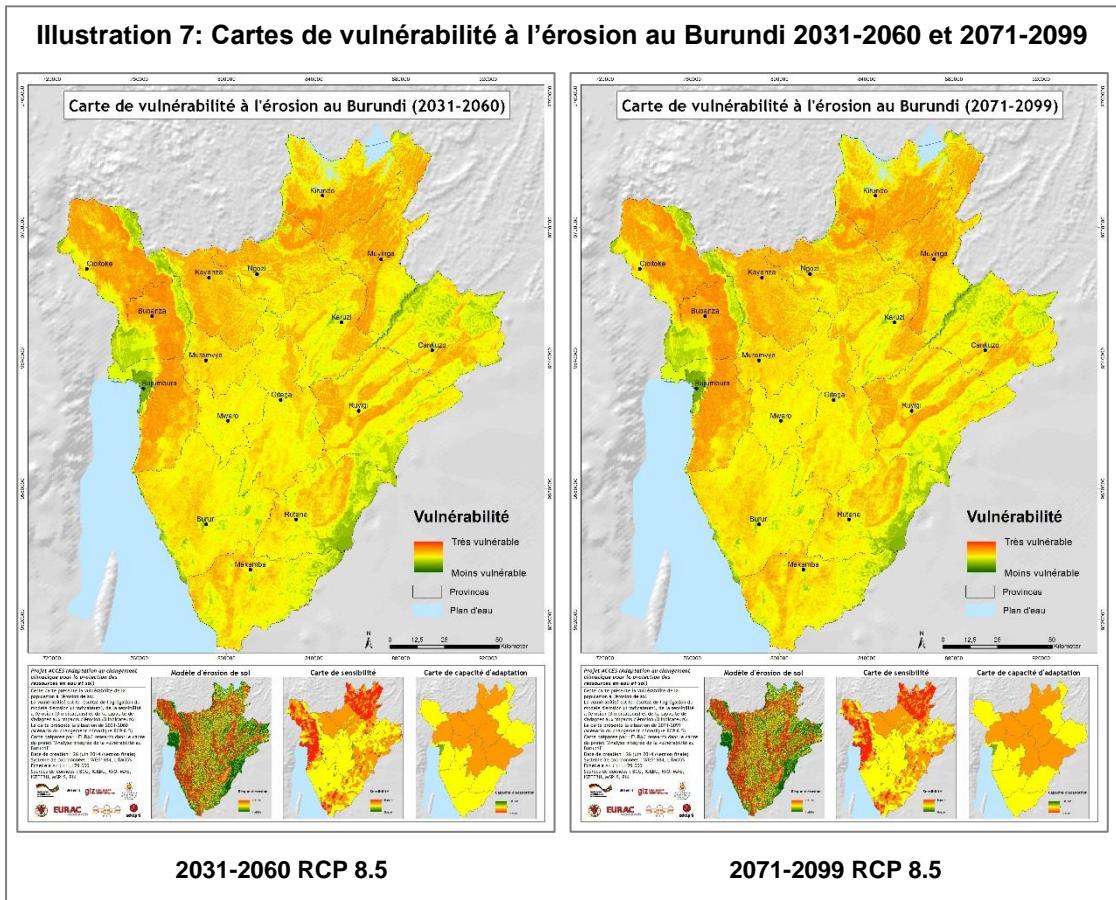


On constate que les « hotspots de vulnérabilité » se trouvent dans le nord-ouest et le nord du pays. La pente de la crête (pas la crête directement!) vers la plaine de l'Imbo dans l'ouest et les structures topographiques au nord et sur le plateau central présentent notamment les régions les plus vulnérables à l'érosion. Les causes en sont surtout le relief très accentué, ainsi que la forte sensibilité de ces régions. En comparant les trois cartes du bas avec la carte de vulnérabilité, on peut constater quelques phénomènes spécifiques:

⁸ Pour de plus amples informations, voir « Rapport sur le Changement Climatique au Burundi ».

