
Stratégies d'adaptation des maraîchers face aux changements climatiques en République Démocratique du Congo.

Cas des vallées de Kimwenza et Lukaya dans la Commune de Mont-Ngafula, Ville Province de Kinshasa.

ISANGU MWANA M'FUMU Augustin*, KALAMBAIE BIN MUKANYA Moise*,

USOTILA WATA NGO IBEYA Jean Pierre***

*Professeur à l'Université Pédagogique Nationale / RDCONGO

**Professeur Ordinaire à l'Université Pédagogique Nationale/RDCONGO

***Assistant à l'Université Pédagogique Nationale / RDCONGO

<https://doi.org/10.59937/HXRC3041>

Résumé

Dans la Commune de Mont Ngafula, Ville Province de Kinshasa, le changement climatique est une réalité. Les vallées de Kimwenza et Lukaya sont d'ores et déjà affectées par le glissement des saisons avec des pluies tardives et de courte durée. Cette situation affecte la production maraîchère et la sécurité alimentaire des ménages en termes de faibles rendements et de revenus. Cette étude a révélé que la grande majorité des maraîchers enquêtés, soit 84%, ont perçu l'un ou l'autre des indicateurs des changements climatiques. Tandis que les proportions de la perception des indicateurs des changements climatiques se présentent comme suit : fortes chaleurs (76%), pluies intenses (60%), pluies tardives (42%), vents violents (41%), inondations (13%), perte des cultures (36%), augmentation des adventices (88%), prolifération des ennemis de cultures (81%), diminution de la fertilité des sols (78%) et chute des rendements (86%). Les maraîchers enquêtés ont révélé de nombreuses pratiques par lesquelles ils se sont adaptés aux changements climatiques. C'est le cas de l'utilisation des variétés adaptées (16%) et des semences améliorées (19%), la modification des dates de semis (26%), la diversification des cultures (49%), l'association et la rotation des cultures (82% et 70%), l'usage de la fumure organique (46%), la pratique du paillage et de la couverture de pépinières (14% et 17%), l'installation de bandes enherbées et des haies vives/mortes (3% et 6%), l'agroforesterie (7%), l'arrosage fréquent (89%) et l'élévation de digues (16%). Nos résultats ont révélé que seuls 47% des maraîchers enquêtés se sont adaptés aux changements climatiques, en l'occurrence ceux qui ont adopté au moins une de ces pratiques. Les variables qui se sont révélées significatives ont permis d'identifier les facteurs explicatifs d'adaptation des maraîchers des vallées de Kimwenza et Lukaya aux changements climatiques. Il s'agit de : l'utilisation de la main d'œuvre (familiale 79% ; familiale et journalière 13% ; journalière 8%), l'appartenance à une organisation paysanne (57%), du statut de terre (90), l'accès au crédit (13%). Ces facteurs sont déterminants dans l'élaboration des politiques d'adaptation des producteurs aux changements climatiques, en vue de promouvoir l'activité maraîchère et la production agricole.

Mots-clés : Stratégie, Adaptation, Maraîcher, Changement climatique.

Abstract

In the township of Mont Ngafula, State of Kinshasa, climate change is a reality. The Kimwenza and Lukaya valleys are already affected by seasonal shifts, with late and short rains. This situation is affecting market garden production and household food security in terms of low yields and income. The study revealed that the vast majority of market gardeners surveyed, i.e. 84%, perceived one or other of the climate change indicators. While the proportions of perception of climate change indicators were as follows: high heat (76%), intense rainfall (60%), late rains (42%), strong winds (41%), flooding (13%), crop loss (36%), increase in weeds (88%), proliferation of crop pests (81%), decrease in soil fertility (78%) and drop in yields (86%). The market gardeners surveyed revealed

a number of practices by which they have adapted to climate change. These included the use of adapted varieties (16%) and improved seeds (19%), modified sowing dates (26%), crop diversification (49%), crop association and rotation (82% and 70%), the use of organic fertilizer (46%), mulching and covering nurseries (14% and 17%), installing grass strips and live/dead hedges (3% and 6%), agroforestry (7%), frequent watering (89%) and raising dykes (16%). Our results revealed that only 47% of market gardeners surveyed had adapted to climate change, in this case those who had adopted at least one of these practices. The variables that proved significant enabled us to identify the factors that explain the adaptation of market gardeners in the Kimwenza and Lukaya valleys to climate change. These were: use of labor (family 79%; family and daily 13%; daily 8%), membership of a farmers' organization (57%), land status (90), access to credit (13%). These factors are determining factors in the development of policies for adapting producers to climate change, with a view to promoting market gardening and agricultural production.

Keywords: Strategy, Adaptation, Market gardener, Climate change.

INTRODUCTION

Les variabilités climatiques ont un impact direct sur la production agricole, puisque les systèmes agricoles dépendent en grande partie du climat (BOKO, 2007 ; MERTZ, 2009). Cet impact est plus important dans les pays en développement où l'agriculture est pluviale et constitue la principale source d'emplois et de revenus pour la majorité de la population (AGOSSOU, 2012).

En RDC, l'agriculture familiale occupe plus de 70 % de la population (SALAMI, 2010 et MORTON, 2007), et la majorité d'agriculteurs exploitent de petites surfaces variant de 0,1 à 3 hectares (BALASHA, 2015), situées parfois dans des zones dégradées et sensibles aux aléas climatiques (BATIONO, 2015 et MORTON, 2007). Les changements climatiques observés aujourd'hui constituent donc une menace pour l'agriculture familiale (KABORE, 2019 ; ABID, 2015 et KERGOMARD, 2017). Ces changements climatiques, dont les effets négatifs sont perçus par les agriculteurs, comprennent notamment la pluviométrie excessive, la sécheresse prolongée, les inondations, la perturbation du calendrier agricole, la diminution des rendements, ou les vents violents qui peuvent détruire les cultures et entraîner des pertes post-récoltes (MBALLO, 2019 ; FAO, 2014 ; SALAMI, 2010). Les impacts de ces changements sur l'agriculture menacent directement les populations les plus vulnérables, dont les moyens d'existence reposent essentiellement sur cette activité. C'est le cas, en particulier, dans les deux vallées de Kimwenza et de Lukaya, dans la Ville-Province de Kinshasa. Face à cette vulnérabilité, et vue l'impossibilité de réduire totalement les effets des changements climatiques de plus en plus importants, des efforts ont été fournis par les scientifiques pour identifier des mécanismes d'adaptation. C'est ainsi qu'avec l'appui des Partenaires Techniques et Financiers (PTF), bon nombre de pays Africains se sont dotés depuis 2007, de programmes d'actions nationales d'adaptation aux changements climatiques. C'est le cas de la RDC qui avait entrepris en 2010, d'élaborer son premier Programme d'Action National d'Adaptation aux changements climatiques (PANA). Des résultats encourageants des différents programmes et

projets ont été diversement constatés. Selon le Rapport descriptif final du Projet de renforcement des capacités d'adaptation et de gestion des impacts des changements climatiques sur la production agricole et la sécurité alimentaire en RDC, il s'agit entre autres de l'amélioration de la résilience des systèmes de culture utilisés par les populations rurales, du renforcement des capacités techniques des petits agriculteurs et des institutions agricoles, de l'identification et diffusion des meilleures pratiques, etc. Si ces résultats sont tangibles, il n'est pas de même pour la résilience (adaptation) des agriculteurs face aux conséquences du changement climatique.

Les réponses pour l'adaptation au changement climatique en Afrique sont toujours balbutiantes tant au niveau local, national que régional. Elles consistent dans le concept de Climate Smart Agriculture (CSA) ou Agriculture Intelligente face au Climat (AIC), qui est l'une des stratégies d'adaptation au changement climatique (LIPPER, 2014), et que la FAO définit comme « l'agriculture qui augmente durablement la productivité et la résilience (adaptation) et améliore la réalisation des objectifs de sécurité alimentaire et de développement » (FAO, 2013).

Dans la Ville-Province de Kinshasa, les vallées de Kimwenza et Lukaya sont reconnues depuis plusieurs années pour leur maraîchage dynamique qui constitue la principale source des revenus des ménages. Cependant, cette activité est tributaire du climat, dont les variations affectent la production et les revenus des ménages, car les changements climatiques sont un des facteurs clés de vulnérabilité. Considérant les stratégies adoptées ici et là par des producteurs agricoles, les questions suivantes méritent d'être posées : 1) Quelles sont les stratégies développées et les actions entreprises par les maraîchers des vallées de Kimwenza et de Lukaya pour s'adapter aux effets des changements climatiques ? 2) Quels sont les facteurs déterminant cette adaptation aux changements climatiques ? L'objectif poursuivi dans cette recherche est d'identifier les stratégies mises en place et les actions menées par les maraîchers des vallées de Kimwenza et Lukaya pour s'adapter aux effets des changements climatiques, et les facteurs qui déterminent ces adaptations.

