

Perception et stratégies d'adaptation aux incertitudes climatiques par les exploitants agricoles des zones marécageuses au Sud-Kivu

Farmers' perception of climate uncertainties and adaptation strategies in the swampy areas of South Kivu

Arsène Mushagalusa Balasha, Jean-Hélène Kitsali Katungo, Benjamin Murhula Balasha, Lebon Hwali Masheka, Aloïse Bitagirwa Ndele, Volonté Cirhuza, Jean-Baptiste Assumani Buhendwa, Innocent Akilimali, Nicanor Cubaka and Benoît Bismwa

Volume 21, Number 1, May 2021

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/1087886ar>

DOI: <https://doi.org/10.4000/vertigo.31673>

[See table of contents](#)

Publisher(s)

Université du Québec à Montréal
Éditions en environnement VertigO

ISSN

1492-8442 (digital)

[Explore this journal](#)

Cite this article

Mushagalusa Balasha, A., Kitsali Katungo, J.-H., Murhula Balasha, B., Hwali Masheka, L., Bitagirwa Ndele, A., Cirhuza, V., Assumani Buhendwa, J.-B., Akilimali, I., Cubaka, N. & Bismwa, B. (2021). Perception et stratégies d'adaptation aux incertitudes climatiques par les exploitants agricoles des zones marécageuses au Sud-Kivu. *VertigO*, 21(1), 1–30.
<https://doi.org/10.4000/vertigo.31673>

Article abstract

Smallholder farming vulnerability to climate change results from its direct dependence on climatic factors (rainfalls, temperatures, solar radiation). In the DR Congo, where $\frac{3}{4}$ of the population depends on this type of agriculture, the combined effects of climate change and COVID-19 have been added to existing structural issues (example : persistent insecurity, impassable agricultural feeder roads) to exacerbate threats to livelihoods of rural and periurban communities. Farmers' interviews within swamps of South Kivu reveal that the disruption of climatic elements such as rainfall and temperature patterns upsets farmers' endogenous knowledge of the climate. These farmers experience heavy and short rainfall (76 %), rising temperatures and a dry season likely long. Results from the binary logistic regression show that the appearance of new pests and the irregularity in rainfall patterns increase significantly farmers' conviction of climate change in the study area. Perceived impacts of climate change that farmers fear include the decline of soil fertility, decreasing yields, crops failure due to floods. Farmers' adaptation strategies include the cleaning up streams, mulching as well as the application of manure, crop diversification and use of chemical pesticides that is currently farmers' preferred option to control pests. This paper provides valuable information that can guide policy makers as well as those involved in agricultural development to define a program that aims at strengthening farmers' capacity to adapt to climate change by formulating new strategies based on existing local knowledge.



Perception et stratégies d'adaptation aux incertitudes climatiques par les exploitants agricoles des zones marécageuses au Sud-Kivu

*Farmers' perception of climate uncertainties and adaptation strategies in the
swampy areas of South Kivu*

Arsène Mushagalusa Balasha, Jean-Hélène Kitsali Katungo, Benjamin
Murhula Balasha, Lebon Hwali Masheka, Aloïse Bitagirwa Ndele, Volonté
Cirhuza, Jean -Baptiste Assumani Buhendwa, Innocent Akilimali, Nicanor
Cubaka et Benoît Bismwa

Introduction

- 1 En Afrique subsaharienne, l'agriculture familiale occupe plus de 73 à 75 % de la population (Salami, et al., 2010 ; Morton, 2007). Ce type d'agriculture désigne une des formes d'organisation de la production agricole regroupant des exploitations caractérisées par des liens organiques entre la famille et l'unité de production et par la mobilisation du travail familial excluant le salariat permanent (Bosc, 2014). La plus grande partie des agriculteurs exploite de petites surfaces variant de 0,1 à 3 hectares (Moyo, 2016 ; Balasha et al., 2015), situées parfois dans les zones dégradées et sensibles aux aléas climatiques (marais, déserts, collines) (Bationo et al., 2015 ; Morton, 2007).
- 2 Le changement climatique qui résulte de l'augmentation des gaz à effet de serre et donc de la température planétaire constitue une menace pour l'agriculture familiale (Kabore et al., 2019 ; Abid et al., 2015 ; Kergomard, 2012) car celle-ci dépend directement des facteurs climatiques, notamment du rayonnement du soleil, de la pluie, de la température et de la teneur en gaz carbonique (Sourisseau et al., 2015). Ce changement

est perçu par des agriculteurs à travers divers événements susceptibles de produire des effets négatifs sur les exploitations (Omerkhil et al., 2020 ; Kasongo et Mosombo, 2017 ; Harvey et al., 2014). Ces événements comprennent la pluviométrie excessive, la sécheresse prolongée, les inondations ou les vents forts qui peuvent tous détruire les cultures et entraîner des pertes post-récoltes (Mballo et al., 2019 ; Madege et al., 2017 ; FAO, 2014 ; Salami et al., 2010).

- 3 En République Démocratique du Congo (RDC), où environ 70 % de la population vit essentiellement de l'agriculture de subsistance (Tshomba et al., 2019 ; Chaussé et al., 2012), le changement climatique est venu s'ajouter à d'autres problèmes existants pouvant agir de cause à effet : l'insécurité, l'impraticabilité des routes de desserte agricole, la pauvreté, la croissance démographique galopante entraînant ainsi une compétition d'accès aux ressources (USAID, 2018 ; Bele et al., 2014 ; PNUD, 2013) ainsi que l'urbanisation rapide accompagnée de la déforestation (Munyemba et Bogaert, 2014). Par ailleurs, la pandémie de coronavirus (COVID-19) encours perturbe aussi, non seulement les chaînes d'approvisionnement alimentaire, mais aussi celles de distribution des intrants agricoles. Cela a conduit à la flambée des prix des produits alimentaires, des semences et des pesticides (Mushagalusa et Nkulu, 2021 ; Bene, 2020).
- 4 Selon Ayanlade and Radeny (2020), dans certaines régions africaines, les stricts confinements et les restrictions de déplacement subséquents aux mesures de limiter la propagation de COVID-19 ont eu des répercussions directes sur les dates de semis de plusieurs cultures comme le maïs et ont ralenti l'exécution des opérations culturales sur les exploitations agricoles. Au Sud-Kivu, à l'est de la RDC, les effets combinés du changement climatique et de COVID-19 risquent d'aggraver les conditions de vie de la population rurale déjà fragilisée par les conflits armés et l'insécurité ayant contraint de nombreux ménages agricoles à l'exode rural (Murhula et al., 2020 ; Bele et al., 2014 ; Buchekuderhwa et Mapatano, 2013).
- 5 L'étude de Munyuli et al. (2013) a déjà établi un lien significatif entre la variabilité des paramètres climatiques (température et précipitation) et la recrudescence des infections de cholera à Bukavu. Des pluies irrégulières et abondantes ainsi que des températures à tendance montante enregistrées dans le territoire de Kabare, de Walungu et à Uvira s'accompagnent de la dégradation des sols, de la destruction des champs, ainsi que des dégâts matériels et de perte en vies humaines (Heri-Kazi et Biielders, 2020 ; USAID, 2020 ; Bele et al., 2014). En plus, la recrudescence des maladies des plantes et l'expansion rapide des chenilles légionnaires d'automne et leur caractère polyphage inquiètent des agriculteurs et les chercheurs (Cokola et al., 2021 ; Munene, 2018).
- 6 Les ménages agricoles sont particulièrement vulnérables au changement climatique pour diverses raisons. D'abord, ils produisent principalement pour leur subsistance et leurs systèmes de production dépendent des conditions climatiques, surtout la pluie (Shimeles et al., 2018 ; Serdeczny et al., 2017 ; Bele et al., 2014), ensuite, ils ont une faible capacité d'adaptation marquée par un accès limité aux technologies (Shimeles et al., 2018 ; Fisher et al., 2015 ; Morton, 2007). Encore, beaucoup d'agriculteurs n'ont pas de titre foncier, ce qui les empêche de s'engager dans les pratiques plus durables comme l'agroforesterie (Mushagalusa et Kesonga, 2019) ainsi que les bonnes pratiques de gestion de la fertilité des sols (Faye et al., 2019^a). En plus, ils ont peu accès au crédit et sont exclus des systèmes bancaires dû au manque d'hypothèques (Mulumeoderwa et al., 2019 ; Chandio et al., 2017).

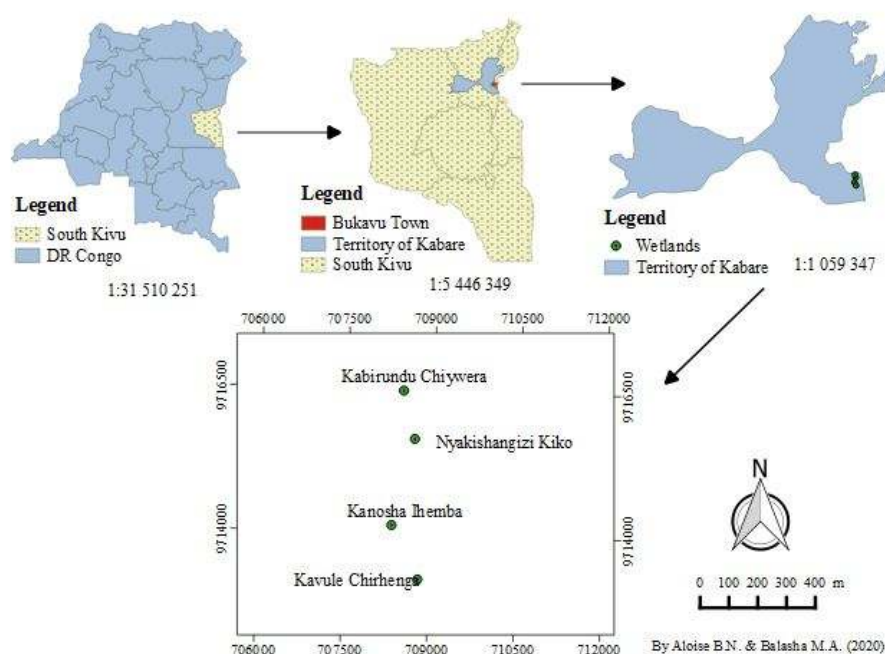
- 7 Les travaux recensés sur les stratégies d'adaptation indiquent que l'utilisation des semences résistantes à la sécheresse associée à l'agroforesterie, le décalage des dates de semis et l'irrigation (Abid et al., 2015 ; Sarr et al., 2015 ; Ofuoku, 2011), la gestion efficiente de l'eau et des fertilisants (Bagula et al., 2013) ainsi que la diversification des cultures sont parmi les options d'adaptation privilégiées (Torquebiau, 2017 ; Makate et al., 2016 ; Bele et al., 2014). Cependant, la mise en place de ces stratégies varie d'un système de production à l'autre, des opportunités, des facteurs socio-économiques ainsi que de la perception des agriculteurs du changement climatique (Asayehegn et al., 2017 ; Abid et al., 2015 ; Ofuoku, 2011).
- 8 Dans la zone d'étude, alors que les recherches antérieures ont mis en évidence les impacts du changement climatique sur les communautés locales et leurs moyens d'existence (Cirimwami et al., 2019 ; Bele et al., 2014 ; Munyuli et al., 2013), l'analyse des déterminants de la perception des agriculteurs du changement climatique et de leurs stratégies d'adaptation fait encore défaut. Pourtant, de telles informations peuvent orienter les pouvoirs publics ainsi que les acteurs engagés dans le développement agricole à définir un programme de renforcement des capacités d'adaptation et de résilience des agriculteurs face au changement climatique, en formulant de nouvelles stratégies basées sur les savoirs endogènes (Kabore et al., 2019). Ce travail se base sur l'hypothèse que la perception des agriculteurs du changement climatique et des impacts négatifs sur leurs exploitations les incite à développer des stratégies d'adaptation.
- 9 L'objectif de ce travail était d'analyser la perception et les stratégies d'adaptation des agriculteurs aux incertitudes climatiques pour répondre aux questions suivantes. Quels sont les déterminants de la perception du changement climatique pour les agriculteurs de zones marécageuses à Kabare ? Comment ce changement impacte-t-il leurs exploitations agricoles ? Quelles sont les stratégies d'adaptation développées à l'échelle de l'exploitation ? Nous avons privilégié les entretiens avec les agriculteurs et recouru aux outils économétriques pour atteindre les objectifs spécifiques suivants :
 - Analyser la perception des agriculteurs du changement climatique ainsi que ses impacts négatifs sur les exploitations agricoles,
 - Identifier les stratégies actuelles d'adaptation utilisées, et discuter de leur perception et stratégies pour en appréhender les atouts, les défis et les limites afin de mieux formuler des recommandations réfléchies.