- les provinces de Bujumbura rural, Bubanza et Cibitoke sont les plus vulnérables, car elles sont les plus exposées et les plus sensibles à l'érosion;
- tout le nord du pays présente une forte sensibilité et une faible capacité d'adaptation, deux aspects qui augmentent la vulnérabilité de la région;
- la province de Bururi est moins vulnérable que les autres provinces de la crête en raison d'une sensibilité (et ici d'une densité de la population) moins élevée;
- Bujumbura urbain est la moins exposée au risque d'érosion; la capacité d'adaptation de la capitale est par ailleurs la plus élevée du pays;
- en dépit de fortes pentes, le risque d'érosion dans le parc national de Kibira, est moins élevé en raison de la couverture végétale - la forêt naturelle stabilisant le sol;
- les limites administratives sont parfois très accentuées, p. ex. entre la province de Bujumbura rural et la province de Bururi. Même si les conditions naturelles ne changent pas entre ces deux provinces (comme le montre le modèle d'érosion de sol), la carte met en évidence une vulnérabilité moins élevée à Bururi qu'à Bujumbura rural du fait de sensibilités différentes. En général, la résolution des cartes peut être améliorée avec des données plus précises, étant donné que la plupart de données utilisées étaient principalement disponibles au niveau des provinces.

Les deux cartes de vulnérabilité suivantes montrent les projections de la vulnérabilité à l'érosion pour les périodes 2031-2060 et 2071-2099 et le RCP 8.5, basées sur le modèle climatique pour le Burundi:



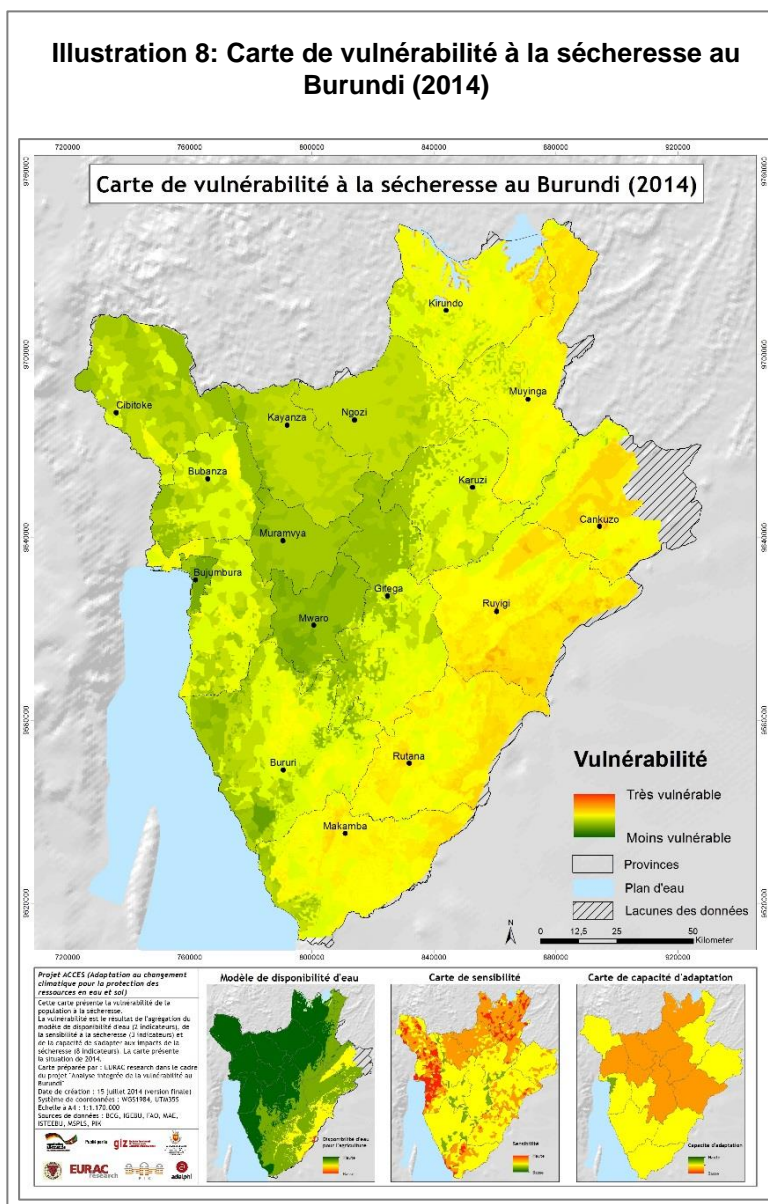
En comparant les projections avec la carte de 2014, on ne constate pas un grand changement en termes de vulnérabilité. On note seulement une hausse de la vulnérabilité dans le nord-ouest et le nord-est (notamment Kirundo). Cette différence est due à l'augmentation de la densité de population et donc à la sensibilité plus élevée dans la région. Cependant, le modèle d'érosion de sol ne montre presque aucune différence entre 2014 et les projections de vulnérabilité. En effet, seul le facteur « R » (évolution de la pluviométrie) du modèle RUSLE a pu être calculé pour les projections grâce aux données du modèle climatique. Toutefois, l'évaluation de l'érosion hydrique du sol doit tenir compte non seulement de la quantité de pluie, mais aussi de l'agressivité de la pluie – de son énergie cinétique et son intensité. Mais ces deux aspects ne sont pas inclus au modèle climatique. Il n'est pas possible de les représenter à cause de la complexité des paramètres et les variations trop fines au niveau spatial et temporel pour obtenir des résultats pertinents du modèle. Pour cela, aussi les événements climatiques extrêmes ne sont pas couverts par le modèle.