MILIEU D'ETUDE ET METHODOLOGIE

Milieu : vallées de Kimwenza et Lukaya

Localisation et situation géographique

L'étude s'est déroulée dans les vallées de production maraîchère de Kimwenza et Lukaya, qui se situent au Quartier de Kimwenza, dans la Commune de Mont-Ngafula, dans la Ville Province de Kinshasa, la capitale de la République Démocratique du Congo (RDC). Les vallées de Kimwenza et de Lukaya se situent dans le Quartier de Kimwenza, au Sud de la

Commune de Mont- Ngafula, à une altitude de 493 mètres et à proximité du Lac de Ma Vallée, des petites chutes de la rivière Lukaya et du site touristique Lola Ya Bonobo « Paradis des Gorilles ». Une station ferroviaire, établie sur la ligne de chemin de fer Matadi-Kinshasa, dessert la localité de Kimwenza. Cette ligne a été construite entre 1890 et 1898 afin de relier la ville portuaire de Matadi à Kinshasa, en contournant les Livingstone, non navigables. La localité de Kimwenza a une superficie de 49 300 hectares, soit 493 km², et ses coordonnées sont : 4° 27' 33" sud, 15° 17' 20" est.

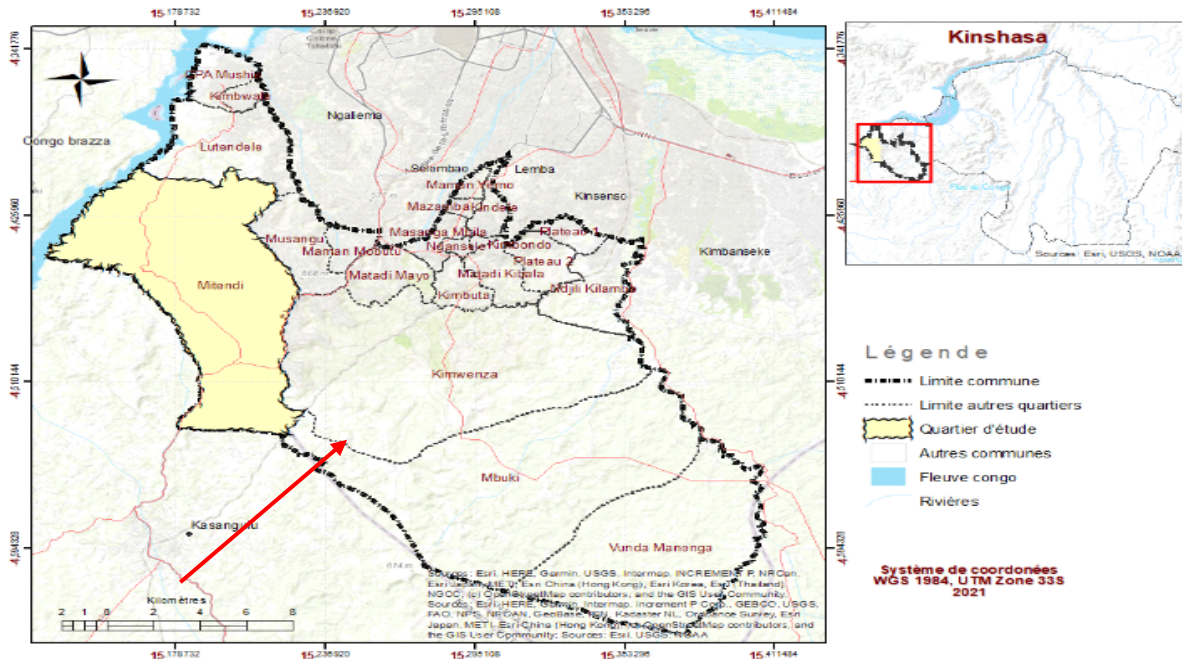


Figure 1. Situation géographique de Kimwenza

Population et activités

La population du Quartier Kimwenza est estimée à près de 14.417 habitants (Duale, 2013). Elle est essentiellement agricultrice et le maraîchage constitue sa principale activité. Cependant, elle pratique aussi certaines activités extra agricoles pour diversifier les sources de revenus. Il s'agit notamment le petit élevage, la transformation, la pisciculture, la cueillette des Produits Forestiers Non Ligneux (PFNL), le petit commerce, l'artisanat, la boulangerie, la production des briques en argile, la vente du sable, la main d'œuvre agricole, etc.

Climat et hydrographie

Climat

Le milieu d'étude, Kimwenza, est classé dans un climat de savane (AW₄), selon la classification de Köppen-Geiger. La température moyenne annuelle est de 25,6°C et les précipitations sont en moyenne de 799,8 mm. Des précipitations moyennes de 5,9 mm font du

mois de juillet le mois le plus sec. Les précipitations varient de 116.4mm entre le mois le plus sec et le mois le plus humide. Le mois de novembre enregistre les précipitations annuelles les plus importantes avec une moyenne de 122,3mm. L'amplitude des températures tout au long de l'année est de 3.8°C. A titre de comparaison, Kinshasa a une température moyenne de 25,3°C et les précipitations sont en moyenne de 1273,9 mm. (Station Météorologique de Ndjili, 2022). La même source rapporte qu'au mois de mars, la température moyenne est de 26,9°C. Mars est de ce fait le mois le plus chaud de l'année. Juillet est le mois le plus froid de l'année. La température moyenne est de 23,1°C à cette période. Le record de chaleur est de 39°C enregistré le dimanche 4 mars 2007 et le record de froid de 2°C enregistré le mardi 6 février 1979.

Hydrographie

La zone d'étude est caractérisée par le bassin versant de la Lukaya, qui est drainé par un réseau hydrographique dense avec plusieurs petites sources et cours d'eau, dont la rivière Lukaya constitue le cours d'eau le plus important. Située entre la latitude Sud 4°27' et 4°41' et les longitudes Est 15°10' et 15°20', la rivière parcourt une distance d'environ 50 km. Le niveau d'eau de la rivière varie rapidement en fonction des pluies, de sorte qu'elle est sujette à des crues fréquentes en saison des pluies.

MÉTHODOLOGIE

Cette recherche a été menée auprès de 408 maraîchers des vallées de Kimwenza et Lukaya, dans la Commune de Mont Ngafula, Ville Province de Kinshasa en République Démocratique du Congo. L'étude a recouru à une enquête par sondage aux quotas proportionnels, moyennant un questionnaire d'enquête. N'ayant pas eu une base de sondage, l'échantillonnage non probabiliste a été utilisé. Dans la collecte de données, la technique d'échantillonnage à l'aveuglette a été utilisée, si bien que les répondants ont été sélectionnés de façon arbitraire avec une planification minimale. Le modèle économétrique utilisé, en l'occurrence le modèle de régression Probit, a permis d'identifier les stratégies développées par les maraîchers des vallées de Kimwenza et Lukaya en vue de s'adapter aux effets du changement climatique, mais aussi de comprendre les facteurs explicatifs d'adaptation desdits maraîchers. Le traitement de données s'est fait à l'aide des logiciels Excel et Stata/SE 10.1.

Description et justification des variables

Description des variables

Les principales informations recueillies sont liées aux facteurs humains, sociaux, physiques et financiers du maraîcher et son exploitation. L'utilisation d'au moins une stratégie

d'adaptation ou l'adaptation est la variable dépendante (Y). Elle prend la valeur 1 en cas d'adaptation, et 0 en cas de non adaptation. Dans l'ensemble, 29 variables indépendantes, regroupées dans le tableau 1, ont été identifiées comme potentiellement explicatives de l'adaptation des maraîchers aux effets des changements climatiques :

Tableau 1. Les variables de recherche

N°	Nom de la variable	Nature de la variable	Mesure	Signe attendu
1. Capital humain				
1	Genre	Qualitative binaire	1 si M ; 0 si F	+/-
2	Age	Quantitative continue	Age du chef d'exploitation-conjoint-gérant	+
3	Expérience	Quantitative continue	Nombre d'années dans le maraîchage	+
4	Niveau d'instruction	Qualitative multimodale	0=Non scolarisé ; 1=Primaire ; 2=Secondaire ; 3=Universitaire	+/-
5	Taille de ménage	Quantitative discrète	Nombre de personnes dans le ménage	+
6	Main d'œuvre	Qualitative multimodale	1=Familiale ; 2=Journalière ; 3=Les deux	+/-
7	Connaissances sur les changements climatiques	Qualitative binaire	1 : si Oui, 0 : si Non	+/-
2. Capital social				
8	Appartenance à une O.P.	Qualitative binaire	1 : si Oui, 0 : si Non	+/-
9	Adaptation aux changements climatiques	Qualitative binaire	1 : si Oui, 0 : si Non	+/-

N°	Nom de la variable	Nature de la variable	Mesure	Signe attendu
3. Facteur institutionnel				
10	Accès à la vulgarisation	Qualitative binaire	1 : si Oui, 0 : si Non	+/-
4. Capital financier				
11	Statut de terre	Qualitative binaire	1 : si Propriétaire, 0 : si Locataire	+/-
12	Revenu mensuel	Quantitative discrète	Montant en Franc Congolais	+
13	Accès au crédit	Qualitative binaire	1 : si Oui, 0 : si Non	+/-
14	Diversification des sources de revenus	Qualitative binaire	1 : si Oui, 0 : si Non	+/-
5. Capital physique				
15	Nombre de plates-bandes	Quantitative continue	Nombre	+/-
16	Choix des variétés	Qualitative binaire	1 : si Oui, 0 : si Non	+/-
17	Modification des dates de semis	Qualitative binaire	1 : si Oui, 0 : si Non	+/-
18	Diversification des cultures	Qualitative binaire	1 : si Oui, 0 : si Non	+/-
19	Association des cultures	Qualitative binaire	1 : si Oui, 0 : si Non	+/-
20	Rotation des cultures	Qualitative binaire	1 : si Oui, 0 : si Non	+/-