Matériel et méthodes

Zone d'étude et justification de choix de sites

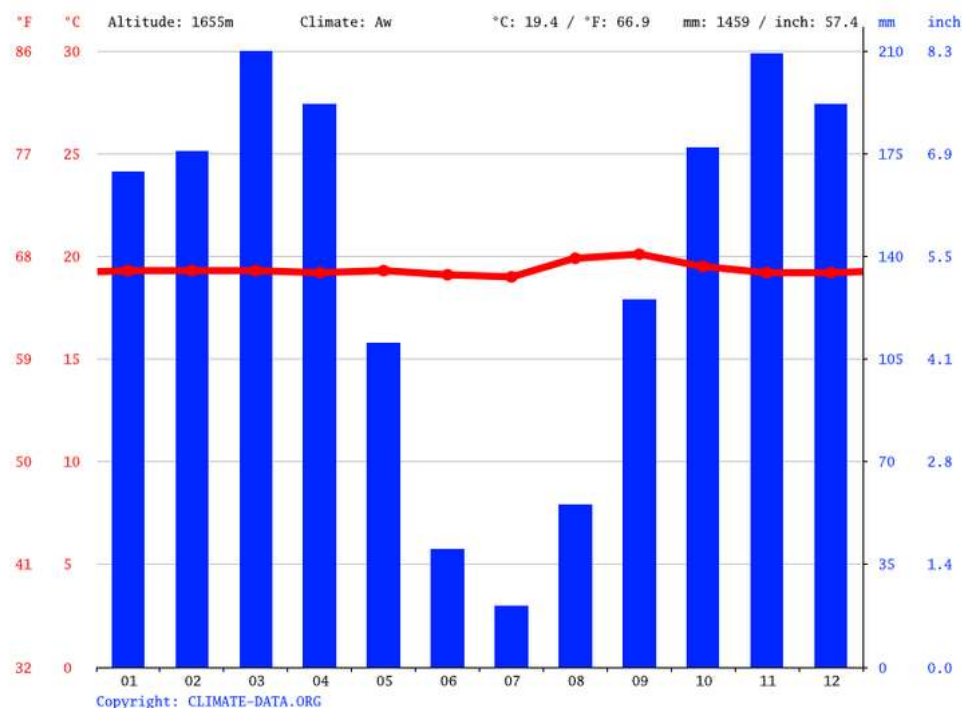
- 10 L'étude a été conduite d'avril à juin 2020 dans 4 sites marécageux. Il s'agit de Kabirundu situé à 2.56363 lat. Sud, 28.87490 long. Est, 1580m alt. ; Kanosha situé à 02.58485 de latitude Sud, 28.87366 long Est et à 1573 m lat. ; Kavule situé à 2.59327 lat. Sud, 28.87799 long Est et à 1567m d'altitude et enfin Nakishangizi Kiko situé 2.57117 de latitude Sud et 28.87687 long Est à 1588m lat.). Tous ces marais sont situés entre les villages de Buhozi, Nyantende, Chirhinja, Ihemba, Ihasi et Mandwe. Ceux-ci sont localisés dans le territoire de Kabare, dans les périphéries de la ville de Bukavu, chef-lieu de la province du Sud-Kivu à l'est de la RD Congo (Figure 1).

Figure 1. Carte du Sud Kivu montrant le territoire de Kabare et les sites enquêtés. Map of South Kivu (DR Congo) showing the territory of Kabare and the study areas.



- 11 Le choix de ces sites marécageux a été motivé par 4 raisons : d'abord, les sites sont de grande taille, et s'étendent sur une dizaine d'hectares chacun et sensibles aux effets climatiques, en l'occurrence les inondations. Deuxièmement, ils fournissent une bonne partie des légumes et autres produits vivriers consommés à Bukavu. Ensuite, plus de 65 % des femmes et de jeunes y travaillent pour leur autonomie financière. Enfin, aucune étude n'a traité jusqu'ici de leurs pratiques culturelles et de leurs perceptions du changement climatiques. La zone d'étude jouit d'un climat tropical humide caractérisé par une saison des pluies allant de septembre à mai et une saison sèche de juin à août. Le diagramme ombrothermique (village de Nyantende) des trois dernières décennies (1982–2012) montre que la température moyenne annuelle est de 19,4 °C. Le mois de juillet est le plus sec et froid alors que mars et novembre sont les plus pluvieux. Les précipitations moyennes annuelles s'élèvent à 1459 mm (Figure 2).

Figure 2. Diagramme ombrothermique du village de Nyantende / Ombrothermic diagram of Nyantende Village.



- 12 Les travaux de Heri-Kazi et Biolders (2020) et de Mateso et Dewitte (2014) montrent que la région est sensible aux glissements de terrain et à l'érosion, ce qui a aggravé la dégradation des terres agricoles et la destruction des cultures. Avec plus de 5 millions d'habitants (Pourtier, 2018), le Sud-Kivu enregistre 315 189 déplacés internes fuyant violences et insécurité en milieu rural (United Nations migration agency, 2018). L'agriculture familiale y occupe plus de 70 % de la population produisant à la fois pour sa subsistance et pour le marché local (Ndjaji et al., 2020 ; Bucekuderhwa et Mapatano, 2013). Les principales spéculations sont le manioc et le haricot et divers légumes produits en association (Ndjaji et al., 2020 ; Civava et al., 2012 ; Ntamwira et al., 2014). Les productions maraîchères (choux, amarante, carotte, courge, aubergine) et la canne à sucre prennent de l'ampleur dans les vallées pour donner suite à la demande alimentaire urbaine croissante. Bien que pour plus de 49 % des agriculteurs, les contraintes majeures de production soient d'ordre climatique (Ndjaji et al., 2020 ; Mulumeoderwa et al., 2019), le phénomène d'urbanisation et d'accaparement des terres inquiète les agriculteurs et la société civile (Nyenyezi et Ansoms, 2014 ; Ansoms et al., 2012). L'offre alimentaire locale reste déficitaire et est supplée par des importations des pays voisins (Rwanda, Burundi) et les approvisionnements de la province du Nord Kivu et d'île d'Idjwi (Vwima et al., 2014). Les efforts fournis ces dernières années par les pouvoirs publics et les institutions de recherche pour améliorer la sécurité alimentaire locale ont été basés sur la mise en place et la vulgarisation des variétés améliorées de manioc et de haricot (Dontsop-Nguezet et al., 2016), et sur la structuration de la filière riz et l'appui au secteur agro-pastoral dans la plaine de Ruzizi. Cependant, les résultats sur le terrain sont encore peu satisfaisants et loin des attentes de la population.

Collecte des données

- 13 La méthodologie utilisée est basée sur des enquêtes et des visites aux champs (observation de terrain). La première quantitative porte sur l'administration du questionnaire à 148 agriculteurs choisis de manière aléatoire dans les 4 sites marécageux (Figure 1). Le traitement et l'analyse des données ont permis d'étudier les perceptions des agriculteurs du changement climatique ainsi que leurs stratégies d'adaptation à associer à leurs pratiques actuelles de production. Les visites aux champs ont permis de comprendre les dégâts des ravageurs, l'ampleur et les effets des inondations et la mise en place des stratégies d'adaptation. Le tableau 1 présente la répartition des agriculteurs dans les sites, les périodes de l'enquête ainsi que les travaux qui étaient en cours d'exécution.

Tableau 1. Répartition des enquêtés dans les sites et les activités encours à la période de l'enquête / Farmers' distribution and the activities going on during the survey.

Sites d'étude	N*	Dates d'enquête	Activités encours dans le site
Kabirundu	40	Du 9 au 18 avril / 2020	Semis, sarclage, traitements phyto, couverture sol, récolte
Kavule	33	Du 20 au 30 avril 2020	Curage, labour, semis
Kanosha	36	Du 11 au 20 mai 2020	Curage, désherbage, labour
Nyakishangizi	39	Du 01 au 12 juin 2020	Labour, semis, repiquage

* Nombre des exploitants enquêtés par site.

- 14 Les travaux de Kabore et al. (2019) et Kasongo et Mosombo (2017) nous ont orientés du point de vue méthodologique pour la structuration du questionnaire. Le questionnaire a porté sur les caractéristiques socio-économiques des agriculteurs (genre, âge, accès à la terre, taille de l'exploitation, ancienneté dans la production et les objectifs de production), la perception locale des paramètres météorologiques (précipitations, températures et vents) dont leur évolution dans le temps traduit le changement climatique (Kabore et al., 2019). En parallèle, le choix d'étudier les données des précipitations, des vents et des températures dans l'analyse des perceptions des agriculteurs du changement climatique s'explique par leur influence directe sur la croissance des végétaux et la production agricole (Sourisseau et al., 2015 ; Bamabra et al., 2013).
- 15 Les opinions des agriculteurs sur l'alternance, la durée des saisons (sèche et pluvieuse) et les paramètres locaux d'une bonne année agricole ont été identifiés ainsi que les impacts négatifs observés sur les exploitations (chute de rendement, perte de fertilité, inondation, perte des récoltes, apparition de nouveaux bioagresseurs). Ces informations ont permis de comprendre l'appréciation, les inquiétudes et le jugement qu'ont les agriculteurs vis-à-vis du climat. Les stratégies d'adaptation des exploitants face au changement climatique ont été identifiées en demandant aux agriculteurs

quelles étaient leurs stratégies d'adaptation par rapport à la gestion des inondations, de l'eau, des bioagresseurs, de la fertilité de sols ainsi leurs stratégies de prévention de risques agricoles et d'obtention des informations climatiques. Cela permet à chaque agriculteur de donner son avis par rapport aux stratégies utilisées (Soglo et al., 2018). La seconde méthode qualitative s'est appuyée sur le recueil de récits de vie d'une dizaine d'agriculteurs pour comprendre les inquiétudes ainsi que les défis auxquels font face les agriculteurs dans les marais. Les entretiens liés aux impacts du changement climatique observés ont permis de comprendre les raisons qui ont conduit les agriculteurs à mettre en place les stratégies actuelles.

Analyse statistique des données

- 16 Les données récoltées ont été encodées sur un tableur Excel, nettoyées et transférées sur IBM SPSS Statistical Package Version 21.0 pour les analyses descriptives (fréquences, des moyennes et des pourcentages). Ensuite, une analyse économétrique par un modèle de régression logistique a permis d'identifier les déterminants de la perception du changement climatique par les agriculteurs. Le modèle de la régression logistique binaire a été choisi pour les raisons suivantes : le caractère qualitatif et dichotomique de la variable dépendante, à savoir la perception du changement climatique ou non. Ce modèle a déjà été utilisé pour analyser l'adoption des techniques de production intégrée à Lubumbashi (Balasha et Nkulu, 2020) et les perceptions paysannes du changement climatique au Burkina Faso (Kabore et al., 2019). Le modèle s'écrit comme suit : $Y = f(x, e)$, où Y est la variable dépendante (perception du changement climatique). Elle prend la valeur 1 si l'agriculteur perçoit le changement climatique, 0 sinon. x est la matrice des variables susceptibles d'expliquer la variation de Y et e est l'erreur logistique de la distribution. Les variables soumises à l'analyse de la régression logistique binaire sont décrites dans le tableau 2 et une valeur de $p < 0,05$ a été considérée comme statistiquement significative.