Généralement, la fiabilité de la carte de vulnérabilité à l'érosion est élevée. Des discussions avec les experts locaux ont confirmé que les cartes sur l'érosion reflètent bien la réalité au Burundi. Aussi, les données utilisées dans la modélisation, notamment le modèle numérique de terrain, sont pertinentes. Les défis sont liés surtout à la résolution spatiale des données pour la sensibilité et la capacité d'adaptation, qui empêche une représentation plus précise de la vulnérabilité (p. ex. forte visibilité des limites administratives), et à l'impossibilité de projeter quelques données (p. ex. agressivité de la pluie, capacités d'adaptation, etc.).

2.3 Carte de vulnérabilité à la sécheresse

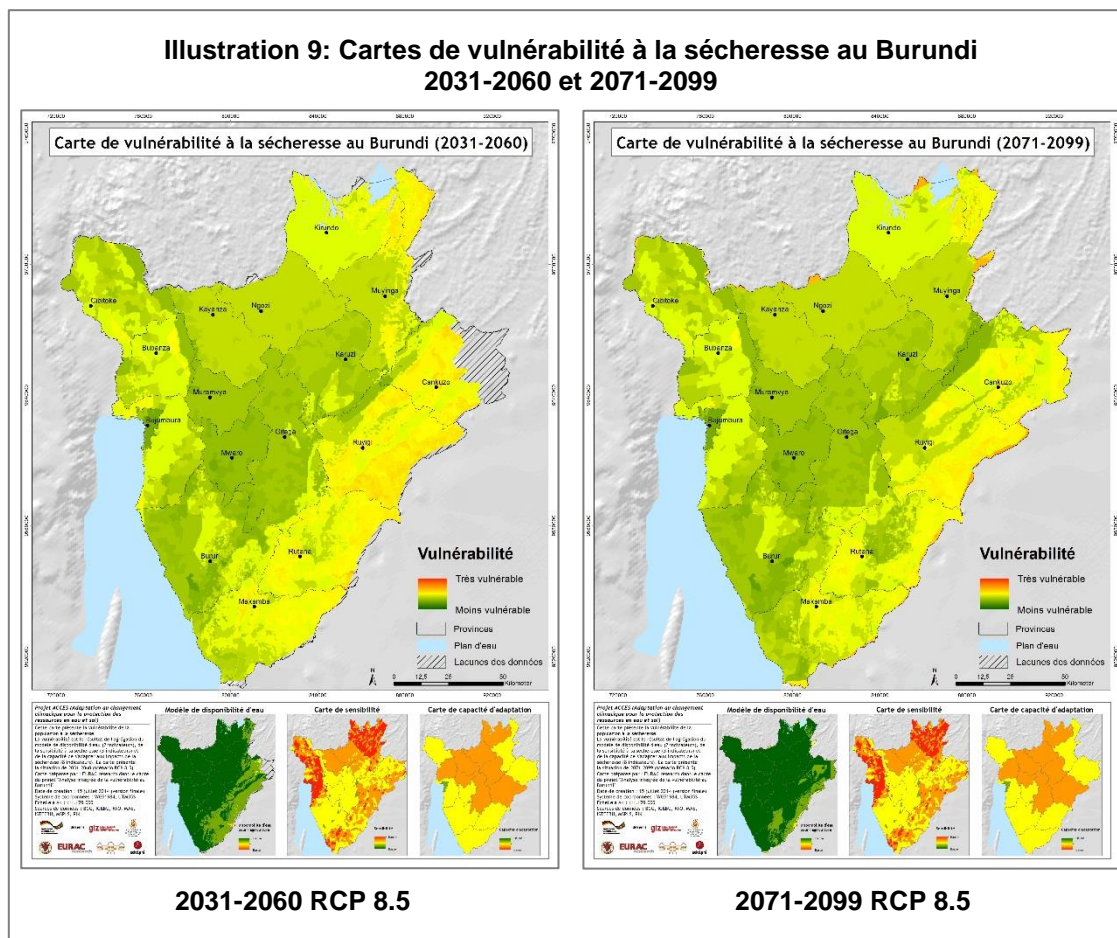
La carte suivante montre la vulnérabilité à la sécheresse pour 2014. Elle présente également dans le cadre inférieur les cartes d'exposition, de sensibilité et de capacité d'adaptation. L'exposition à la sécheresse est représentée par le modèle de disponibilité d'eau élaboré à partir du modèle hydrologique « SWIM ».⁹

⁹ Soil and Water Integrated Model [Modèle de disponibilité d'eau]. Pour de plus amples informations, voir « Rapport sur le Changement Climatique au Burundi ».



On constate que la vulnérabilité à la sécheresse dans l'ensemble du Burundi est moins accentuée que la vulnérabilité à l'érosion, par exemple. Le modèle de disponibilité d'eau (en bas à gauche de la carte) reflète notamment une situation assez favorable pour l'essentiel du pays. Si l'on compare les différentes régions burundaises, il apparaît que la vulnérabilité à la sécheresse est la plus marquée dans le sud-est et le nord-est du pays. Par contre, le plateau central et l'ouest du Burundi sont moins vulnérables. Ce gradient entre le sud-est et le nord-ouest du pays se remarque aussi dans le modèle de disponibilité d'eau, mais le nord-est est plus humide que le sud-est du Burundi. La vulnérabilité du nord-est vient donc aussi de la sensibilité à la sécheresse plus élevée dans cette région.

Les deux cartes suivantes montrent la vulnérabilité à la sécheresse pour les projections et le scénario RCP 8.5:



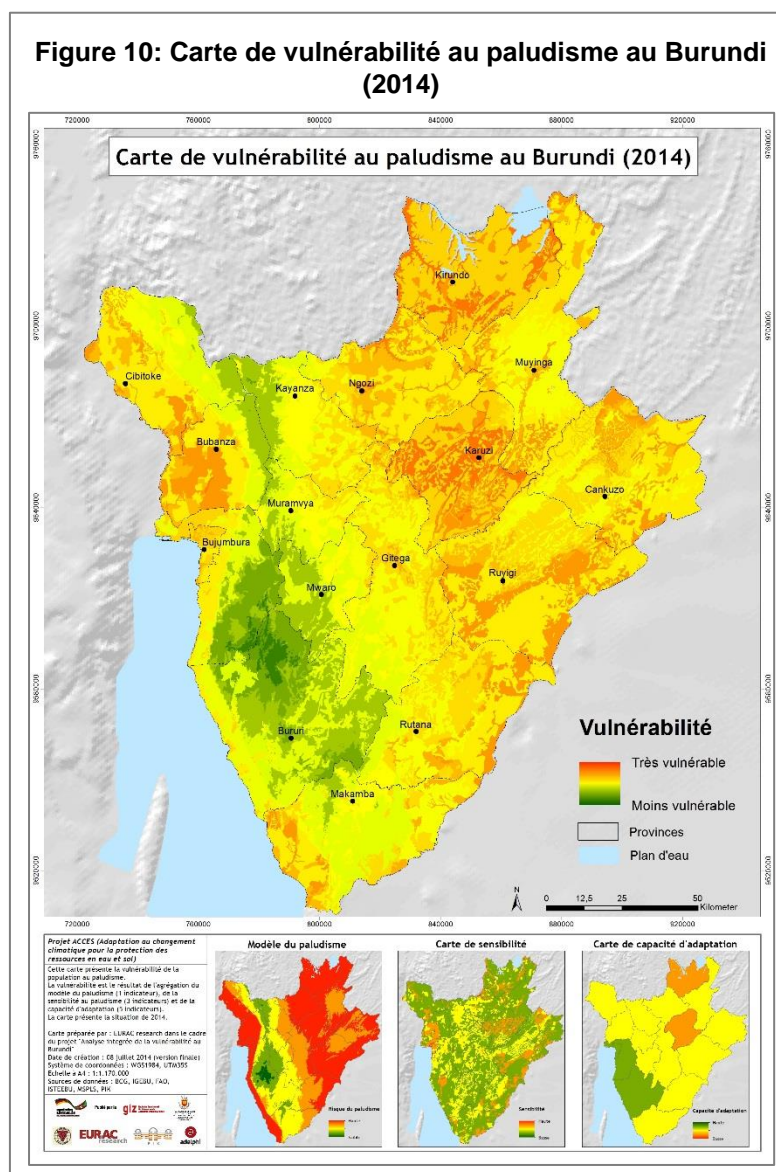
Les projections montrent que l'eau disponible continuera à augmenter dans l'ensemble du pays. Pour la dernière période de 2071-2099, la quasi-totalité du Burundi disposera d'une quantité suffisante d'eau pour l'agriculture. Seules la sensibilité et la capacité d'adaptation contribueront à une vulnérabilité plus élevée. Bien que la sensibilité augmente dans le nord-est et le nord-ouest du pays, la vulnérabilité diminue par rapport à la situation de 2014, en raison du surplus d'eau disponible. Le modèle de disponibilité contribue fortement à la présentation d'une faible vulnérabilité à la sécheresse dans tout le pays. Cependant, il faut noter que le modèle ne montre que la disponibilité d'eau pendant l'année mais ne peut pas indiquer sa distribution lors de l'année. Il est donc bien probable que la disponibilité d'eau en tant que telle va augmenter pour toute l'année mais qu'elle montre des véritables variations mensuelles pendant l'année avec des conséquences plus défavorables.

L'étude des cartes avec l'équipe technique et les participants de l'atelier en juin 2014 a révélé que les cartes de vulnérabilité à la sécheresse ne reflètent pas très bien la réalité. Selon eux, le nord-est doit être considéré comme plus vulnérable à la sécheresse. La province de Kirundo, qui a notamment connu une pénurie d'eau et de fortes sécheresses historiques, n'est cependant pas indiquée comme très vulnérable sur la carte.

Plus généralement, il convient de souligner qu'il existe des incertitudes en matière de modélisation. Le modèle de disponibilité d'eau doit tout particulièrement être interprété avec précaution, en prenant en compte la qualité des données utilisées et la difficulté de représenter des processus hydrologiques trop détaillés et complexes à petite échelle.