N°	Nom de la variable	Nature de la variable	Mesure	Signe attendu
21	Usage de la fumure organique	Qualitative binaire	1 : si Oui, 0 : si Non	+/-
22	Possession des fosses fumières	Qualitative binaire	1 : si Oui, 0 : si Non	+/-
23	Pratique du paillage	Qualitative binaire	1 : si Oui, 0 : si Non	+/-
24	Couverture des pépinières avec la paille	Qualitative binaire	1 : si Oui, 0 : si Non	+/-
25	Installation de bandes enherbées	Qualitative binaire	1 : si Oui, 0 : si Non	+/-
26	Installation de haies vives/mortes	Qualitative binaire	1 : si Oui, 0 : si Non	+/-
27	Pratique de l'agroforesterie	Qualitative binaire	1 : si Oui, 0 : si Non	+/-
28	Système d'arrosage	Qualitative binaire	1 : si Oui, 0 : si Non	+/-
29	Elévation des digues	Qualitative binaire	1 : si Oui, 0 : si Non	+/-

Justification des variables

Les variables jugées pertinentes pour notre étude ne l'ont pas été par hasard. Le choix de chacune d'entre elles est justifié. Parmi les variables du capital humain, par exemple, le genre du maraîcher dans le processus d'adaptation s'avère déterminant dans la mesure où les activités agricoles sont généralement au cœur d'une division sexuelle du travail, les cultures vivrières pour la consommation domestique étant l'apanage des femmes, tandis que les hommes s'occupent des cultures de rente (LUFULUABO, 2022). L'âge du maraîcher et son expérience sont quasiment liés. Ainsi, le nombre d'années d'expérience dans le maraîchage devrait influencer positivement l'adaptation et la probabilité d'adaptation devrait augmenter avec l'âge.

La taille de ménage contribue à la disponibilité de la main-d'œuvre et à l'accroissement des ressources (LUFULUABO, 2022). Le niveau d'instruction du maraîcher et ses connaissances en changement climatique lui procure une maîtrise du milieu, de l'activité et un avantage comparatif. Cela le rend capable d'accumuler des informations, d'évaluer et d'anticiper l'analyse avant de décider sur l'adaptation (LUFULUABO, 2022).

L'appartenance des maraîchers aux organisations paysannes influe positivement et négativement sur l'adaptation. La fréquentation des mouvements associatifs favorise la diffusion de l'information, facilite l'accès au crédit, à la main d'œuvre, à l'assistance technique, aux structures de vulgarisation et aux formations, etc. De ce fait, les variables « appartenance aux organisations paysannes et accès à la vulgarisation » sont liées. La vulgarisation a lieu à travers les associations et augmente la probabilité de s'adapter. Cependant, lorsque les mouvements associatifs véhiculaient de fausses informations sur les changements climatiques, l'appartenance à une association influencerait négativement sur la probabilité de s'adapter.

Les variables « nombre des plates-bandes (proxy de la superficie), statut de terre, revenu, accès au crédit, diversification de sources de revenu » renseignent sur la valeur des capitaux des ménages maraîchers d'une part, et d'autre part sur la valeur des capitaux investis. Ces variables influent positivement sur l'adaptation (CHUKU et OKOYE, 2009). En effet, un nombre moins élevé de plates-bandes exploités diminue le rendement et augmente la probabilité de s'adapter.

De même, la location de la terre par le maraîcher augmente la probabilité de s'adapter. Des faibles revenus du maraîcher, la difficulté d'accès au crédit et aux semences améliorées par le maraîcher augmentent la probabilité de s'adapter pour améliorer ses revenus. Une courte distance entre la résidence du maraîcher et son exploitation impacte sur sa décision à diversifier

ses ressources de revenu par le développement d'activités parallèles au maraîchage (commerce, élevage et pisciculture, artisanat, salariat agricole, etc.).

Les décisions d'adaptation de l'agriculteur dépendent aussi d'autres paramètres notamment liés aux risques environnementaux (BOKO, 2007 et MERTZ, 2009), et des pratiques de production des exploitations (CHUKU et OKOYE, 2009). Cependant, l'agriculteur se trouve aussi face à des opportunités naturelles, notamment liées à la localisation de son exploitation.

Parmi les variables étudiées, certaines concernent la perception des changements climatiques par les enquêtés, d'autres leurs stratégies d'adaptation à ces changements. Celles qui sont perçues comme indicatrices ou conséquences des changements climatiques sont les fortes chaleurs, les pluies intenses ou tardives, les vents violents, la prolifération des adventices, des ravageurs et des maladies, les inondations et la chute des rendements.

Tandis que les stratégies d'adaptation aux changements climatiques comprennent la modification du calendrier agricole, la diversification des cultures, l'usage de la fumure organique, l'utilisation fosses fumières, la diversification des sources de revenus, l'association et la rotation des cultures, le choix des variétés adaptées, la pratique du paillage, la couverture des pépinières, les bandes enherbées, les haies vives/mortes, la pratique de l'agroforesterie, l'irrigation, l'élévation des digues, l'arrosage fréquent, etc.

Méthodes d'analyse de données

Pour vérifier les hypothèses du travail, les données collectées lors de l'enquête ont été soumises à l'analyse uni variée, bivariée et multi variée. L'analyse uni variée a consisté à la présentation de la distribution individuelle des fréquences (pourcentage et nombre d'observations) pour les variables qualitatives, ainsi qu'à la présentation de la moyenne, de l'écart-type, du minimum, du maximum et du nombre d'observations pour les variables quantitatives.

L'analyse bivariée a porté sur la vérification des liens existant entre les variables explicatives et l'adaptation ainsi que ses variantes. Selon que les variables explicatives sont quantitatives ou qualitatives, nous avons respectivement utilisé les tests de Mann-Whitney ou Chi-2 de Pearson, ou encore le test de Fisher-Exact.

Nous avons eu recours au modèle logistique binaire (Logit ou Probit), qui est fréquemment utilisé dans la littérature pour expliquer l'adaptation des changements climatiques (KABORE, 2019, cités par LUFULUABO, 2022). Nous avons suivi la recommandation selon

laquelle on opte pour le modèle Probit lorsque les erreurs du modèle suivent une distribution normale, et le modèle Logit dans le cas contraire.

Procédure d'estimation

La littérature sur la modélisation de l'adaptation, ou d'adoption des stratégies résilientes aux changements climatiques est dominée par la méthode ayant recours aux méthodes de régression logistique binaire (Logit et Probit) permettant d'expliquer le comportement d'adaptation des producteurs agricoles face aux effets des changements climatiques (LUFULUABO, 2022 ; KABORE, 2019 ; VODOUNOU et DOUBOGAN, 2016 ; CHEIKH, 2011). Certains auteurs ont recouru au modèle probit binaire et d'autres au modèle de sélection Heckman probit (LUFULUABO, 2022).

Nous supposons, en effet, que l'adoption d'au moins une stratégie d'adaptation aux changements climatiques, par l'échantillon des maraîchers, suit une loi normale, dans la mesure où ces derniers présentent des caractéristiques presque communes. Ainsi, nous avons réalisé l'analyse uni-variée, bi-variée et multi-variée, en se servant du modèle Probit (LUFULUABO, 2022). Nous avons présenté les résultats sous formes de tableaux et des graphiques. Au regard la variable dépendante binaire (adaptation), le modèle probit est approprié : Soit Y^* , une variable latente et non observable, la probabilité qu'un maraîcher s'adapte aux changements climatiques. La variable dépendante Y^* est continue dans l'intervalle $[0, 1]$. On définit alors Y , une variable discrète, qui prend la valeur 0 si le maraîcher ne s'est pas adapté (c'est-à-dire $Y^*=0$) et 1 s'il s'est adapté (c'est-à-dire $Y^*>0$).

La probabilité que $Y_i = 1$ connaissant X_j variables explicatives s'écrit :

$$P_i = P(Y = 1 | X_1, \dots, X_k) = \frac{1}{1 + e^{\{-(\alpha + \sum_{j=1}^k \beta_j X_j)\}}} \quad (1)$$

Et la probabilité que $Y_i=0$ (non adaptation), connaissant les différentes valeurs des variables explicatives X_i s'écrit :

$$1 - P_i = P(Y = 0 | X_1, \dots, X_k) = 1 - \frac{1}{1 + e^{\{-(\alpha + \sum_{j=1}^k \beta_j X_j)\}}} \quad (2)$$

$$\text{En posant } Z = \alpha + \sum_{j=1}^k \beta_j X_j, \text{ on a } P_i = \frac{1}{1 + e^{-Z}} \text{ et } 1 - P_i = 1 - \frac{1}{1 + e^{-Z}} = \frac{e^{-Z}}{1 + e^{-Z}} \quad (3)$$

$$\text{Par définition, la fonction probit } Y = \ln\left(\frac{P_i}{1 - P_i}\right) = \ln(e^Z) = Z. \quad (4)$$

Ce qui permet de ramener le modèle probit à un modèle linéaire.

$$\text{Le modèle final sera } Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k + \varepsilon \quad (5)$$

Le modèle est dit globalement significatif si la P-value (Chi-2) $< \alpha$. Le seuil (α) de signification limite toléré dans cette étude est de 10%. Les paramètres du modèle sont dits significatifs si la P-value (Z) $< \alpha$. Selon le signe associé à un paramètre, la variable concernée aura un effet positif ou négatif sur l'adaptation. Pour connaître l'amplitude de l'effet de chacune des variables explicatives sur l'adaptation, les effets marginaux ont été calculés.