Tableau 2. Description des variables utilisées dans le modèle logistique binaire / Description of variables used in binary logit model.

Variables	Description	Effet attendu
Variable expliquée		
PCC	Perception du changement climatique prend la valeur 1 si le changement a été observé, 0 si non	
Variables explicatives		
Acterre	Mode d'accès à la terre (1 = propriétaire, 0 = locataire)	-
Superficie	Taille de l'exploitation (1 = petite si 1-4 ares), 0 si large (≥ 5 ares)	-
Ravageur	Observation de nouveaux ravageurs (1 = est membre, 0 = non membre)	+

Rendement	Chute de rendement (1 = a observé une chute de rendement, 0 si non)	+
Irrégularité des pluies	Irrégularité des pluies (1 = a observé l'irrégularité des pluies, 0 = n'a pas observé)	+
Température	Températures élevées (1 = a senti une température élevée, 0 = n'a pas senti)	+
Genre	Genre (1 = homme, 0 = femme)	-
Age	Age de l'exploitant (1 = jeune : 15- 44 ans, 0 = plus âgé : 45-75 ans)	+
Ancienneté	Ancienneté de l'exploitant dans la zone (1 = courte, ≤ 19 ans, 0 = longue : ≥ 20)	+

Résultats

Caractéristiques des agriculteurs et leurs exploitations

- 17 Les résultats du tableau 3 indiquent que les femmes et les hommes représentent respectivement 65 et 35 % des exploitants et 72 % cultivent à la fois pour l'autoconsommation et le marché afin de tirer revenus de leurs activités. Leur âge varie de 15 à 75 ans. Plus de la moitié de ces agriculteurs (55 %) ont une ancienneté dans les sites marécageux variant d'un à neuf ans alors que 22 % y travaillent depuis plus de 20 ans. Notons que 84 % des exploitations observées sont de très petite taille (1- 4 ares) et 46 % des agriculteurs exploitent les terres obtenues par contrat de location. Très peu d'agriculteurs (3 %) démarrent les activités agricoles en février alors qu'une grande proportion (45 %) démarre au mois de mai et 10 % au début du mois de juin (figure 3). Cette différence dans le démarrage des activités est dû au fait que les inondations ont retardé les travaux dans les sites de Kanosha et Kiko. La plupart des cultures pratiquées étaient des légumes (près de 95 %) dont les types d'associations observées sont présentés à la figure 4. Plus de 32 % des agriculteurs associent la courge à l'amarante ainsi que la colocase, 25 % cultivent presque les mêmes cultures en y ajoutant le chou et alors que 13 % cultivent le haricot en association avec le maïs, le taro et le chou. La tomate et l'aubergine ainsi que le maïs sont cultivés sur 3 % des exploitations. Sur 22 % des exploitations observées, la canne à sucre fait partie des cultures principales. Notons qu'en plus de son intérêt économique, la canne à sucre est également utilisée comme brise-vent et haie vive. La patate douce dont les feuilles commencent à être prisées à Bukavu, est cultivée sur 5 % des exploitations en combinaison avec le taro.

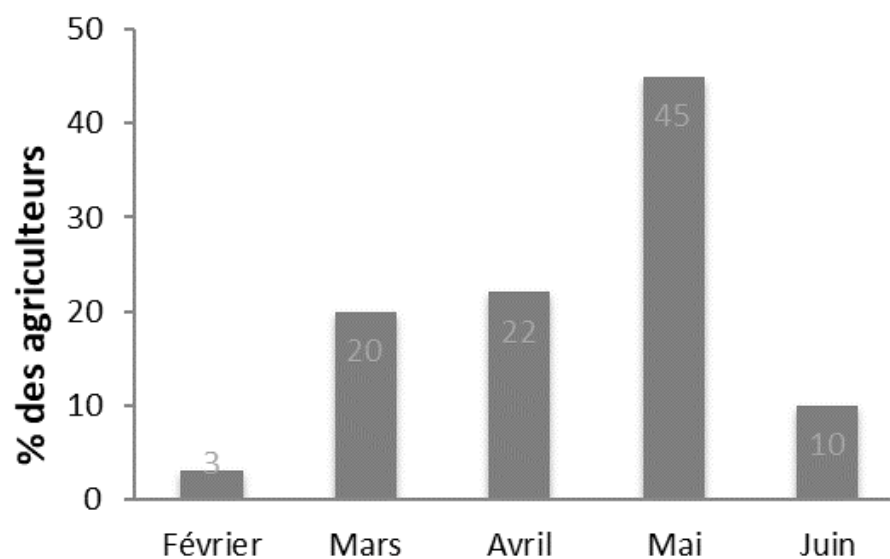
Tableau 3. Caractéristiques socio-économiques des exploitants / Farmers' socioeconomic characteristics.

Variables	Catégorie	Effectif	Pourcentage
Genre	Hommes	52	35
	Femmes	33	65

	Femmes	96	65
Tranche d'âge (années) Moyenne : 43	15-29	25	17
	30-44	50	34
	45-59	44	30
	60-75	29	19
Ancienneté (années) Moyenne : 11	1-9	82	55
	10-19	34	23
	>20	32	22
Accès à la terre	Propriété	80	54
	Location (<i>Bwasa</i> *)	68	46
Taille d'exploitation Moyenne : 2,5	4 ares	124	84
	5- 9 ares	22	14
	>10 ares	2	1
Destination des récoltes	Marché et Autoconsommation	107	72

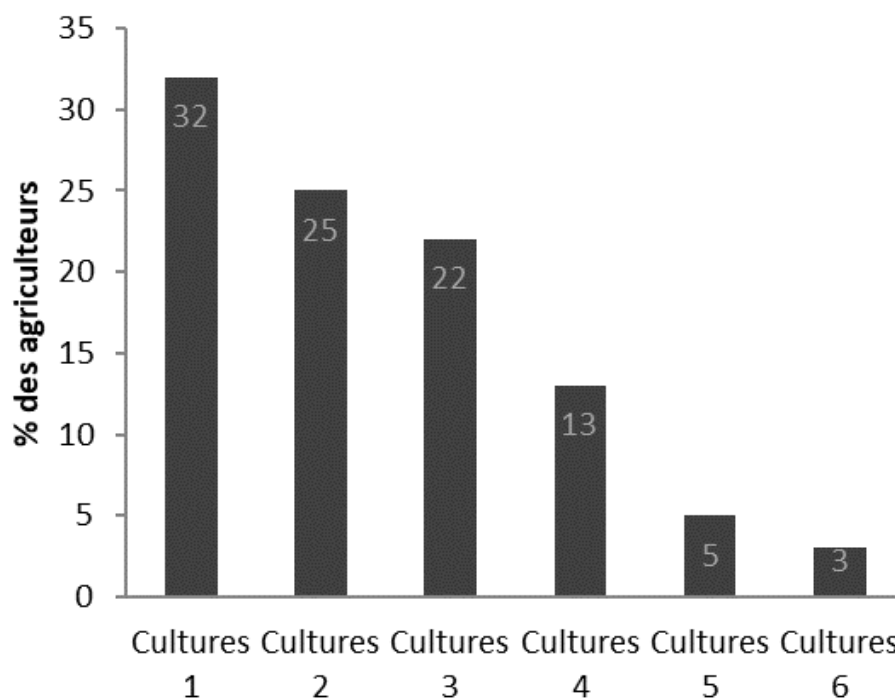
* au Bushi, ce terme désigne un contrat de location annuelle de la terre aux fins agricoles en offrant soit une chèvre soit sa valeur monétaire ou soit les services agricoles au propriétaire de la terre.

Figure 3. Mois de démarrage des activités de production dans les sites visités / starting month for farming activities in the study areas.



n = 148

Figure 4. Cultures pratiquées par les exploitants dans les sites enquêtés / Crops produced by farmers in the study areas.



n =148 ; Cultures 1 : Courge + amarante+ colocase, Cultures 2 : Aubergine +amarante +choux+ colocase, Cultures 3 : Courge+ colocase +canne à sucre, Cultures 4 : Chou-amarante +colocase+ haricot+ maïs, Cultures 5 : Patate douce + canne à sucre + taro, Cultures 6 : Tomate +aubergine+chou+manioc et colocase

Connaissance locale des paramètres de réussite d'une année agricole

- 18 Pour les agriculteurs interrogés, la réussite d'une année agricole (bonnes récoltes) dépend de différents paramètres (Tableau 4). Une bonne croissance des cultures, des pluies modérées (29 %) et l'absence des menaces des ravageurs (animaux domestiques en divagation, des insectes et des taupes) ainsi que l'obtention à temps des intrants agricoles et de la main-d'œuvre rassurent la plupart des agriculteurs que l'année serait bonne avec des récoltes intéressantes. Cependant, la perturbation climatique défie les prédictions et les attentes des agriculteurs comme l'explique un enquêté de 65 ans rencontré à Kavule en juin 2020 :

« L'an passé, j'ai utilisé dans mon champ près de la maison des semences améliorées d'haricot dans l'espoir d'obtenir de bon rendement, après semis, il y a eu interruption des pluies pour une semaine et au début novembre, alors que la culture évoluait bien, des pluies abondantes ont fait chuter les fleurs et les jeunes gousses ».

Table 4. Connaissance locale des paramètres de réussite d'une année agricole / Local knowledge of factors influencing the success of the agricultural year.

Facteurs	Effectifs	Pourcentage
----------	-----------	-------------

Disponibilité des facteurs des productions	16	11
Absence des menaces (ravageurs, vol)	21	14
Pluies modérées	43	29
Croissance normale des cultures	65	44
Ne savent pas	3	2

Perceptions et impacts du changement climatique

- 19 Les résultats de la figure 5 indiquent qu'autrefois (il y a plus d'une décennie), 16 % des agriculteurs voyaient les pluies apparaître à la fin du mois d'août et la majorité (68 %) au début du mois de septembre. Pendant l'enquête, 42 % de ces agriculteurs ont rapporté que les pluies tombent en septembre, 37 % parlent de mi-octobre et 12 % de début novembre. La majorité des agriculteurs (76 %) constatent que les pluies sont très abondantes et de courte durée, les températures sont aussi en augmentation (61 %). Les vents sont forts et violents pour 32 % des agriculteurs alors que moins de 10 % d'entre eux n'ont pas perçu de changement climatique (Figure 6). En outre, l'irrégularité observée dans l'occurrence des pluies a fortement joué sur l'appréciation des saisons par les agriculteurs (Figure 7).

Figure 5. Opinion des agriculteurs sur l'occurrence des pluies / Farmers' opinion on the rainfall occurrence in the past and to date.

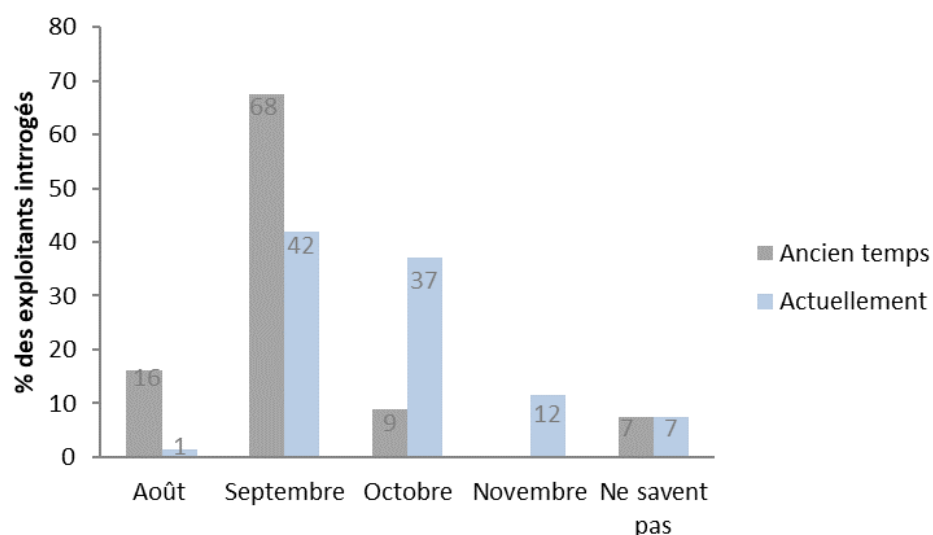


Figure 6. Perception des agriculteurs des paramètres climatiques / Farmers' perception of climate factors .