2.4 Carte de vulnérabilité au paludisme

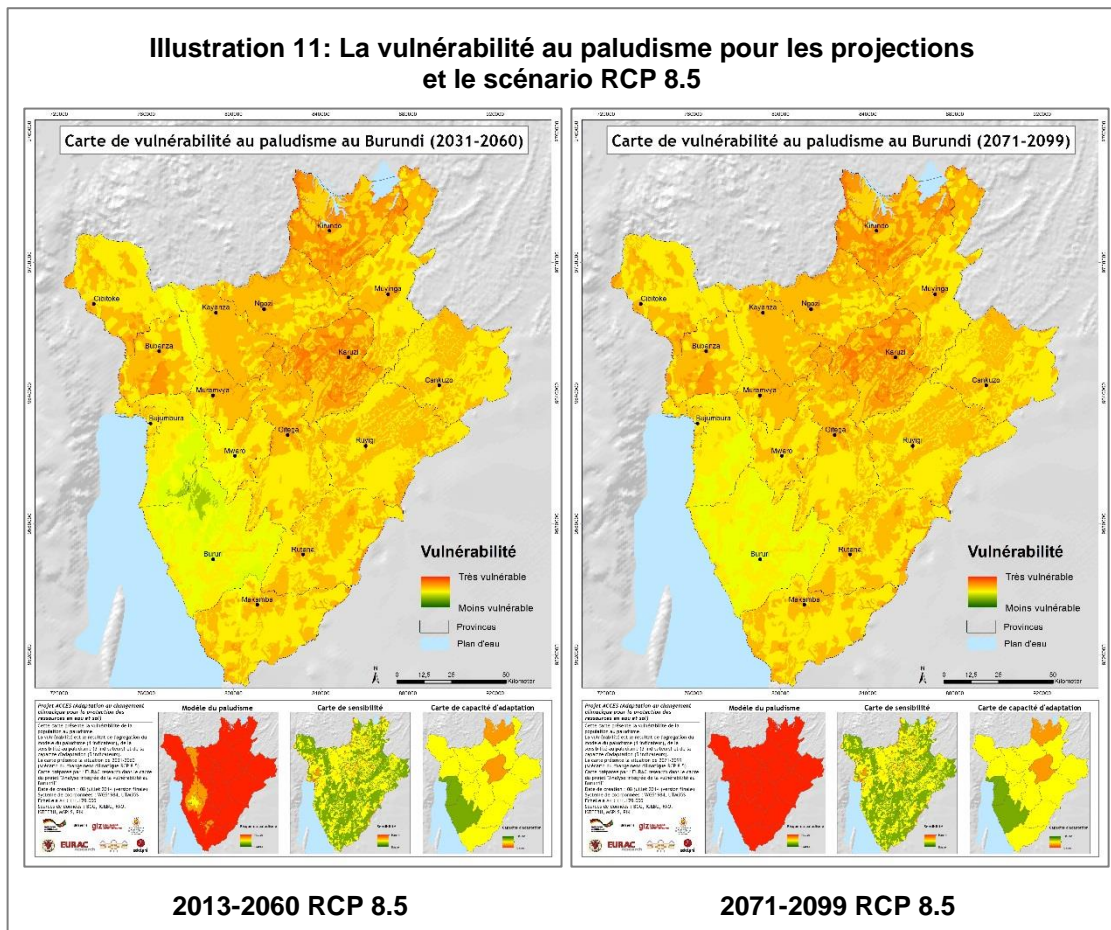
La carte suivante montre la vulnérabilité au paludisme pour 2014, ainsi que, dans le cadre inférieur, les cartes d'exposition, de sensibilité et de capacité d'adaptation. L'exposition au paludisme est représentée par le modèle du paludisme, intégrant les températures et la pluviométrie.¹⁰



On constate que la grande partie du Burundi est très vulnérable au paludisme. Seules les régions de la crête, en effet les zones de plus haute altitude du pays, affichent une vulnérabilité moins élevée. Le modèle du paludisme en bas à gauche montre clairement que le risque du paludisme varie considérablement avec l'altitude. Les régions les plus élevées ne sont pas du tout affectées par le paludisme, du fait de températures trop bas. Les petites structures affichant la plus forte vulnérabilité dans le nord et le centre sont dues à la

¹⁰ Pour de plus amples informations, voir « Rapport sur le Changement Climatique au Burundi ».

couverture végétale, qui joue un rôle important dans la propagation des moustiques et qui accroît la sensibilité au paludisme. La propagation des moustiques est en effet favorisée par les cours d'eau et plans d'eau, ainsi que les marais et la riziculture. Dans les provinces de Kirundo et Karuzi, la capacité d'adaptation (les ressources et connaissances en matière de prévention et de traitement du paludisme et d'accès aux établissements de santé) est moins élevée, ce qui augmente la vulnérabilité totale de la population au paludisme.