RESULTATS

Perception des changements climatiques

Dans cette sous-section, nous présentons la distribution individuelle des variables retenues en lien avec les changements climatiques, ainsi que l'impact de ceux-ci, tel que perçu par les maraîchers des vallées de Kimwenza et Lukaya, sur leurs activités agricoles. Dans l'ensemble, les résultats ont révélé que la grande majorité des maraîchers enquêtés, soit 84%, ont perçu l'un ou l'autre des indicateurs des changements climatiques. Tandis que les proportions de la perception de ces indicateurs sont représentées dans la figure 1.

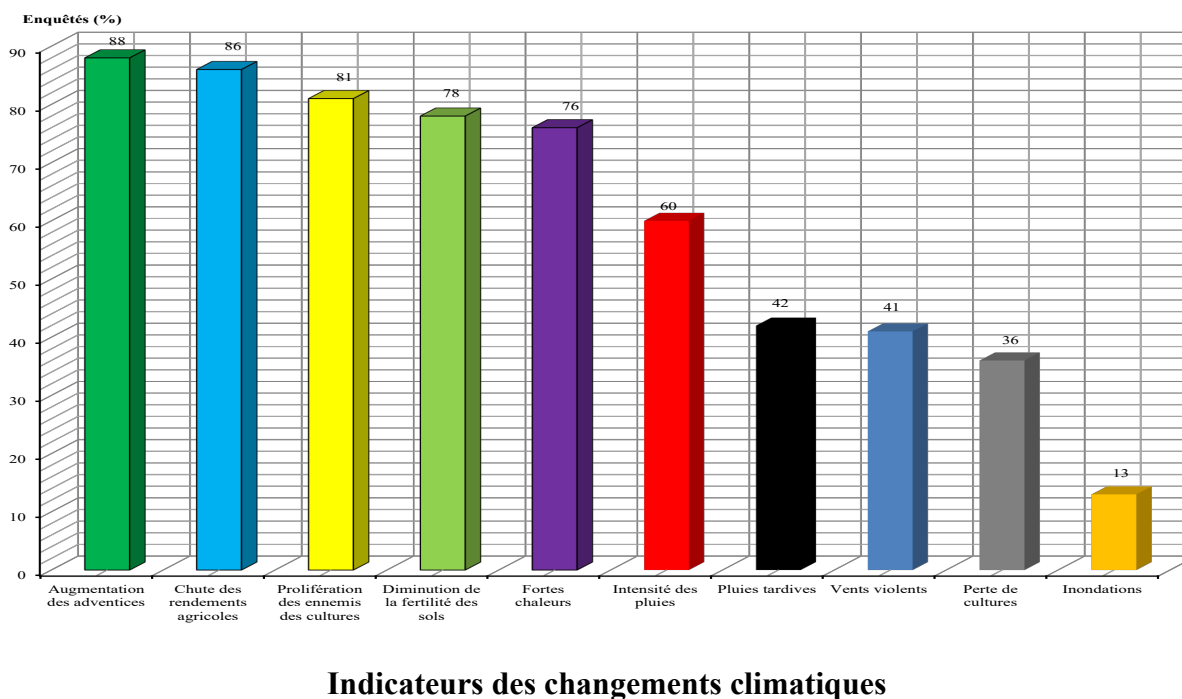


Figure 2. Perception des changements climatiques

La majorité des maraîchers enquêtés, soit 76%, a perçu des fortes chaleurs. Celles-ci accentuent l'évapotranspiration, qui induit la fanaison des légumes et la perte des jeunes plantules, avec comme conséquence le besoin d'arrosages fréquents et la baisse des rendements. L'intensité des pluies a été perçue par 60% des maraîchers enquêtés. Ces pluies ont pour

conséquence notamment la perte des cultures et les inondations. Les fortes chaleurs combinées aux pluies intenses accentuent la prolifération des mauvaises herbes, des ravageurs et des maladies des cultures.

Parmi les maraîchers enquêtés, 42% ont perçu un raccourcissement de la durée de la saison de pluies, avec le retour tardif de celles-ci. Ainsi, durant cette période d'attente des pluies, l'arrosage fréquent reste la seule alternative pour ces maraîchers.

Les vents violents ont été perçus par 41% des maraîchers enquêtés. Ils détruisent les hangars en rameaux protégeant les plates-bandes, les pépinières et les germoirs contre les insulations et les pluies intenses.

Certains maraîchers enquêtés, soit 13%, ont non seulement perçu des inondations dans les vallées de Kimwenza et Lukaya, mais ils en sont aussi victimes. Ce phénomène à la base de la perte des cultures (surtout les légumes-feuilles), s'est manifesté dans les bas-fonds. Suite à l'ensemble de ces phénomènes, des pluies intenses, des inondations et de fortes chaleurs, 36% d'enquêtés ont déclaré enregistrer des pertes de leurs cultures (surtout les germoirs et pépinières).

L'augmentation de mauvaises herbes durant les 5 dernières années a été constatée par 88% des enquêtés. Ces adventices exercent une forte concurrence sur les cultures pour la lumière, l'eau et les éléments nutritifs, impactant ainsi négativement sur les rendements agricoles. Quant à la prolifération des ennemis des cultures (ravageurs et maladies), elle a été perçue par 81% des maraîchers enquêtés durant ces 5 dernières années dans les vallées en étude.

La diminution de la fertilité des sols compte aussi parmi les impacts des changements climatiques, et elle a été perçue par 78% des maraîchers enquêtés. C'est ainsi que l'application de la fumure minérale et organique est devenue l'option privilégiée pour compenser cette perte de fertilité des sols. La chute des rendements agricoles durant les 5 dernières années, imputable pour une bonne part aux changements climatiques, a été perçue par la majorité des maraîchers enquêtés, soit 86%.

Caractéristiques des exploitations

Cette sous-section présente les résultats de l'analyse univariée, pour les variables retenues comme potentiellement significatives pour rendre compte de l'adaptation des maraîchers aux changements climatiques, en l'occurrence des facteurs personnels des maraîchers et des facteurs institutionnels. Aux premiers appartient le genre, l'âge,

l'expérience, la taille de ménage, le niveau d'instruction, le type de main-d'œuvre, les connaissances sur les changements climatiques, l'appartenance à une organisation paysanne, l'accès à la vulgarisation, le statut de la terre, le revenu et la diversification de ses sources, l'accès au crédit et la superficie des terres.

Genre

Les maraîchers enquêtés appartiennent aux deux genres, les hommes et les femmes, dans les proportions respectives de 54% et 46%.

Age, expérience, taille de ménage

L'âge, l'expérience et la taille des ménages des maraîchers enquêtés sont variés. La répartition des enquêtés en fonction de ces variables est présentée dans le tableau 2 :

Tableau 2. Age, expérience et taille des ménages

Variable	Observation	Moyenne	Ecart type	Min	Max
Age	408	44,89461	14,53053	18	77
Expérience	408	13,26961	8,026728	1	35
Taille de ménage	408	5,889706	1,888824	1	10

On observe que l'âge des maraîchers enquêtés est en moyenne de 45 ans, au minimum de 18 ans, et au maximum de 77 ans, avec un écart-type de 14,53. Quant à leur expérience dans la pratique du maraîchage, elle varie de 1 à 35 ans, avec une moyenne de 13 ans et un écart-type de 8,02. Tandis que la taille des ménages varie de 1 à 10 membres, avec une moyenne de 6 personnes, et un écart-type de 1,88.

Niveau d'instruction

Le niveau d'instruction des maraîchers enquêtés est variable. Leur distribution selon les classes observées est présentée dans la figure 3.

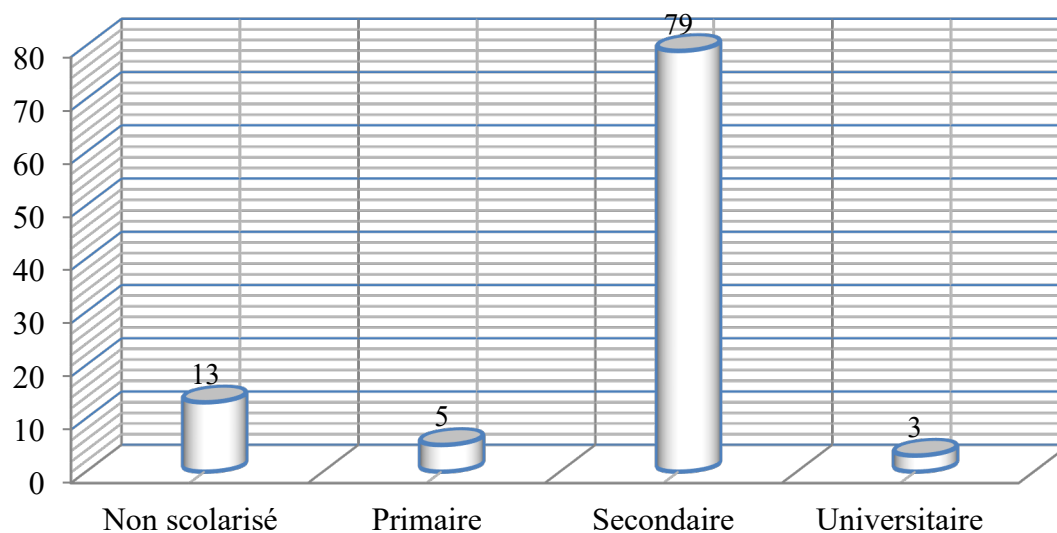


Figure 3. Niveau d'instruction des enquêtés

Les résultats contenus dans ce graphique montrent que la majorité des maraîchers enquêtés, soit 79%, ont fait des études secondaires. Ils sont suivis par ceux qui ne sont pas scolarisés, soit 13%, puis par ceux qui ont fait des études primaires, représentant 5% des enquêtés. Enfin viennent 3% des enquêtés qui ont poursuivi des études universitaires.