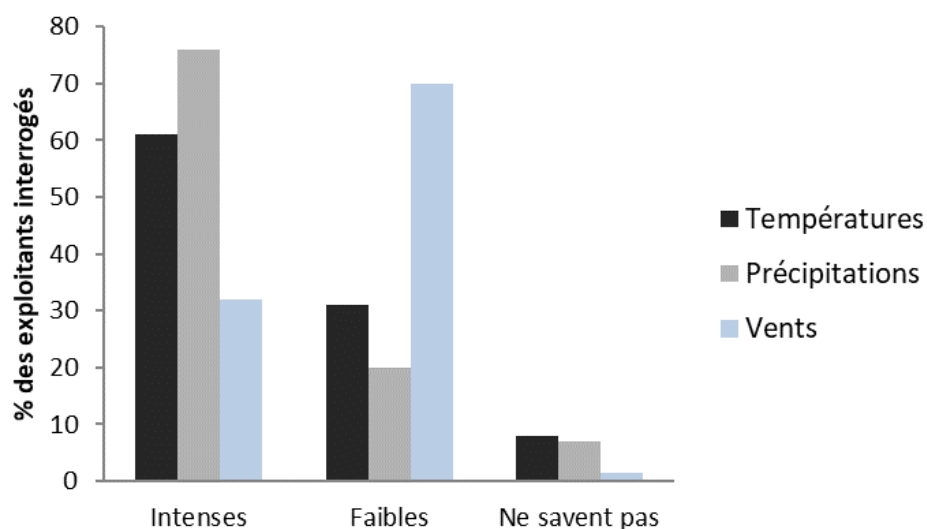
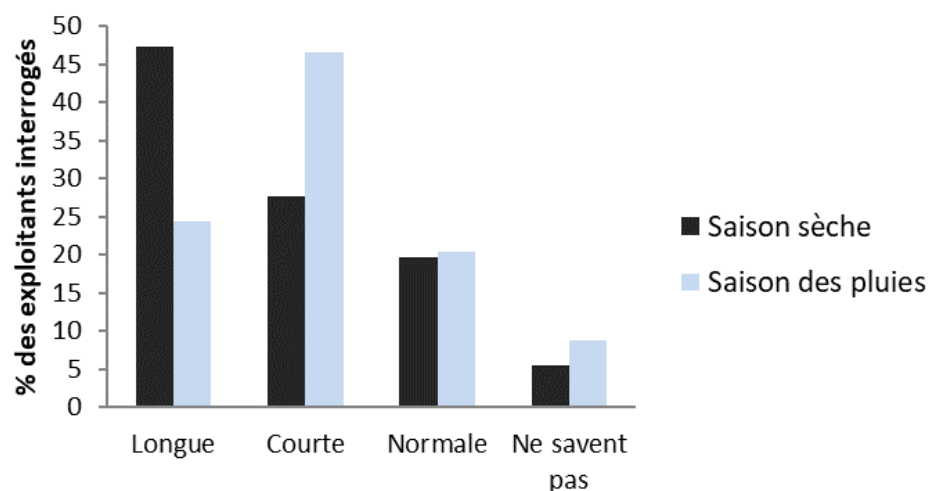


Figure 7. Perception des agriculteurs de la tendance des saisons / Farmers' perceptions of season's trend.



- 20 Près de la moitié des agriculteurs (47,3 %) disent que la saison sèche est devenue plus longue alors que 28 % la trouvent courte et 20 % normale alors que 9 % ne savent pas s'il y a de changement en cours. Parmi les 9 variables soumises à l'analyse économétrique à l'aide de la régression logistique, 4 d'entre elles se sont révélées déterminantes pour la perception du changement climatique (Tableau 5). Il s'agit du mode d'accès à la terre, de l'apparition de nouveaux bioagresseurs, des précipitations de plus en plus irrégulières, ainsi que de la surface cultivée. Nous notons aussi l'existence de corrélations positives, mais non significatives entre le genre, la chute des rendements, la température et la perception du changement climatique. Soulignons que le changement des paramètres climatiques s'accompagne simultanément d'impacts négatifs sur les activités agricoles et cela inquiète les agriculteurs, qui y voient de potentielles menaces sur leurs moyens d'existence (Tableau 6).

Tableau 5. Déterminants de la perception des agriculteurs du changement climatique / Factors influencing farmers' perception of climate change.

Variables	Coefficient	Erreur st.	P-value
Accès à la terre	-3,368*	1,407	0,017
Apparition des nouveaux ravageurs	5,912***	1,696	0,000
Genre	0,141	1,006	0,888
Ancienneté	-1,138	1,295	0,380
Chute rendement	1,842	1,924	0,338
Irrégularité des précipitations	3,107*	1,434	0,030
Température	1,212	1,063	0,254
Surface	0,015*	0,006	0,019
Age	-0,053	0,037	0,147
Constante	-0,433	2,592	0,867

Nombre d'observation 135, -2log-vraisemblance -37,147, R^2 (Nagelkerke) = 0,647 ; Khi-chi-deux = 50,7 ; $P = 0,000$; *** = différence très hautement significative, * = différence significative, modelé de prévision = 93,4 %.

Tableau 6. Perception des effets du changement climatique / Perceived impacts of climate change by swampy areas farmers.

Effets observés	Effectifs	Pourcentage	Préoccupation
Perte de fertilité du sol	109	73,3	+++
Evasion des bioagresseurs	100	67,6	+++
Diminution des rendements	83	56,1	+++
Perte des récoltes	44	29,7	+
Perturbation du calendrier	40	27,0	+
Forte inondation de tout le champ	37	25,0	+++
Inondation partielle du champ	123	82,8	+++

+++ très préoccupés, + préoccupés

- 21 Les résultats indiquent que plus de 73 % des agriculteurs sont très préoccupés par la perte de fertilité des sols, très souvent associée à la diminution des rendements (56,1 %) alors que l'apparition des nouveaux bioagresseurs comme des mille-pattes, des

chenilles légionnaires, des taupes ravagent les cultures jusqu'à entraîner des pertes de récolte. Les fortes inondations de tout le champ (25 %) ou partielles (83 % de cas pour tous les sites) retardent le démarrage des activités agricoles dans certains sites, comme observé à Kiko et Kanosha. Elles affectent aussi les cultures jusqu'à entraîner les pourritures et la perte des récoltes. La figure 8 illustre une exploitation de taro et de maïs inondée à Kiko. La nécessité de réduire les émissions des gaz à effet de serre ainsi que la protection des sols devrait faire objet d'une grande préoccupation des agriculteurs, cependant, nous avons observé le brûlis et le brûlage des tas d'herbes sur 23 exploitations (Figure 9).

Figure 8. Illustration d'une exploitation de taro et de maïs inondée à Kiko / A typical flooded taro and corn farm in Kiko.



Avril 2020

Figure 9. Combustion d'herbes dans le site de Kabirundu, / Grass being burned by farmers, Kabirundu marshland.



13 avril 2020

- 22 Pour s'adapter au changement climatique, les agriculteurs ont développé diverses stratégies locales classées selon leur appréciation « de très bonnes à assez bonnes » (Tableau 7). La totalité des agriculteurs commence par le curage de cours d'eau en février pour résoudre le problème d'inondation et privilégie l'usage des matières organiques (98,6 %) et le paillage du sol (94,6 %) pour amender les champs et prévenir l'évaporation d'eau en saison sèche. Le paillage est devenu le choix le moins coûteux des agriculteurs pour limiter l'émergence des mauvaises herbes et protéger les légumes des boues pendant l'arrosage ou la pluie. La figure 10 montre une agricultrice utilisant les feuilles mortes des bananiers comme paillis pour protéger le sol et la culture de courge à Kabirundu.

Tableau 7. Stratégies locales d'adaptation au changement climatique / Climate change local adaptation strategies implemented by farmers.

Stratégies locales	Effectif	Pourcentage	Appréciation
Curage des cours d'eau	148	100	+++
Usage des matières organiques	146	98,6	+++
Arrosage manuel	145	98	+++
Paillage du sol	140	94,6	+++
Inspection régulière du champ	140	94,6	+++
Cultures moins exigeantes	128	86,5	+++
Diversification des cultures	122	82,4	+++

Usage des pesticides	101	71,6	+++
Changement des spéculations	86	58,1	++
Echange d'infos météo	79	53,4	++
Récolte précoce	65	43,9	+
Semis tardif	54	36,5	+
Plantation de haie vive	26	17,6	+
Réduction des surfaces cultivables	25	20,0	+
Usage des engrais chimiques	15	10,2	+

+++ très bonne, ++ bonne, + assez bonne

Figure 10. Usage des feuilles mortes de bananiers comme paillis dans une exploitation des courges à Kabirundu / Use of dead banana leaves as mulch within a squash farm in Kabirundu.



Mai 2020

- 23 Ces agriculteurs diversifient leurs productions (82 %) pour minimiser les risques d'échec en associant les cultures qui exigent le moins d'entretien (86,5 %), par exemple, la patate douce, la colocase. Si l'inspection régulière des exploitations (94,6 %) se réalise à titre prophylactique, l'usage des pesticides (71,6 %), malgré leur limite, reste l'option privilégiée pour contrôler les ravageurs. Une bonne partie (53 %) des agriculteurs discutent et échangent entre eux de leurs connaissances endogènes de la météorologie

en vue de décider du semis tardif (36 %), de la récolte précoce (44 %) ou de la réduction de la surface à cultiver (20 %) si le champ est inondé. Toutes ces stratégies sont mises en place pour minimiser les risques liés à la variation des conditions climatiques afin de protéger les cultures desquelles les agriculteurs tirent l'essentiel de leurs revenus et de l'alimentation.