Pour les projections, la vulnérabilité au paludisme ne cesse d'augmenter pour le Burundi. On constate très nettement que le risque du paludisme gagne peu à peu les zones les plus élevées sur la crête. Pour la dernière période de 2071-2099, l'ensemble du pays est exposé à un haut risque du paludisme. La propagation de la vulnérabilité est due à la hausse des températures due au changement climatique, qui favorise la prévalence des moustiques et donc du paludisme. Pour la dernière période, les températures minimums nécessaires à la transmission du parasite sont finalement présentes partout. Dans le même temps, la sensibilité augmente également, même si l'indicateur de la structure d'âge montre une amélioration de la situation due au vieillissement de la population (voir « Rapport sur le Changement Climatique au Burundi »). Au final, la vulnérabilité au paludisme est très marquée au Burundi. Seules les provinces de Bururi et du Bujumbura rural présentent une situation plus modérée en raison des capacités d'adaptation un peu plus élevées.

Les discussions avec les experts locaux sur la vulnérabilité au paludisme ont validé cette cartographie; les scénarios de la modélisation semblent en effet réalistes pour le Burundi, que ce soit pour le risque du paludisme ou pour la sensibilité de la population et ses capacités d'adaptation. Étant donné que l'on ne peut guère changer l'exposition au paludisme, les mesures d'adaptation doivent se concentrer sur l'augmentation de la capacité d'adaptation, respective la diminution de la sensibilité de la population.

3 Bibliographie

LE ROUX, MORGENTHAL, MALHERBE, PRETORIUS, SUMNER. Water erosion prediction at a national scale for South Africa. Water Research Commission South Africa, 2008

MABASO & NDLOVU. Critical review of research literature on climate-driven malaria epidemics in sub-Saharan Africa. *public health* 126, 2012, p. 909-919

MARTENS, KOVATS, NIJHOF, DE VRIES, LIVERMORE, BRADLEY, COX, MCMICHAEL. Climate change and future populations at risk of malaria. *Global Environmental Change* 9, 1999, p. 89-107

NKURUNZIZA, GEBHARDT, PILZ. Geo-additive modelling of malaria in Burundi. *Malaria Journal* 2011, 10:234

NTIBURUMUSI. Dynamique du Ruissellement, des Pertes dues à l'Erosion et l'incidence à la Production sur les Sols Ferrallitiques du Burundi. s.d.

NSABIMANA. Étude quantitative de l'érosion hydrique en milieu rural du BURUNDI. s.d.

VAN DER KNIJFF, JONES, MONTANARELLA. Soil Erosion Risk Assessment in Italy. Joint Research Centre, European Commission, 1999

Pour un complément de bibliographie, voir l'étude sur la disponibilité des données de novembre 2013.

Voir aussi les sites-web:

<http://www.climat.bi>

<http://webgis.eurac.edu/burundi/>

Imprint

Bureau de la GIZ à Bujumbura

Croisement JRR / Av. P.L. Rwagasore 46

BP 41, Bujumbura, Burundi

T +257 22 21 59 73

F +257 22 22 19 54

E giz-burundi@giz.de

I www.giz.de

Contact

Juliane Wiesenhütter

T +257 22 27 84 20

E juliane.wiesenhuetter@giz.de

I www.giz.de

Auteurs

Dr Christina Bollin, Kerstin Fritzsche et Salvator Ruzima, adelphi

Dr Stefan Schneiderbauer, Daniel Becker et Lydia Pedoth, EURAC

Dr Stefan Liersch, PIK

Burundi, décembre 2014