Type de main d'œuvre

Les maraîchers enquêtés utilisent une main-d'œuvre variée. Leur répartition dans les classes de main-d'œuvre se présente dans la figure 4.

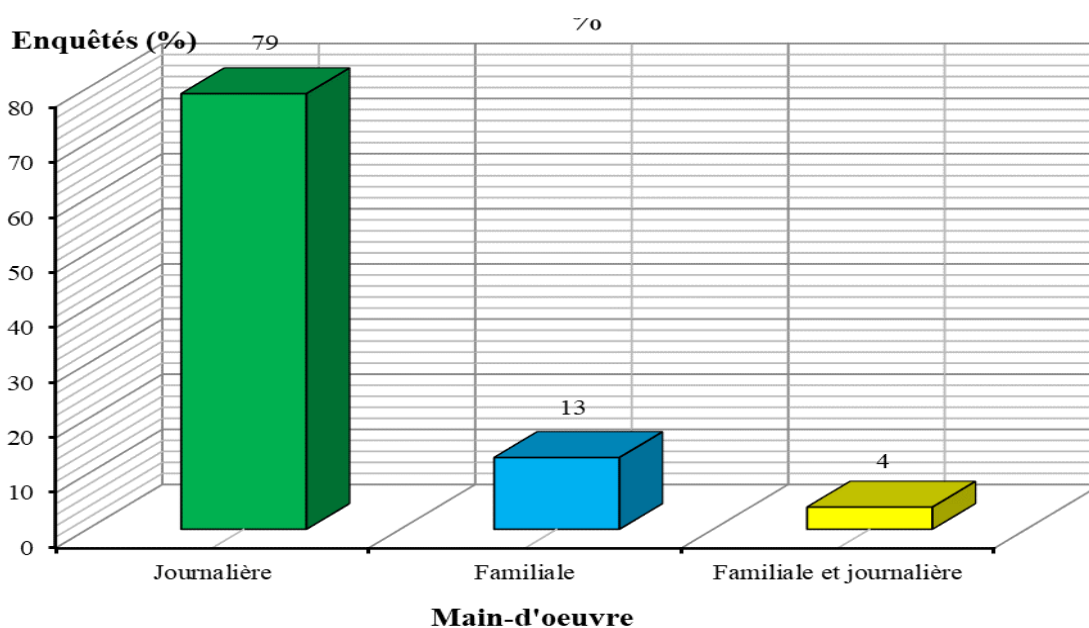


Figure 4. Répartition des enquêtés en fonction de la main-d'œuvre

La majorité des maraîchers enquêtés, soit 79%, utilise la main d'œuvre journalière. Dans ce groupe, 13% associent cette main-d'œuvre à la famille et 4% associent cette main d'œuvre familiale avec des journaliers pour des tâches spécifiques, telles que le labour, l'arrosage, le semis, le démariage, le sarclage et la récolte.

Connaissances sur les changements climatiques

Nos résultats ont montré que 14% des enquêtés ont déclaré détenir des connaissances endogènes sur les changements climatiques.

Appartenance à une organisation paysanne

Parmi les maraîchers enquêtés, la majorité, soit 57 %, sont des membres des organisations paysannes (OP), contre 43% qui n'en sont pas membres.

Accès à la vulgarisation

Selon nos résultats, 10% des enquêtés ont accès à la vulgarisation, surtout grâce à des organisations de la société civile (OSC), plutôt que par des services étatiques.

Statut de terre

D'après nos résultats, 90% des maraîchers pratiquent le bail agricole ou le fermage, pratique selon laquelle ils paient un loyer au propriétaire de terre. Seuls 10% des enquêtés sont propriétaires des terres qu'ils exploitent.

Revenus et diversification de leurs sources

Le revenu des enquêtés provient principalement de leur activité maraîchère, et il varie de 75.000 FC à 750.000 FC par mois, avec une moyenne de 174.700 FC et un écart-type de 103.016 FC.

La diversification des sources de revenu consiste dans le développement d'activités parallèles au maraîchage. Chez nos enquêtés, 48% pratiquent ainsi des activités comme le petit commerce, la pisciculture, l'élevage, l'artisanat, et le salariat agricole comme agents temporaires/tous travaux à la ferme avicole MINO CONGO.

Accès au crédit

En raison de la délocalisation constante des exploitations suite à l'exode rural et à l'expansion de la ville de Kinshasa, les maraîchers de Kimwenza et Lukaya se sont structurés en 10 Coopératives regroupées dans une Union. Grâce à cela, 13% des enquêtés ont bénéficié d'un crédit pour l'achat de terrain auprès de GUILGAL, une institution de microfinance (IMF) initiée par un Professeur de l'Université de Kinshasa.

Superficie des terres

Les exploitations des maraîchers ayant des formes très irrégulières, le nombre de leurs plates-bandes sert de proxy pour leurs superficies. Ils exploitent de 5 à 80 plates-bandes, avec une moyenne de 24 plates-bandes, et un écart type de 15,2 plates-bandes.

Adaptation aux changements climatiques

Les maraîchers enquêtés ont révélé de nombreuses pratiques par lesquelles ils se sont adaptés aux changements climatiques. C'est le cas de l'utilisation des variétés adaptées et des semences améliorées, la modification des dates de semis, la diversification des cultures, l'association et la rotation des cultures, l'usage de la fumure organique, la pratique du paillage et de la couverture de pépinières, l'installation de bandes enherbées et des haies vives/mortes, l'agroforesterie, l'arrosage et l'élévation de digues. Nos résultats ont révélé que seuls 47% des maraîchers enquêtés se sont adaptés aux changements climatiques, en l'occurrence ceux qui ont adopté au moins une de ces pratiques.

La figure 5 présente les stratégies d'adaptation aux changements climatiques.

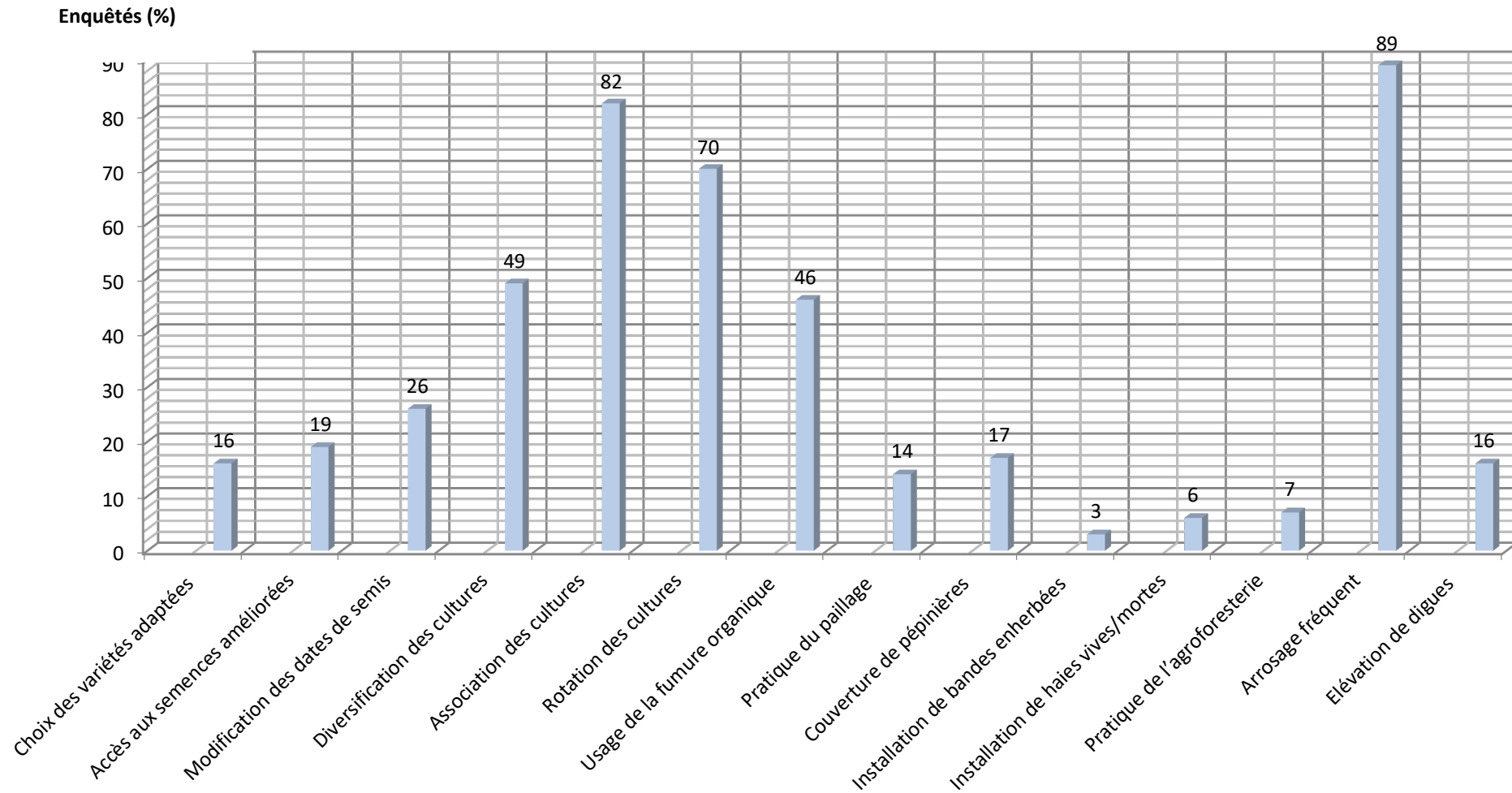


Figure 5. Stratégies d'adaptation aux changements climatiques

Choix des variétés adaptées et accès aux semences améliorées

D'après notre enquête, 16% des maraîchers utilisent des variétés adaptées aux excès de la saison des pluies et de la saison sèche. Les premières résistent dans l'eau stagnante occasionnée par les inondations, tandis que les secondes peuvent produire en saison sèche à cause de leurs cycles courts et leur résistance à la sécheresse due à leurs faibles exigences en eau. On a ainsi des cycles de 60 à 70 jours pour le chou, 55 à 60 jours pour la tomate, 45 à 50 jours pour la laitue.