Discussion

Perception du changement climatique

- 24 La perception des variables climatiques (précipitation, température et vents) par les agriculteurs a été analysée pour comprendre leur connaissance actuelle du climat au Sud- Kivu. Les mêmes variables climatiques examinées ont été étudiées au Sud du Sénégal pour comprendre les perceptions des agriculteurs vivriers du changement climatique (Mballo et al., 2019). Les perceptions des agriculteurs des marais par rapport au climat sont à prendre en compte en ce sens que ces informations peuvent aider les pouvoirs publics et les animateurs du développement rural à élaborer des scénarii permettant la gestion durable des bas-fonds (Faye et al., 2018). En agriculture, la connaissance de ces variables à l'échelle régionale permet de prévenir le risque, de planifier et d'optimiser les opérations culturales comme le sarclage, l'application des pesticides, l'épandage des engrais et la récolte (Gommes, 2001).
- 25 Cependant, les petits agriculteurs éprouvent des difficultés pour accéder aux prévisions météorologiques et à l'information climatique, ce qui les amène à travailler selon les connaissances endogènes de leur environnement (Kasongo et Mosombo, 2017 ; Kolawole et al., 2014). En République démocratique du Congo, l'accès des agriculteurs à l'information climatique reste un grand défi car nombreuses de stations météorologiques ne fonctionnent plus, suite aux problèmes techniques ou faute d'appui financier pour permettre une collecte continue des données. A cela, s'ajoute aussi les services de vulgarisation qui fonctionnent à peine.
- 26 Les résultats obtenus montrent que les agriculteurs fondent leurs perceptions du changement climatique sur le début et la durée de la saison de pluies et l'occurrence de la saison sèche, caractérisée par des températures fluctuantes. Cette perception est en accord avec Mballo et al.(2019) qui ont trouvé que les agriculteurs sénégalais s'appuient aussi sur des tendances pluviométriques et thermométriques ainsi que la durée des saisons pour caractériser le changement dans leurs zones agricoles. La même tendance a été observée au nord du Bénin où 98 % des populations locales percevaient le changement climatique dans leur milieu à travers le retard dans le démarrage de la saison des pluies, les périodes de sécheresse au cours de la saison pluvieuse ou la mauvaise répartition spatiale des pluies (Yegbemey et al., 2014).
- 27 Dans la zone d'étude, comme au Burkina Faso, Kabore et al, (2019) et Bele et al. (2014) ont montré que l'irrégularité des précipitations et la réduction du nombre des jours des pluies ainsi que la baisse de la quantité de pluie constituent des indicateurs incontestables du changement climatique si cela persiste dans le temps. Cette situation perturbe non seulement le calendrier agricole (Kosmowski et al., 2015 ; Assani, 1999), mais aussi défie les connaissances endogènes des agriculteurs de leur environnement. Par exemple, dans le site de Kabirundu en avril 2020, une agricultrice âgée de 47 ans indique :

« auparavant, à la rentrée scolaire entre le 2 et le 7 septembre, on clôturait nos travaux de récolte du manioc et on se hâtait d'apprêter le terrain pour semer le haricot et le maïs sur les terres fermes, mais ces derniers temps, l'arrivée des pluies n'est plus prédictible ni garantie au bon moment pour nous, agriculteurs ».

- 28 Les agriculteurs ont rapporté que les pluies modérées et l'absence des menaces pour les cultures (exemple : ravageurs, inondation) constituaient, dans les prévisions endogènes, des facteurs déterminants de la réussite d'une année agricole c'est-à-dire des bonnes récoltes (Tableau 4). Cela paraît normal parce que l'agriculture familiale africaine est entièrement dépendante des pluies (Shimeles et al., 2018 ; Sourisseau et al., 2015 ; FAO, 2014) et l'absence des bioagresseurs et des inondations signifie qu'il n'y a pas de destruction des cultures ni de pertes des récoltes.
- 29 Les agriculteurs interrogés ont révélé qu'ils sentaient de plus en plus de températures à tendances montantes. Les résultats corroborent les travaux de Bele et al. (2014) à Bukavu où les habitants ont déclaré sentir des chaleurs intenses. Les perceptions des agriculteurs vont aussi dans le même sens que les observations scientifiques de Munyuli et al. (2013) qui ont confirmé la tendance montante des températures et en ont déterminé l'impact sur la propagation du choléra dans la région. Bien que nombreux de ces agriculteurs ignorent que la température influence la croissance des cultures (Sourisseau et al., 2015 ; Kondinya et al., 2014), des températures journalières élevées conduisent à l'évaporation d'eau (Faye et al., 2019b ; Kolawole et al., 2014), à l'évapotranspiration des plantes et impactent les conditions du travail des agriculteurs. Le récit d'un enquêté âgé de 50 ans, rencontré dans le site de Kanosha en juin 2020 est explicite : *« je me réveille tôt matin pour aller travailler dans mon exploitation jusqu'à 12 heures. A cette heure-là, il fait déjà très chaud, j'arrête le travail et pars me reposer pour retourner arroser les cultures à 16 heures »*. Bele et al. (2014) ont montré que la particularité de la température est que sa variabilité entraîne des modifications des autres paramètres climatiques comme les précipitations, l'humidité et tout le système atmosphérique. Même si plus de 70 % des agriculteurs ont dit que les vents étaient stables, $\frac{1}{3}$ d'entre eux a mentionné que les vents sont devenus forts et violents. Des observations similaires ont été rapportées par des agriculteurs au nord du Bénin (Yegbemey et al., 2014). Une productrice rencontrée à Kanosha en mai 2020 se rappelait amèrement des vents violents survenus dans son village *« fin novembre passé, les vents violents accompagnés d'une pluie torrentielle survenus ici étaient sataniques, ils ont arraché les arbres, la canne à sucre et les bananiers au quartier, mon champ dans le marais de Kanosha était inondé et les taros qui y restaient ont pourri »*. Ce récit montre que les agriculteurs n'oublient pas souvent des dégâts causés par des précipitations et des vents extrêmes sur leurs exploitations. Les facteurs climatiques déterminent la bonne ou la mauvaise saison agricole, ce qui fait que leurs impacts paraissent plus mémorables et visibles par les producteurs (Kosmowski et al., 2015 ; Bambara et al., 2013).

Perception des impacts du changement climatique sur les exploitations

- 30 Les résultats obtenus ont montré que 73 % des agriculteurs étaient particulièrement préoccupés par la perte de fertilité des sols, ce qui affecte négativement les rendements des cultures. Les scientifiques indiquent que les changements climatiques est susceptible de rendre les ménages agricoles plus vulnérables (Omerkhil et al., 2020 ; Harvey et al., 2014). Par exemple, Mballo et al. (2019) ont observé que l'irrégularité des pluies et les

sécheresses récurrentes perturbent les périodes de semis et affectent négativement des rendements des cultures et des fourrages. La préoccupation de ces agriculteurs vis-à-vis de ces impacts est à prendre au sérieux parce que l'agriculture familiale constitue pour beaucoup d'entre eux le seul moyen d'existence (Mushagalusa et Nkulu, 2021 ; Shakanye et al., 2020 ; Chaussé et al., 2012).

- 31 La perception des agriculteurs de la fertilité des sols corroborent les études récentes dans la région, qui indiquent que 79,6 % des agriculteurs périurbains de Bukavu exploitaient des terres infertiles (Shakanye et al., 2020). Contrairement aux résultats de Faye et al. (2019) qui indiquent que nombreux agriculteurs utilisent les engrais chimiques et que ceux-ci entraînent la dégradation des sols à Ziguinchor, au Sud- Kivu, la plupart des agriculteurs n'utilisent pas d'engrais chimiques.
- 32 Les causes de la perte de fertilité des sols sont toutes autres. Premièrement, du point de vue topographique, le sol au Sud- Kivu est beaucoup exposé à l'érosion et au lessivage, ce qui aggrave la dégradation des terres dans le territoire de Kabare et de Walungu (Heri-Kazi et Biielders , 2020). Ensuite, le fait qu'une grande proportion des agriculteurs interrogés loue des parcelles cultivées, ce statut de locataire empêche beaucoup d'agriculteurs à développer des pratiques durables liées à l'amélioration et au maintien de la fertilité des sols. Cela a été aussi observé par Faye et al. (2019) et Mushagalusa et Kesonga (2019) qui ont montré que la forte instabilité foncière interdit tout aménagement durable du milieu, et toute gestion durable de la fertilité des sols . En plus, nombreux agriculteurs au Sud- Kivu pratiquent le brûlis comme moyen rapide de défrichement et pour réduire les herbes sur les exploitations (figure 9). Cela conduit à la destruction de la biodiversité (Hauser et Norgrove, 2013) et prive le sol d'un apport en matière organique (Balasha et Nkulu, 2020). Selon Ntamwira et al. (2014), brûler les tas d'herbes lors de la préparation du terrain pour le semis est une pratique fréquente au Sud- Kivu. Ces auteurs montrent que cette mauvaise pratique entraîne la perte de 40 kg d'azote et de 10 kg de soufre par hectare à chaque saison culturale. Enfin, l'agriculture au Sud- Kivu a été souvent associée à l'élevage familial dont les déjections servent des matières fertilisantes (Zamukulu et al., 2019 ; Civava et al., 2013 ; Zozo et al., 2011) , or, suite au vol et à l'insécurité dans les milieux ruraux, les élevages ont quasiment disparu (Bucekudrhwa, et Mapatano, 2013 ; Cox, 2011). Cela a entraîné la rareté des fumiers et la montée des prix de ces derniers (Mushagalusa et Nkulu, 2021). Ces causes combinées expliquent aussi en grande partie l'exode rural et la perte de la fertilité, la chute des productions agricoles ainsi que l'insécurité alimentaire dans toute la province (Bucekudrhwa et Mapatano, 2013 ; Cox, 2011).
- 33 Pour remédier à ces problèmes, l'engagement des autorités actuelles à rétablir la sécurité à l'est de la RD Congo encourage les agriculteurs à retourner dans leurs villages ainsi que dans les zones agricoles. Pour la restauration et le maintien de la fertilité des sols, Bationo et al. (2015) recommandent que les pratiques de conservation et de gestion intégrée de fertilité du sol doivent être mises en place pour préserver la santé des sols afin que ceux-ci contribuent à la sécurité alimentaire des ménages agricoles.
- 34 Les agriculteurs interrogés s'inquiétaient également de l'apparition de nouveaux bioagresseurs particulièrement des mille- pattes, de la chenille légionnaire ainsi que des taupes. Une productrice âgée de 60 ans rencontrée dans le site de Kabirundu en avril 2020 souligne « *outré les taupes et les rats qui ont détruit mon champ de patates douces, maintenant, ce sont les petits mille-pattes qui m'inquiètent. Ils sont innombrables et incontrôlables, ils détruisent les semences et créent des galeries dans les patates douces et les*

taros et rongent les boutures de manioc et ceux-ci finissent par pourrir ». Les observations des agriculteurs sont en accord avec les études réalisées en Ouganda où les mille-pattes constituent une menace potentielle pour la culture de la patate douce et les cultures associées à celle-ci (Ebregt et al., 2005). Toutes ces menaces et les dégâts des ravageurs confirment les prévisions scientifiques qui soutiennent que le changement climatique entrainera les conditions propices à la propagation des bioagresseurs (Zoglo et al., 2018 ; FAO, 2014). Au Sud-Kivu, la récente étude de Cokola et al. (2021) a démontré qu'avec la montée de température, l'infestation et les dégâts causés par les chenilles légionnaires sont significativement importants. La pression de ces bioagresseurs en combinaison avec la dégradation des terres agricoles entrainera la chute des rendements agricoles et aggravera le niveau inacceptable actuel de pauvreté en Afrique subsaharienne si des actions appropriées ne sont pas entreprises (Salih et al., 2020 ; Zougmore et al., 2018 ; FAO, 2014).