Dans le milieu étudié, seuls 19% des enquêtés ont accès aux semences améliorées de ces variétés. En effet, le magasin d'intrants construit et équipé entre 2005 et 2008 par le Programme d'Appui au Développement Périurbain de Kinshasa (PADAP/K), sur financement de l'Union Européenne et la Coopération Française, est presque vide. Tandis que le projet PPAKIN qui a construit récemment un autre magasin sur financement de la Banque Africaine de développement (BAD), ne l'a pas équipé en intrants agricoles.

Modification des dates de semis

Il y a 30 ans, les opérations de préparation du sol ou du lit de semis avaient lieu au mois d'avril-début mai et le semis intervenait en début juin. Cependant, avec l'avènement des changements climatiques, 26% d'enquêtés ont déclaré avoir délaissé ces habitudes culturelles au profit d'autres dites nouvelles. Ainsi, la préparation du sol se fait actuellement en fin mai-début juin et le semis intervient en fin juin-début juillet. Par ailleurs, la modification de dates de semis a pour avantage de limiter la concurrence, d'esquiver la période de levée préférentielle des adventices et de faire aussi un faux semis.

Diversification des cultures

La majorité des maraîchers enquêtés (49%), diversifient les cultures pratiquées. Ils associent également les légumes aux cultures vivrières et fruitières. C'est le cas des pieds de manioc (plantés sur les bordures et à l'intérieur des plates-bandes) pour ses feuilles et de quelques arbres fruitiers plantés ici et là dans l'exploitation.

Association des cultures

L'association est la place des cultures au même instant sur une ou plusieurs parcelles. On peut alors parler d'assolement des cultures (DELAMARRE et al., 2015). Dans les vallées de Kimwenza et Lukaya, l'association des cultures est pratiquée par 82% d'enquêtés.

Rotation des cultures

La rotation est la succession de cultures dans le temps sur une même parcelle. Cette technique a plusieurs objectifs à savoir : limiter la profusion des mauvaises herbes, réduire l'incidence des maladies et ravageurs, gérer la fertilité du sol, minimiser l'érosion en ayant toujours une culture en place et travailler le sol à des profondeurs différentes (DELAMARRE et al., 2015). Selon nos résultats, 70% des maraîchers enquêtés font la rotation des cultures.

Usage de la fumure organique

La fumure organique est utilisée par 46% d'enquêtés pour améliorer la fertilité de leurs sols. Elle est composée de déjections animales (essentiellement de la fiente des poules achetée à la ferme Mino Congo), des mauvaises herbes, des résidus de récolte et de la terre.

Pratique du paillage et couverture de pépinières

Le paillage est un moyen réputé de protection du sol contre des aléas climatiques, comme la pluie qui peut provoquer le tassement des sols argileux. Par ailleurs, le paillis organique est biodégradable et a l'avantage de se décomposer en humus qui enrichi le sol en matière et augmente sa fertilité. Mais, parmi les enquêtés, seuls 14% le pratiquent.

Il en est de même de la couverture des pépinières avec des rameaux d'arbres qui les protègent contre les fortes températures et les pluies intenses capables de détruire les plants. Seuls 17% des enquêtés l'utilisent.

Installation de bandes enherbées et de haies vives/mortes

Des bandes permanentes de végétation, d'herbes et d'arbustes, établies le long des courbes de niveau dans les champs, permettent de freiner le ruissellement des eaux et de contrôler l'érosion hydrique (BELEMVIRE *et al.*, 2008). Chez nos enquêtés, une infime minorité, représentant 3% des maraîchers, pratiquent cette technique.

Il en est de même des haies vives/mortes, qui sont des bandes d'arbustes, généralement de petites superficies, qui jouent le rôle de brise-vent et réduisent l'érosion éolienne. Elles ralentissent aussi la vitesse de ruissellement des eaux de pluie et réduisant ainsi l'érosion hydrique, contribuant de cette manière à la conservation et la restauration des sols. Mais nos enquêtes ont montré que seuls 6% des maraîchers utilisent cette technique sur leurs cultures.

Pratique de l'agroforesterie

L'agroforesterie recouvre l'ensemble des pratiques agricoles qui associent, sur une même parcelle, des arbres (sous toutes leurs formes : haies, alignements, bosquets, etc.) à une culture agricole et/ou à l'élevage afin d'obtenir des produits ou services utiles à l'homme. De la ferme au bassin versant, du champ ouvert à la forêt domestique ou au bois pâturé, une bonne intégration des arbres et des haies en agriculture permet à la fois d'augmenter la production, de diversifier les revenus et les services écologiques et d'assurer la préservation et le renouvellement des ressources naturelles : l'eau, les sols et leur fertilité et la biodiversité.

Selon nos résultats, seuls 7% des maraîchers enquêtés pratiquent l'agroforesterie, avec essentiellement des arbres fruitiers. La Coopérative Le Trésor, présidée par Monsieur NZAU étant en tête de liste. Ce dernier exploite au moins de 2 hectares de terre où l'on trouve des mangoustaniers, manguiers, agrumes, avocatiers, safoutiers, papayers, bananiers, annonacées, pruniers. Dans d'autres exploitations, l'on trouve quelques pieds isolés entrent les plates-bandes ou à côté de celles-ci.

Arrosage fréquent

Les fortes températures augmentent l'évapotranspiration des végétaux et les besoins des cultures en eau. Pour pallier à cette carence, 89% des enquêtés ont recouru à l'arrosage fréquent de leurs légumes. Mais seuls 10% des maraîchers enquêtés, membres de la Coopérative Le Trésor, utilisent un système d'arrosage moderne, avec des motopompes, mis en place par le PADAP-K, sur un total de 6 groupements/coopératives qui, au départ, avaient bénéficié des mêmes systèmes d'arrosage.

Élévation de digues

Pour s'adapter aux aléas climatiques et réduire ainsi les risques d'inondations, 16% d'enquêtés dont les exploitations sont situées sur la vallée ont procédé à l'élévation de digues. Cette technique permet aux cultures de résister lors d'inondations, qui provoquent la submersion des plates-bandes, les érosions hydriques et la perte des cultures, avec comme conséquence la baisse de rendements et de revenus des maraîchers.

Résultats de l'analyse bi-variée

Dans cette section nous présentons la relation qui existe entre les variables explicatives, qualitatives et quantitatives, que nous venons de présenter, et la variable dépendante ou expliquée, en l'occurrence l'adaptation aux changements climatiques.

Capital humain et adaptation aux changements climatiques

Le capital humain comprend des variables dont certaines sont quantitatives, d'autres qualitatives. Nous avons regroupé, dans le tableau suivant, les relations entre l'adaptation aux changements climatiques, qui est notre variable dépendante, et les variables explicatives qualitatives appartenant au capital humain, à savoir le genre, le niveau d'instruction, le type de main-d'œuvre, et les connaissances sur les changements climatiques

Tableau 3. Capital humain et adaptation aux changements climatiques

Variables	Adaptation			
	Oui	Non	Chi ²	Pro/Chi ²
Genre de l'enquêté			0,36	0,809
• Homme	0,45	0,55		
• Femme	0,50	0,51		
Niveau d'instruction			0,15	0,984
• Non scolarisé	0,45	0,55		
• Primaire	0,47	0,53		
• Secondaire	0,47	0,53		
• Universitaire	0,50	0,50		
Type de main d'œuvre			8,13	0,017
• Familiale	0,43	0,57		
• Journaliers	0,00	1		
• Fam. & Journal.	0,58	0,42		

Connaissance en changements climatiques		6,31	0,012
• Oui	0,62	0,38	
• Non	0,44	0,56	

Il ressort des résultats contenus dans ce tableau que la proportion d'adaptation des femmes est supérieure à celle des hommes, soit 50 % contre 45%, mais avec une valeur de Chi^2 de 0,36, et une probabilité de chi^2 $\text{Pr}=0,809>0,10$, on conclut qu'il n'y a pas de relation significative entre le genre du producteur et son adaptation aux changements climatiques. Pour les différents niveaux d'instruction des maraîchers, la proportion d'adaptation aux changements climatiques est quasiment la même, à savoir 50 % pour ceux qui ont fait des études universitaires, 47% pour ceux qui ont fait l'école primaire et l'école secondaire, et 45 % pour les non scolarisés. Avec un Chi^2 de 0,15, et une probabilité de Chi^2 $\text{Pr}=0,984>0,10$ nous pouvons conclure qu'il n'y a pas une relation significative entre le niveau d'instruction du maraîcher et son adaptation aux effets du changement climatique.

La proportion des maraîchers qui associent la main-d'œuvre familiale aux journaliers est supérieure à celle des maraîchers utilisant uniquement la main d'œuvre familiale, soit 58 % contre 43%. La valeur de Chi^2 associée à cette variable étant de 8,13, et au regard de la probabilité de Chi^2 $\text{Pr}=0,017<0,10$, on conclut qu'il y a une relation significative entre le type de main-d'œuvre utilisé par le maraîcher et son adaptation aux changements climatiques. Quant à la possession des connaissances en changement climatique par le maraîcher, les enquêtés qui ont déclarés en détenir se sont adaptés à 0,62 et à 0,44 pour ceux qui n'en ont pas. La valeur de Chi^2 y associée à la variable connaissances en changement climatique est 6,31. La probabilité de chi^2 $\text{Pr}=0,012<0,10$ permet de conclure qu'il y a un lien entre les connaissances du maraîcher en changement climatique et son adaptation.

Après les variables qualitatives appartenant au capital humain, nous présentons, dans le tableau suivant, la relation entre l'adaptation aux changements climatiques et des variables quantitatives appartenant au capital humain, en l'occurrence l'âge des maraîchers, la taille de leur ménage, et leur expérience en maraîchage.

Tableau 4. Adaptation aux changements climatiques et l'âge, la taille de ménage et l'expérience des maraîchers

Variables	Adaptation		P-Value
	Oui	Non	
Age du producteur			0,359
• Moyenne	45,54	44,31	
• Erreur standard	9777899	1,062465	
Taille du ménage			0,534
• Moyenne	5,95	5,83	
• Erreur standard	1330665	1312975	
Expérience			0,402
• Moyenne	13,57	13	
• Erreur standard	5836338	5456229	

Les résultats contenus dans le tableau supra montrent que l'âge du maraîcher, la taille de son ménage et son expérience dans le maraîchage ne sont pas significativement associés à son adaptation aux changements climatiques, leurs P-value étant supérieurs à 10%, soit respectivement de 0,359, 0,534 et 0,402.

Capital social et adaptation aux changements climatiques

Le capital social est représenté par l'appartenance des maraîchers à une organisation paysanne. Les résultats de l'analyse de la relation entre cette variable et l'adaptation aux changements climatiques sont présentés dans le tableau 5.

Tableau 5. Appartenance à une organisation paysanne et adaptation aux changements climatiques

Variables	Adaptation		Chi ²	Pro/Chi ²
	Oui	Non		
Appartenance à une O.P.			11.3929	0,001
• Oui	0,54	0,46		
• Non	0,37	0,63		

Les résultats contenus dans ce tableau montrent que les maraîchers membres d'une organisation paysanne se sont mieux adaptés que les non membres. Leurs proportions sont successivement (0,54 et 0,37). La valeur de χ^2 associée à la variable est de 11,3929. La probabilité du χ^2 $Pr=0,0001 < 0,10$ permet de conclure que l'appartenance du maraîcher à une organisation paysanne a un lien avec son adaptation aux changements climatiques. En effet, l'appartenance au mouvement associatif augmente la probabilité d'adaptation dans la mesure où l'organisation paysanne constitue l'espace privilégié de vulgarisation, conseils et formations techniques et en organisation professionnelle paysanne.

Facteur institutionnel et adaptation aux changements climatiques

La principale variable relevant de l'ordre institutionnel est l'accès des maraîchers à la vulgarisation agricole. Les résultats de l'analyse de la relation entre cette variable et l'adaptation aux changements climatiques sont présentés dans le tableau 6.

Tableau 6. Accès à la vulgarisation et adaptation aux changements climatiques

Variables	Adaptation			
	Oui	Non	Chi ²	Pro/Chi ²
Accès à la vulgarisation			0,0808	0,071
• Oui	50	54		
• Non	46	50		

Les maraîchers qui ont accès à la vulgarisation se sont tous adaptés plus que ceux qui n'y ont pas accès. Leurs proportions d'adaptation sont successivement de 0,50 et 0,46. La valeur du χ^2 associée à la variable est de 0,1808. Au regard de la probabilité du χ^2 $Pr=0,071 < 0,10$ on conclut qu'il a un lien entre l'accès du maraîcher à la vulgarisation et son adaptation aux changements climatiques.

Capital financier et adaptation aux changements climatiques

Le capital financier des maraîchers renvoie à des variables qualitatives et quantitatives. Aux premières appartiennent le statut de la terre, la diversification des sources des revenus et

l'accès au crédit. La relation entre ces variables et l'adaptation des maraîchers aux changements climatiques est représentée dans le tableau suivant :

Tableau 7. Capital financier et adaptation aux changements climatiques

Variables	Adaptation			
	Oui	Non	Chi ²	Pro/Chi ²
Statut de la terre			3,03	0,081
• Propriétaire	0,60	0,45		
• Locataire	0,40	0,55		
Diversification des sources de revenu			290,05	0,000
• Oui	0,90	0,10		
• Non	0,06	0,94		
Accès au crédit			5,189	0,023
• Oui	0,62	0,38		
• Non	0,45	0,55		

A la lumière de ce tableau on observe que, la proportion d'adaptation des maraîchers propriétaires de terre est de 0,60 et de 0,40 pour les locataires. La valeur de Chi² associée à la variable statut de terre est 3,03. La probabilité de chi² Pr=0,081<0,10 confirme l'existence de lien entre le statut de terre du maraîcher et son adaptation aux changements climatiques.

Les maraîchers qui ont diversifié leurs sources de revenu en développant des activités parallèles au maraîchage se sont adaptés mieux que ceux qui n'ont que la seule source de revenu maraîchère, avec successivement une proportion d'adaptation de 0,90 et 0,06. La valeur du ch² liée à la variable est 290,05. Au regard de la probabilité du ch² Pr=0,000<0,10, on conclut que la diversification des sources de revenu par le maraîcher a un lien avec son adaptation aux changements climatiques.

Quant à l'accès au crédit, la proportion d'adaptation des maraîchers bénéficiaires de crédit est supérieure à celle de non bénéficiaires (0,62 contre 0,45). La valeur du χ^2 associée à la variable est 5,189. La probabilité du χ^2 $Pr=0,023 < 0,10$, permet de conclure que l'accès du maraîcher au crédit a une relation significative avec son adaptation aux changements climatiques.

Pour les variables quantitatives du capital financier, en l'occurrence le nombre de plates-bandes et le revenu, la relation avec l'adaptation des maraîchers aux changements climatiques est représentée dans le tableau suivant :

Tableau 8. Nombre de plates-bandes, revenu et adaptation aux changements climatiques

Variables	Adaptation		
	Oui	Non	P-Value
Nombre de plates-bandes			0,902
• Moyenne	23,34	24,00	
• Erreur standard	1,052797	1,066227	
Revenu			0,734
• Moyenne	174 922	174 447	
• Erreur standard	7222,069	7194,871	

On observe que, avec leurs P-value de 0,902 et 0,734, qui sont supérieurs à 10%, le nombre de plates-bandes exploitées par le maraîcher et le revenu y relatif, ne sont pas significativement associés au comportement d'adaptation aux changements climatiques.

Résultats de l'analyse statistique multi variée

Dans cette sous-section, nous présentons uniquement les 4 variables explicatives ayant manifesté une relation significative avec la variable dépendante qui est l'adaptation aux changements climatiques. Il s'agit du type de main-d'œuvre, de l'appartenance à une O.P., du statut de la terre, et de l'accès au crédit. Ces relations sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 9. Relations significatives entre les variables indépendantes et l'adaptation aux changements climatiques

Variables	Adaptation		
	dF/dx	Coefficient	Pr> Z
Capital humain			
1. Type de main d'œuvre	0677372	0.1723928	0.028**
Capital social			
2. Appartenance à une O.P.	0.0627117	0.1600718	0.003*
Capital financier			
3. Accès au crédit	0.2812911	0.7236427	0.038**
4. Statut de terre	-0.2344786	-0.6553509	0.049**
Number of obs = 408			
Wald chi2(13) = 351.27		Prob > chi2 = 0.0000	
Log pseudolikelihood = -103.95904		Pseudo R2 = 0.6313	
Note : *(significatif à 1%) ; ** (significatif à 5%).			

Les résultats contenus dans ce tableau montrent que la probabilité du χ^2 associée au test de Wald est inférieure à 5%. Alors, on conclut que le modèle probit est globalement significatif. On observe que 4 des variables testées expliquent la variable dépendante adaptation des maraîchers aux changements climatiques. La variable indépendante « appartenance à une OP », avec $Pr=0.003 < 0,1$, est statistiquement significative au seuil de 1%, tandis que les variables indépendantes « type de main-d'œuvre », avec $Pr=0,028 < 0,05$, « statut de la terre », avec $Pr=0,049 < 0,05$, et « accès au crédit », avec $Pr=0,038 < 0,05$, sont statistiquement significatives au seuil de 5%.