Stratégies locales d'adaptation : enjeux et limites

- 35 Pour s'adapter aux effets négatifs du changement climatique, les producteurs ont mis en place une série des pratiques de production et des stratégies d'adaptation qu'il faut analyser. Le drainage et le curage des cours d'eau. Les travaux de curage rendent leur capacité hydraulique aux fossés ou aux canaux encombrés de sédiments et de végétaux pour qu'ils puissent jouer le rôle d'évacuation de l'eau pendant la saison pluvieuse et d'alimentation en eau au cours de la saison sèche (Anras et Des Touches, 2007). Le curage ainsi que le drainage rendent exploitable les terrains inondés et cela peut contribuer à la réduction des risques de pollution, des stress hydriques, des pertes de récoltes et de la recrudescence des nuisibles des cultures. Cependant, ces travaux sont difficiles et exigent en main-d'œuvre (Mushagalusa et Nkulu, 2021). Cela fait que dans les sites enquêtés, ces travaux sont exécutés collectivement. Une agricultrice rencontrée à Nyakishangizi en 2020 précise que *« le curage est une affaire d'hommes, une opération manuelle, ardue et parfois dangereuse à cause de petites bêtes aquatiques trop venimeuses. Si mon fils ou mon mari est absent le jour du curage, je donne l'argent (2 dollars américains) à quelqu'un d'autre pour participer à ce travail »*.
- 36 Le paillage du sol (mulching) et l'usage des matières organiques sont des pratiques courantes dans les sites enquêtés. Le paillage du sol est pratiqué par 95 % des agriculteurs pour deux raisons : limiter l'émergence des mauvaises herbes et l'évaporation d'eau pendant la saison sèche et protéger les légumes des fortes chaleurs ainsi que des boues pendant l'arrosage ou la pluie. La connaissance du paillage par les agriculteurs corrobore avec les résultats des scientifiques de Raju (2013). Cet auteur montre que le mulching protège les racines des cultures de la variation de température, mais aussi constitue un moyen moins coûteux de contrôler les adventices. De même, Ranjan et al. (2017) soulignent que cette pratique améliore les propriétés et la santé du sol et prévient l'érosion. La décomposition de la paille, des résidus agricoles et d'autres matières organiques utilisées améliore la vie biologique du sol, favorise une conservation d'eau ainsi qu'une bonne croissance des cultures. Bien que la matière organique soit indispensable pour la restauration de la fertilité du sol, le problème de sa disponibilité en quantité et en qualité est un facteur limitant dans le contexte local où l'élevage a connu un recul drastique depuis les années 1990 (Zozo et al., 2011 ; Cox, 2011). Cette situation a entraîné la rareté et la montée des prix des matières organiques comme l'indique une productrice rencontrée en mai 2020 à Kiko : *« la matière organique*

est devenue rare, je donne l'argent (25 dollars américains) à l'avance chez un éleveur de porcs pour obtenir une tonne en 5 mois. Aussi, c'est coûteux aussi de faire transporter la matière organique du lieu d'achat vers le site agricole ». Dans le même ordre d'idée, les travaux réalisés par Balasha et Nkulu (2020) et Minengu et al. (2018) respectivement à Lubumbashi et Kinshasa montrent que la matière organique est chère, mais aussi que les lieux d'approvisionnement sont distants par rapport aux sites maraîchers.

- 37 L'inspection régulière de l'exploitation et l'application des pesticides permettent de prévenir et de contrôler les ravageurs. Les agriculteurs interrogés ont confirmé que lors de l'inspection de leurs exploitations, ils identifient les ravageurs et leurs dégâts, ce qui les amène à utiliser les insecticides et les fongicides (72 % d'agriculteurs). Les agriculteurs utilisent les pesticides pour leur efficacité contre les ravageurs afin de réduire les pertes de récoltes et améliorer leur qualité (Mushagalusa et al., 2019). Cependant, il faut préciser que les pesticides utilisés pour lutter contre les mille-pattes présentent des limites, en ce sens que ces ravageurs se cachent sous la litière ou dans le sol pendant le traitement, ce qui fait que la bouillie pulvérisée ne les atteint pas (Mushagalusa et Nkulu, 2021). Cela entraîne des échecs phytosanitaires et de l'augmentation des fréquences de traitement (2 à 4 fois). Les agriculteurs appliquent aussi ces produits sans tenir compte d'aucune mesure de sécurité. Cela est en concert avec les travaux de Minengu et al. (2020) et de Mushagalusa et al. (2019) qui ont montré que les agriculteurs en RD Congo appliquent les produits phytosanitaires dans les conditions très dangereuses (sans matériel approprié ni équipement de protection). Cela expose les agriculteurs à d'énormes risques sanitaires et conduit à la destruction de l'entomofaune utile, telle que les abeilles et les auxiliaires des cultures (Balasha et Nkulu, 2020 ; Faye et al., 2019a ; Balasha et Nsele, 2019 ; Mushagalusa et al., 2019).
- 38 La diversification et le choix de cultures moins exigeantes en entretien est une stratégie utilisée pour réduire le risque des pertes de récoltes dû aux aléas climatiques. A titre illustratif, des résultats similaires ont été observés au Kenya où les agriculteurs ont diversifié leurs productions en changeant également des variétés (Asayehegn et al., 2017). Au Sud-Kivu, la pratique de diversification des cultures telles que les associations bananiers -haricots-maïs-maniocs, bananiers-taros est une pratique ancrée dans les habitudes agricoles de Bashi (Ntamwira et al., 2014 ; Civava et al., 2013 ; Cox, 2011). Ainsi, les résultats de cette étude corroborent avec les travaux de Djadi et al. (2019) et Shakanye et al. (2020) qui montrent que la polyculture est pratiquée sur 57 % des exploitations maraîchères dans le territoire de Kabare et en milieu périurbain à Bukavu. La stratégie de diversification présente plusieurs avantages. Par exemple, à Lubumbashi, 52 % des agriculteurs avaient déclaré que la diversification culturelle leur permettait de réduire les ravageurs, les mauvaises herbes et la fréquence d'arrosage. De plus, la diversification des cultures permet un maintien de la fertilité du sol, favorise la gestion intégrée des bioagresseurs et permet une meilleure sécurité des revenus des producteurs (Balasha et Nkulu, 2020 ; Asayehegn et al., 2017 ; Mousavi et Eskandari, 2011). Malgré les avantages qu'offre la stratégie de diversification, Mushagalusa et Kesonga (2019) ont montré que la pratique de morcellement des terres dans les sites maraîchers constitue un défi et une contrainte pour les agriculteurs qui éprouvent de plus en plus de difficultés à gérer plusieurs spéculations sur des surfaces réduites.
- 39 Les haies vives observées au tour de 18 % des exploitations étaient constituées à base de cannes à sucre. Si la canne à sucre permet de protéger les berges des cours d'eau et prévenir le risque d'érosion, son choix comme haie vive s'explique par son intérêt

économique et agronomique. La canne à sucre, à sa maturité, est non seulement consommée par l'agriculteur pendant les travaux champêtres, mais aussi lui procure des revenus à la vente. Du point de vue agronomique, ses feuilles mortes et ses résidus post récoltes sont utilisés comme paillis. Ce résultat est en accord avec le constat de de Silva de Aquino et al. (2017) qui a démontré le potentiel des feuilles coupées et des résidus de la canne à sucre pour amender le sol au Brésil.

Conclusion et perspectives

- 40 L'objectif de ce travail était d'analyser la perception et les stratégies d'adaptation des agriculteurs aux incertitudes climatiques dans les zones marécageuses du Sud-Kivu. Les résultats ont montré que le changement climatique est réel et se manifeste par l'irrégularité des précipitations, des températures à tendance montante ainsi que la pullulation des bioagresseurs de plus en plus difficiles à contrôler. Les impacts négatifs associés à ce changement comprennent la perte de la fertilité du sol, la chute de rendement des cultures, les inondations et la destruction des cultures par les ravageurs suivie par la perte des récoltes. Ces impacts affectent non seulement les conditions du travail des agriculteurs, mais aussi ont des répercussions directes sur leurs moyens d'existence et leur situation socio-économique. Les stratégies d'adaptation mises en place comprennent principalement le curage de cours d'eau pour gérer les inondations, l'usage des matières organiques et le paillage du sol pour amender et protéger les sols ainsi que les cultures. La diversification des cultures est utilisée par nombreux agriculteurs pour des raisons alimentaires (autoconsommation) et financières ainsi que pour minimiser les risques de mauvaises récoltes. Au demeurant, l'inspection permanente des exploitations permet d'y identifier les problèmes des ravageurs alors que la lutte chimique à base des insecticides et des fongicides est devenue l'option privilégiée pour contrôler les nuisibles des cultures. Bien que certaines de ces stratégies mises en place résolvent certaines difficultés de court terme, les défis à relever sont encore nombreux : l'usage non raisonné des pesticides sans équipements de protection ni matériel approprié de pulvérisation constitue un problème sérieux pour la santé des agriculteurs et un danger pour leurs agroécosystèmes. Le brûlis utilisé par beaucoup d'agriculteurs entraîne une perte importante des matières organiques et constitue une menace pour la biodiversité. La déviation des cours d'eau pour raison d'irrigation pendant la saison sèche constitue une source des conflits et des tensions entre les agriculteurs. L'accès aux technologies adaptées reste limité par l'exclusion des agriculteurs des systèmes de crédit, exigeant des hypothèques loin de leurs avoirs. Pour accroître la résilience des agriculteurs au changement climatique, il faut renforcer leurs capacités sur les pratiques agro-écologiques, tout en tenant compte de leurs savoirs endogènes. Des formations en groupe sous forme de champs-écoles permettront un meilleur apprentissage des techniques de gestion de l'eau, des bioagresseurs et de la fertilité du sol ainsi que de l'usage sécurisé et optimisé des produits phytosanitaires et des matières fertilisantes.
- 41 La pratique de l'agroécologie pourrait être considérée comme une innovation dans la région, mais cette transition nécessite des études préalables pour identifier les défis à relever et les conditions d'acceptabilité des agriculteurs de l'agro-écologie pour que celle-ci soit adoptée à une échelle significative.

Remerciements

- 42 Les auteurs remercient vivement les agriculteurs de sites visités qui ont accepté d'arrêter momentanément leurs travaux aux champs pour participer aux entretiens et répondre aux questionnaires pendant l'enquête. Nous remercions aussi ces deux reviewers anonymes qui ont fourni des commentaires précieux au manuscrit pour améliorer la qualité de ce travail.

BIBLIOGRAPHIE

- Abid, M., J. Scheffran, U. A. Schneider et M. Ashfaq, 2015, Farmers' perceptions of and adaptation strategies to climate change and their determinants : the case of Punjab province, *Pakistan, Earth Syst. Dynam.*, 6, pp. 225-243, DOI : <https://doi.org/10.5194/esd-6-225-2015>
- Anras, L., H. Des Touches, 2007, *Curage des canaux et fossés d'eau douce en Marais littoraux*, Collection "Marais Mode d'emploi", Ed. Forum des Marais Atlantiques, 76 p.
- Ansoms, A., K. Claessens et E. Mudinga, 2014, L'accaparement des terres par des élites en territoire de Kalehe, RDC, l'Afrique des grands lacs, *Annuaire 2011-2012*, pp. 206-226.
- Asayehegn, K., L. Temple, B. Sanchez et A. Iglesias, 2017, Perception of climate change and farm level adaptation choices in central Kenya, *Cahiers Agricultures*, 26 : 25003.
- Assani, A., 1999, Variabilité temporelle et persistance des épisodes secs en saison des pluies à Lubumbashi (Congo Kinshasa), note méthodologique, *sècheresse*, 10, 11, pp. 45-53
- Bagula, E., Mapatano, K. Katcho et G. Nacigera, 2013, Efficience des techniques de gestion de l'eau et de fertilité des sols sur le rendement du maïs dans les régions semi-arides : cas de la plaine de la Ruzizi (Sud-Kivu, République Démocratique du Congo), *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Hors-série 17 | septembre 2013, URL : <http://journals.openedition.org/vertigo/13922> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/vertigo.13922>
- Balasha, M., J. Nkulu, 2020, Déterminants d'adoption des techniques de production et protection intégrées pour un maraîchage durable à Lubumbashi, République démocratique du Congo, *Cahiers agricultures*, 29 : 13.
- Balasha, A., N. Momba, M. Kasanda et M. Nkulu, 2015, Caractéristiques de l'agriculture familiale dans quelques villages de Kipushi : Enjeux et perspectives pour la sécurité alimentaire, *Int. Journal of Innovation and Scientific Research*, 10, pp. 1134-1143.
- Bambara, D., A. Bilgo, E. Hien, D. Masse, A. Thiombiano et V. Hien, 2013, Perceptions paysannes des changements climatiques et leurs conséquences socio environnementales à Tougou et Donsin, climats sahélien et sahélo-soudanien du Burkina Faso, *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*.
- Bationo, A., F. Thomas, G. Ken, K. Valérie, L. Rodney et M. Abdoulaye, 2015, Manuel de gestion intégrée de la fertilité des sols. In : Fairhurst T., Consortium Africain pour la Santé des Sols, Nairobi, 169 p.

- Bele, M., D. Sonwa et A., Tiani, 2014, Local Communities Vulnerability to Climate Change and Adaptation Strategies in Bukavu in DR Congo, *Journal of Environment & Development*, 23, 3, pp. 331-357.
- Béné, C., 2020, Resilience of local food systems and links to food security – A review of some important concepts in the context of COVID-19 and other shocks, *Food Security*, 12, 4, pp. 805-822, DOI : <https://doi.org/10.1007/s12571-020-01076-1>
- Bucekuderhwa, C., S. Mapatano, 2013, Comprendre la dynamique de la vulnérabilité à l'insécurité alimentaire au Sud-Kivu », *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Hors-série 17 | septembre 2013, URL : <http://journals.openedition.org/vertigo/13819> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/vertigo.13819>
- Bosc, P., 2014, L'agriculture familiale : Définition, caractéristiques et implications pour les politiques, *Cirad*, 18 p.
- Chandio, A., Y. Jiang, F. Wei, A. Rehman et D. Liu, 2017, Farmers' access to credit : Does collateral matter or cash flow matter ? Evidence from Sindh, Pakistan, *Cogent Economics and Finance*, 5 :1, 1369383, DOI : 10.1080/23322039.2017.1369383
- Chausse, J., T. Kembola et R. Ngonde, 2012, L'agriculture : pierre angulaire de l'économie de la RDC. In : Herderschee J., D. Mukoko Samba, M. Tshimenga Tshibangu (edit). *Résilience d'un géant africain : Accélérer la Croissance et Promouvoir l'Emploi en RDC, II : Etudes sectorielles*. Medias Paul, Kinshasa, pp. 1-97.
- Cirimwami, K., S. Ramanarivo, M. Ngaboyeka et M. Bahananga, 2019, Climate change and agricultural production in the mountainous South Kivu region of Eastern DR Congo, *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 26 (2), pp. 526-544.
- Civava, M.R., M. Malice et J.P. Baudoin, 2012, *Amélioration des agrosystèmes intégrant le haricot commun (Phaseolus vulgaris L.) au Sud-Kivu montagneux*. Ed. Harmattan, pp. 69-92.
- Cokola, M., M. Yannick, N. Grégoire, K. Muzee, B. Basengere, M. Zirhumana, A. Munene, L. Kanyenga et F. Frédéric, 2021, Fall Armyworm *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera : Noctuidae) in South Kivu, DR Congo : Understanding How Season and Environmental Conditions Influence Field Scale Infestations, *Neotropical Entomology*, 50, pp. 145-155, DOI : <https://doi.org/10.1007/s13744-020-00833-3>
- Cox, P., 2011, Farming the battlefield : the meanings of war, cattle and soil in South Kivu, Democratic Republic of the Congo, *Disasters*, 35 :5, DOI : 10.1111/j.1467-7717.2011.01257.x.
- Dontsop-Nguezet, P., V. Manyong, T. Abdoulaye, T. Alene, 2016, Non-farm activities and adoption of improved cassava and beans varieties in South-Kivu, DR Congo, *Tropicultura*, 34,3, pp. 262-275.
- Ebregt, E., P. Struik, B. Odongo et P.E. Abidin, 2005, Pest damage in sweet potato, groundnut and maize in north-eastern Uganda with special reference to damage by millipedes (Diplopoda). *NJAS* 53-1.
- Food and Agriculture Organization (FAO), 2014, Adapting to climate change through land and water management in Eastern Africa : Results of pilot projects in Ethiopia, Kenya and Tanzania Rome.
- Faye, C., S. Bouly, C'Dramane et D. Sécou, 2019a, Structure du maraîchage périurbain et dégradation des ressources (sols et eau) dans la zone de Boutoute à Ziguinchor (Sénégal), *Journal d'Économie, de Management, d'Environnement et de droit*, 2. 3, pp. 49-60.
- Faye, C., D. Ba et S. Diédhiou, 2019b, L'anomalie de la température minimale et maximale dans la partie sud-est du Sénégal. *J. Rech. Sci. Univ. Lomé (Togo), Spécial* 2019, 21,4, pp. 27-37

Faye, C., O. Sy et S. Diedhiou, 2018, Analyse de phénomènes hydrologiques dans un bassin versant urbanisé et leur incidence sur l'agriculture : Cas de la ville de Ziguinchor (Sud du Sénégal), Actes du colloque : la recomposition des espaces urbains et périurbains face aux changements climatiques en Afrique de l'Ouest, L'Harmattan, Sénégal, pp. 177-194

Fisher, M., T. Abate, R. Lunduka, W. Asnake, Y. Alemayehu et R. Madulu, 2015, Drought tolerant maize for farmer adaptation to drought in sub-Saharan Africa : Determinants of adoption in eastern and southern Africa, *Climatic Change*, 133, pp. 283-299, DOI : 10.1007/s10584-015-1459-2

Gommès, R., 2011, What can modern agricultural meteorology do for the subsistence farmers ? Papier presented at the first international Workshop on Farm Radio Broadcasting 19-22 février FAO, Rome, 11 p.

Hauser, S, L. Norgrove, 2013. Slash-and-Burn Agriculture, Effects of, In : Levin S.A. (ed.) *Encyclopedia of Biodiversity*, second edition, Waltham, MA : Academic Press, 6, pp. 551-562.

Harvey, C., Z. Rakotobe, N. Rao, R. Dave, R. Razafimahatratra, R. Rabarijohn, H. Rajaofara et J.L MacKinnon, 2014, Extreme vulnerability of smallholder farmers to agricultural risks and climate change in Madagascar, *Philosophical transactions of royal society*, 369, PP. 2-22, DOI : <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2013.0089>.

Heri-Kazi, B., L. Biielders, 2020, Dégradation des terres cultivées au Sud-Kivu, R.D. Congo : perceptions paysannes et caractéristiques des exploitations agricoles, *Biotechnol. Agron. Soc. Environ*, 24(2), pp. 99-116.

Kabore, P., N. Bruno, P. Ouoba, A. Kiema, L. Some et A. Ouedraogo, 2019, Perceptions du changement climatique, impacts environnementaux et stratégies endogènes d'adaptation par les producteurs du Centre-nord du Burkina Faso », *VertigoO - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Volume 19 Numéro 1 | mars 2019, URL : <http://journals.openedition.org/vertigo/24637> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/vertigo.24637>

Kasongo, N., N. Mosombo, 2017, Perception paysanne des impacts de la variabilité climatique autour de la station de l'INERA/Kipopo dans la province du Katanga en République Démocratique Congo, *VertigoO - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Volume 17 numéro 3 | décembre 2017, URL : <http://journals.openedition.org/vertigo/18873> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/vertigo.18873>

Kergomard, C., 2017, Changement climatique : certitudes, incertitudes et controverses, *Territoire en mouvement*, revue de géographie et aménagement, DOI : 10.4000/tem.1424.Consulté le 13 mai, 2020.

Kolawole, O., P. Wolski, B. Ngwenya et G. Mmopelwa, 2014, Ethno-meteorology and scientific weather forecasting : Smallfarmers and scientists' perspectives on climate variability in the Okavango Delta, Botswana, *Climate Risk Management*, 4,5 pp. 43-58.

Kondinya, A., P. Sidhya et M.K. Pandit, 2014, Impact of Climate Change on vegetable Cultivation - A Review, *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology*, 7,1, pp. 145-155.

Kosmowski, F., R. Lalou et B. S. Ndiaye, 2015, Observations et perceptions des changements climatiques. Analyse comparée dans trois pays d'Afrique de l'Ouest. In : Sultan B., Lalou R., Oumarou A., Sanni M.A., Soumaré A. (eds), *Les sociétés rurales face aux changements environnementaux en Afrique de l'Ouest*, Editions de l'IRD, Paris, pp. 89-110.

Madege, R., S. Lwasa, J. Rutaisire, D. Mubiru, M. Okoti, N. Omollo, M. Kidundo et D. Nyigi, 2017, Vulnerability, impacts and adaptation assessment in the east Africa region, USAID, 92 p.

- Makate, C., W. Rongchang, M. Makate et N. Mango, 2016. Crop diversification and livelihoods of smallholder farmers in Zimbabwe : adaptive management for environmental change. Springer Plus 5 :1135, DOI : 10.1186/s40064-016-2802-4.
- Mateso, M. et O. Dewitte, 2014, Vers un inventaire des glissements de terrain et des éléments à risque sur les versants du Rift à l'ouest du lac Kivu (RDC), *Geo-Eco-Trop.*, 38, 1, pp. 137-154.
- Mballo, I., O. SY et C. Faye ,2019, variabilité climatique et productions vivrières en haute Casamance (Sud-Sénégal, Espace Géographique et Société Marocaine, pp. 161-178.
- Minengu, J., Y. Nkangu, I. Mwengi, M. Mbumba et L. Luntinu, 2020, Utilisation des produits phytosanitaires de synthèse en cultures maraichères à Mbanza-Ngungu dans la province du Kongo central en République Démocratique du Congo, *Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture*, 31, pp. 32-42.
- Minengu, J.D, M. Ikonso et M. Mawikiya, 2018, Agriculture familiale dans les zones péri-urbaines de Kinshasa : analyse, enjeux et perspectives (synthèse bibliographique, *Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture* ,11, pp. 60-69.
- Morton, J. 2007, The impact of climate change on smallholder and subsistence agriculture, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104, 50, pp. 19680-19685.
- Mousavi, S. et E. Skandari, 2011, A general overview of intercropping and its advantages in sustainable agriculture, *J. Applied Environ. and Biological Sciences*, 1, 11, pp. 485-486.
- Moyo, S., 2016, Family farming in sub-Saharan Africa : its contribution to agriculture, food security and rural development, International Policy Centre for Inclusive Growth (IPC-IG), Working Paper No. 150, 31 p.
- Mulumeoderwa, F., A. Manirakiza, G. Furaha, N. Mastaki et P. Lebailly, 2019, Risk analysis in the peasant framework : empirical analysis of farmers in south Kivu, democratic republic of Congo , *Agriculture and forestry*, 65 ,4, pp. 35-45.
- Munene, A., 2018, Note d'information sur la surveillance et la gestion de la chenille légionnaire « *spodoptera frugiperda* (j. e. smith) Lepidoptera : Noctuidae », 11 p.
- Munyemba, F., J. Bogaert, 2014, Anthropisation et dynamique spatiotemporelle de l'occupation du sol dans la région de Lubumbashi entre 1956 et 2009, *E-revue UNILU*, 1, pp. 3-23.
- Munyuli, T., J. Mbaka, G. Mulinganya et G. Bwinja, 2013, The Potential Financial Costs of Climate Change on Health of Urban and Rural Citizens : A Case Study of *Vibrio cholerae* Infections at Bukavu Town, South Kivu Province, Eastern of Democratic Republic of Congo, *Iranian Journal of Public Health*, 42,7, pp. 707-725.
- Mushagalusa, A., N. Kesonga, 2019, Évaluation de la performance économique des exploitations de chou de Chine (*Brassica chinensis* L.) en maraîchage à Lubumbashi en République Démocratique du Congo, *Rev. Afr. d'Envi. et d'Agriculture*, 2,1, pp. 11-19.
- Mushagalusa, A., J. Nkulu, 2021, Potential threats to agricultural food production and farmers' coping strategies in the marshlands of Kabare in the Democratic Republic of Congo, *Cogent Food & Agriculture*, 19337, 47, DOI : <https://doi.org/10.1080/23311932.2021.1933747>.
- Mushagalusa, B., K. Nsele, 2019. Pesticide use practices by Chinese cabbage growers in suburban environment of Lubumbashi (DR Congo) : Main pests, costs and risks, *Journal of Applied Economics and Policy Analysis*, 2, 1, pp. 56-64, DOI : 10.12691/jaaepa-2-1-8.

- Mushagalusa, B., J. Seveno, N. Kesonga, M. Kasanda, J. Nkulu et D. Son, 2019, Vegetable farmers' knowledge and safety practices towards pesticides : results from field observation in southeastern DR Congo, *Current research in agricultural sciences*, 6, 2, pp. 169-179.
- Murhula, B., K. Kitsali et B. Mushagalusa, 2020, Pauvreté et secteur informel à Bukavu : profil des détaillants des Produits Agricoles à l'ère de la pandémie COVID-19, *Journal of Economics, Finance and Accounting Studies*, 2, 2, pp. 1-10.
- Ndjadi, S., G. Basimine et F. Masudi, 2019, Déterminants de la performance des exploitations agricoles à Kabare, Sud-Kivu, est de la République démocratique du Congo, *Agronomie Africaine*, 31, 2, pp. 199-212.
- Ntamwira, J., P. Pypers, P. Asten et B. Vanlauwe, 2014, Effect of banana leaf pruning on banana and legume yield under intercropping in farmers' fields in eastern Democratic Republic of Congo, *Journal of Horticulture and Forestry*, 6, 9, pp. 72-80.
- Nyenyezi, B., A. Ansoms, 2014, Accaparement des terres dans la ville de Bukavu (RDC) : déconstruire le dogme de la sécurisation foncière par l'enregistrement, *Conjonctures congolaises*, pp. 218-237.
- Ofuoku, A., 2011, Rural farmers' perception of climate change in central agricultural zone of delta state, Nigeria, *Indonesian journal of agricultural*, 12, 2, pp. 63-69.
- Omerkhila, N, C. Tara, V. Donatella, M. Juha et P. Rajiv, 2020, Climate change vulnerability and adaptation strategies for smallholder farmers in Yangi Qala, *Ecological Indicators* 110, 105863
- Programme de Nations unies pour le développement (PNUD), 2013, Rapport sur le développement humain l'essor du sud : le progrès humain dans un monde diversifié, 172 p.
- Pourtier, R., 2018, La République démocratique du Congo au défi démographique, note de l'institut français des relations internationales, pp. 6-35.
- Rajan, P., P. Manjet et K. Solanke, 2017, Organic mulching – a water saving technique to increase the production of fruit and vegetables, *current agricultural research journal*, 5, 3 pp. 571-588.
- Raju, B., 2013, Effect of mulching on crop production under rainfed conditions : a review, *Agriculture reviews*, 34
- Salami, A., A. Kamara et B. Zuzana, 2010, Smallholder Agriculture in East Africa : Trends, Constraints and Opportunities, Working Papers Series N° 105 African Development Bank, Tunis, Tunisia, 52 p.
- Salih, M., A. Abubakr, B. Marta, K. Mwangi et A. Guleid 2020, Climate change and locust outbreak in East Africa, *Nature Climate Change*, 10, pp. 584–585, DOI : <https://doi.org/10.1038/s41558-020-0835-8>
- Sarr, B., S. Atta, M. Ly, S. Salack, T. Ourback, S. Subsol et D. George, 2015, Adaptating to climate variability and change in smallholder farming communities : a case study from Burkinafaso , chad and Niger , *Journal of agricultural extension and rural development* ,1, pp. 418-429.
- Serdeczny, O., A. Baarsch, D. Coumou et A., Robinson, 2017, Climate change impacts in Sub-Saharan Africa : from physical changes to their social repercussions, *Regional Environmental Change*, 17,6, pp. 1585–1600, DOI : 10.1007/s10113-015-0910-2.
- Shakanye, S., K. Vumilia, E. Ahoton et A. Saidou, 2020, Typology and Prospects for the Improvement of Market Gardening Systems in South-Kivu, Eastern DR Congo, *Journal of Agricultural Sciences* , 12, 6, pp. 136-152.

- Shimeles, A., Verdier-Chouchane et A. Boly, 2018, Understanding the Challenges of the Agricultural Sector in Sub-Saharan Africa, A. Shimeles et al. (eds.), Building a Resilient and Sustainable Agriculture in Sub-Saharan Africa, DOI : doi.org/10.1007/978-3-319-76222-71.
- Silva de Aquino, G., C. Medina, D. Costaa, M. Shahaba et A. Santiagoba, 2017, Sugarcane straw management and its impact on production and development of ratoons, *Industrial Crops and Products*, 102, pp. 58-64.
- Soglo, Y., J., Amegnaglo et A. Akpa, 2018, Analyse de la perception des changements climatiques par les producteurs de maïs au Bénin, *Lettres, Sciences Humaines et Sociales*, pp. 377-399.
- Sourisseau, J.M., R. Kahane, P. Fabre et B. Hubert, (Éds), 2015, Actes des Rencontres internationales Agricultures familiales et recherche (Montpellier, 1-3 juin 2014), Montpellier : Agropolis International, 320 p.
- Torquebiau, E., 2017, Climate-smart agriculture : pour une agriculture climato-compatible, *Cahiers Agricultures*, 26 : 66001.
- Tshomba, K., M. Nkulu, M. Kalambaie et P. Lebailly P., 2019, Analyse des effets des Programmes de subventions sur la performance des cultures céréalières (Maïs *Zea mays* L. et Riz *Oriza* sp.) en R. D. Congo et en Zambie, *Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture*, 2,2, pp. 39-48.
- United Nations Migration Agency, 2018, Matrice de suivi des déplacements République Démocratique du Congo, <https://displacement.iom.int/democratic-republic-congo>.
- United States Agency for International Development (USAID), Climate risk in Democratic Republic of Congo : Country risk profile, 6 p.
- Vwima, S., J. Mastaki et P. Lebailly, 2013, Le rôle du commerce frontalier des produits alimentaires avec le Rwanda dans l'approvisionnement des ménages de la ville de Bukavu (Province du Sud-Kivu), *Cahiers de l'Association Tiers Monde*, 28, pp. 27-40.
- Yegbemey, R.N., J. Yabi, B. Aïhoun et A. Paraïso, 2014, Modélisation simultanée de la perception et de l'adaptation au changement climatique : cas des producteurs de maïs du Nord Bénin (Afrique de l'Ouest), *Cahiers Agricultures*, 23, pp. 177-87.
- Zamukulu, P., R. Ayagirwe, A. Ndeko et E. Bagula, 2019, Contraintes et opportunités de l'intégration agriculture-élevage à Mushinga dans l'Est de la RD Congo, *Journal of Animal & Plant Sciences*, 41 (3), pp. 7000-7014, DOI : <https://doi.org/10.35759/JAnmPlSci.v41-3.4>.
- Zougmore, R.B., S.T. Partey, M. Ouédraogo, E. Torquebiau et B. Campbell, 2018, Facing climate variability in Sub-Saharan Africa : analysis of climate-smart agriculture opportunities to manage climate-related risks, *Cahiers Agricultures*, 27 : 34001
- Zozo, R., W. Chiuri, D. Katunga et B. Maass, 2011, Assessing the Importance of Livestock for the Livelihoods of Rural People in South Kivu, DR Congo, *Tropentag*, October 5-7, 2, Bonn.

RÉSUMÉS

La vulnérabilité de l'agriculture familiale au changement climatique ressort de sa dépendance directe des facteurs climatiques (précipitations, températures, rayonnement solaire). En RD Congo où $\frac{3}{4}$ de la population vit de ce type d'agriculture, les effets combinés du changement climatique et de COVID-19 sont venus s'ajouter aux problèmes structurels existants (exemple : insécurité persistante, routes de desserte agricole impraticables) pour aggraver les menaces sur les moyens d'existence des ménages ruraux et périurbains. Les entretiens directs avec 148 agriculteurs des zones marécageuses du Sud-Kivu ont permis de comprendre que la perturbation

des paramètres climatiques bouleverse les connaissances endogènes des agriculteurs du climat. Ces derniers observent des pluies abondantes de courte durée (76 %), des températures à tendance montante et une saison sèche relativement longue. Les résultats obtenus par la régression logistique indiquent que l'apparition de nouveaux bioagresseurs et l'irrégularité des pluies renforcent significativement la conviction des agriculteurs du changement climatique dans leur milieu. Ce changement s'accompagne d'effets négatifs (la perte de la fertilité des sols, la chute des rendements, la perte des récoltes et les inondations) qui suscitent d'importantes préoccupations des agriculteurs. Leurs stratégies d'adaptation comprennent le curage des cours d'eau, le paillage et l'usage des matières organiques, la diversification des cultures et l'usage des pesticides devenu l'option privilégiée pour contrôler les ravageurs. Les résultats de ce travail peuvent orienter les pouvoirs publics ainsi que les acteurs du développement agricole à définir un programme de renforcement des capacités d'adaptation au changement climatique en formulant de nouvelles stratégies basées sur les savoirs endogènes existants.

Smallholder farming vulnerability to climate change results from its direct dependence on climatic factors (rainfalls, temperatures, solar radiation). In the DR Congo, where $\frac{3}{4}$ of the population depends on this type of agriculture, the combined effects of climate change and COVID-19 have been added to existing structural issues (example: persistent insecurity, impassable agricultural feeder roads) to exacerbate threats to livelihoods of rural and periurban communities. Farmers' interviews within swamps of South Kivu reveal that the disruption of climatic elements such as rainfall and temperature patterns upsets farmers' endogenous knowledge of the climate. These farmers experience heavy and short rainfall (76 %), rising temperatures and a dry season likely long. Results from the binary logistic regression show that the appearance of new pests and the irregularity in rainfall patterns increase significantly farmers' conviction of climate change in the study area. Perceived impacts of climate change that farmers fear include the decline of soil fertility, decreasing yields, crops failure due to floods. Farmers' adaptation strategies include the cleaning up streams, mulching as well as the application of manure, crop diversification and use of chemical pesticides that is currently farmers' preferred option to control pests. This paper provides valuable information that can guide policy makers as well as those involved in agricultural development to define a program that aims at strengthening farmers' capacity to adapt to climate change by formulating new strategies based on existing local knowledge.

INDEX

Mots-clés : agriculture familiale, zones marécageuses, changement climatique, stratégies adaptative, Kabare

Keywords : family farming, swampy areas, climate change, adaptation strategies, Kabare

AUTEURS

ARSÈNE MUSHAGALUSA BALASHA

Chef de travaux, Unité de Recherche en Economie et Développement Agricoles, Faculté des Sciences Agronomiques, Université de Lubumbashi, PO Box 1825, Lubumbashi, République démocratique du Congo, courriel : mushagalusabalasha@Unilu.ac.cd

JEAN-HÉLÈNE KITSALI KATUNGO

Professeur, Faculté des Sciences Économiques et de Gestion, Université de Lubumbashi, PO Box 1825, Lubumbashi, République démocratique du Congo.

BENJAMIN MURHULA BALASHA

Economiste, Université de Lubumbashi, Faculté des Sciences Économiques et de Gestion, PO Box 1825, Lubumbashi, République démocratique du Congo, courriel : murhulabenjamin@gmail.com

LEBON HWALI MASHEKA

Assistant, Institut Supérieur Pédagogique de Kaziba, Walungu, République démocratique du Congo

ALOÏSE BITAGIRWA NDELE

Assistant, Institut Supérieur Pédagogique de Bukavu, Bukavu, République démocratique du Congo, courriel : aloisebitagirwandele@gmail.com

VOLONTÉ CIRHUZA

Géographe, Institut Supérieur Pédagogique de Bukavu, Bukavu, République démocratique du Congo

JEAN -BAPTISTE ASSUMANI BUHENDWA

Licencié en santé publique et enseignant à l'Institut d'Ihemba, Territoire de Kabare, République démocratique du Congo

INNOCENT AKILIMALI

Enseignant, Institut Ihemba, Territoire de Kabare, République démocratique du Congo

NICANOR CUBAKA

Enseignant, Institut Ihemba, Territoire de Kabare, République démocratique du Congo

BENOÎT BISMWA

Enseignant, Institut Ihemba, Territoire de Kabare, République démocratique du Congo, République démocratique du Congo