Quant aux coefficients des variables indépendantes, les résultats révèlent que de toutes les 4 variables statistiquement associées à la variable dépendante « adaptation aux changements climatiques », seule la variable « statut de terre », a un effet négatif.

Cela signifie que cette variable réduit la probabilité des maraîchers de s'adapter aux effets du changement climatique. Le signe positif associé aux trois autres variables signifie qu'elles augmentent la probabilité d'adaptation des maraîchers aux changements climatiques.

Le tableau de prédiction du modèle ci-dessous permet d'évaluer la qualité de probit à prédire les valeurs 0 et 1 de la variable dépendante. Le seuil fixé est de 0,5.

Tableau 10. Effets marginaux des variables indépendantes

Variable dépendante	Effet marginal après probit
Adaptation (y)	Probabilité prédite : Pr=4282867
Marginal effects after probit : $y = \text{Pr}(\text{adaptation}) (\text{predict}) = 0.4307888$	
$\text{Pr}(\text{adaptation}) (\text{observed}) = 0.4681373 (\text{at } x\text{-bar})$	
(*) dF/dx is for discrete change of dummy variable from 0 to 1	
z and $P> z $ correspond to the test of the underlying coefficient being 0	

On constate que la probabilité observée ($\text{Pr}=4681373 > 0,5$) est supérieure au seuil fixé de 0,5. La probabilité prédite ($\text{Pr}=4307888 > 0,5$) étant supérieure à ce seuil (0,5), on conclut que la variable dépendante est égale à 1 (adaptation).

Le tableau 11 ci-dessous permet de comparer la valeur de la probabilité prédite, dans le tableau 10, aux vraies valeurs prises par la variable dépendante. Le seuil fixé est de 0,5.

Tableau 11. Vraies valeurs prises par la variable dépendante adaptation

Vraies valeurs prises par la variable dépendante			
Adaptation aux changements climatiques			
Classification	Oui	Non	Total
• Oui	178	19	197
• Non	13	198	211
Total	191	217	408
Taux de prédiction du modèle probit :			92%

Ce tableau montre que, pour les maraîchers qui se sont adaptés aux effets des changements climatiques, 178 cas sur 197 ont été bien prédits (probabilité supérieure à 0,5), tandis que pour ceux qui ne se sont pas adaptés, 13 cas sur 211, ont été bien prédits (probabilité inférieure à 0,5). Le taux de prédiction du modèle est de 92%.

DISCUSSION

Le fait que les maraîchers enquêtés aient adopté des pratiques par lesquelles ils se sont adaptés aux changements climatiques qui constituent un facteur exogène, est en adéquation avec les résultats de nombreuses études qui ont rendu compte des décisions des agriculteurs et de l'adoption des innovations, tels que ceux de CIRAD (2023) pour les risques environnementaux.

Nous retrouvons aussi, dans les résultats de notre étude, des éléments qui rencontrent, positivement ou négativement, la classification de CHUKU et OKOYE (2009) qui regroupe en 4 catégories les options d'adaptation en agriculture face aux changements climatiques. Pour la première catégorie, « gestion des revenus », nos résultats sont contraires, car le revenu des maraîchers n'a pas montré une relation significative avec l'adaptation aux changements climatiques (tableau 8). Quant à la deuxième catégorie, « assurances et programmes gouvernementaux », nos résultats sont en accord à cause de la relation significative entre la vulgarisation et l'adaptation aux changements climatiques (tableau 6).

La troisième catégorie, « pratiques de production des exploitations » est en adéquation avec les stratégies d'adaptation adoptées par les maraîchers telles que la diversification, l'association et la rotation des cultures, l'usage de la fumure organique, la pratique du paillage et de la couverture de pépinières, etc. Tandis que la quatrième catégorie, « développement technologique », elle est satisfaite par l'adoption des techniques comme l'agroforesterie.

Par ailleurs, comme soutenu par la FAO (2013), les stratégies d'adaptation aux changements climatiques adoptées par les maraîchers des vallées de Kimwenza et Lukaya comprennent des mesures visant la réduction des facteurs de vulnérabilité, comme la pauvreté qui est combattue par l'accroissement des revenus et la production accrue grâce aux nouvelles techniques de fertilisation des sols. Ces stratégies comprennent aussi des interventions destinées à faire face aux impacts du changement climatique, tel que l'arrosage des cultures pour faire face à la sécheresse, etc., comme cela a été rapporté aussi par plusieurs travaux (MERTZ, 2009).

Les modifications entraînées par les changements climatiques dans les conditions de production des maraichers des vallées de Kimwenza et Lukaya, sont aussi rapportées par de nombreuses études menées ailleurs.

La forte perception des changements climatiques qui a conduit à l'adoption des mesures d'adaptation par 84% des enquêtés, les indicateurs de ces changements (baisse et retard des pluies, fortes chaleurs, vents violents, inondations, etc.) et leurs conséquences (prolifération des ennemis de cultures, diminution de la fertilité des sols et chute des rendements) correspondent à ceux rapportés par plusieurs auteurs sous d'autres cieux, tels que BUISSOU (2017).

En République Démocratique du Congo, nos résultats corroborent ceux d'ANNE, L.A. et *al.* 2013, qui ont confirmé la perception des effets des changements climatiques, à travers le territoire national, notamment par la persistance des fortes chaleurs, les pluies violentes, la dégradation des terres, particulièrement par les érosions, le dérèglement des saisons, l'augmentation des séquences de sécheresse pendant les saisons de pluie et les inondations. Dans le secteur de l'agriculture, le Ministère de l'Environnement et Développement Durable (2021), avait en son temps attesté que les changements climatiques entraînaient une réduction globale de la productivité agricole, suite à la dégradation des conditions nécessaires pour une croissance optimale des végétaux (dégradation des sols du fait de l'érosion, des inondations, et de l'insolation

plus intense détruisant l'humus, augmentation du taux d'évaporation par des températures excessives, prolifération des mauvaises herbes et des insectes nuisibles).

Nos résultats sont également en adéquation avec ceux de LUFULUABO (2022), sur la perception et l'adaptation des exploitants agricoles de la Commune de Maluku dans la Ville province de Kinshasa, qui ont révélé que 86% d'exploitants ont perçu les changements climatiques et 48% d'entre eux se sont adaptés. Les changements perçus ont porté sur les variations de la pluviométrie, notamment des pluies tardives (68%), des pluies intenses (56%), des pluies rares (68%), ainsi que sur le raccourcissement de la durée de la saison de pluies (43%), les fortes chaleurs (63%) ou encore la violence des vents (43%).

Il est ressorti des analyses statistiques que 84% des maraîchers ont perçu les effets de changements climatiques dans les vallées de Kimwenza et Lukaya et 47% se sont adaptés. Dans l'ensemble, 7 variables explicatives ont eu un lien avec la variable dépendante (adaptation), parmi lesquelles 4 se sont révélées statistiquement et significativement associées à la variable dépendante « adaptation des maraîchers aux changements climatiques » ou mieux ont expliqué cette dernière.

Concernant le statut de terre du maraîcher, nos résultats ont montré que plus le maraîcher était locataire, plus grande était sa probabilité d'adaptation aux changements climatiques. Cela ne confirme pas les résultats de LUKOMBO *et al.* (2021) et MBUMBA *et al.* (2022), selon lesquels la tenure de la terre était un facteur décisif dans l'adoption d'une stratégie. Cependant, le signe négatif associé à la variable statut de terre diminue la probabilité d'adaptation.

Quant à l'usage de la fumure organique, contrairement aux auteurs dont les recherches ont fait état d'abandon des terres non fertiles par les producteurs (LUFULUABO, 2022 ; VODOUNOU et DOUBOGAN, 2016 ; CHEIKH *et al.*, 2011), les maraîchers des vallées de Kimwenza et Lukaya sont restés sur le même terrain, tout en pratiquant des techniques d'amélioration du sol, notamment l'usage de la fumure organique, pour en améliorer la fertilité, et espérer augmenter leurs rendements. C'est dans ce contexte que PAMALBA *et al.* (2019) du Burkina-Faso ont retenu comme principales stratégies d'adaptation des producteurs, l'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols, dont la possession de fosses fumières. Cependant, nos résultats cadrent avec ceux de K. SANOU *et al.* (2018), qui ont observé comme stratégies d'adaptation des producteurs, l'utilisation des techniques de réservation des eaux, de conservation des sols, l'utilisation de la fumure organique et minière.

S'agissant de l'appartenance des maraîchers à une organisation paysanne et de leur accès au crédit, les résultats de nos recherches confirment ceux d'OUÉDRAOGO (2003) et d'ADEGBOLA *et al.* (2010), qui ont trouvé que ces paramètres impactaient positivement l'adaptation. Comme c'est le cas pour ces auteurs, nos résultats attestent que la fréquentation des mouvements associatifs favorise la diffusion de l'information, facilite l'accès au crédit et à la main d'œuvre. L'accès au crédit et à une main d'œuvre expérimentée et bon marché influe positivement sur l'adaptation, impactant ainsi positivement sur la production. Nos résultats corroborent aussi ceux de PAMALBA *et al.* (2019), qui ont descellés l'appartenance à une organisation paysanne et l'accès comme facteurs déterminants d'adaptation.

Quant à la diversification des cultures et l'usage de la fumure organique, les résultats de notre étude se rallient à ceux de MUSHAGALUSA *et al.* (2021), qui ont retenu ces paramètres parmi les stratégies d'adaptation adoptées par les exploitants agricoles du Sud Kivu. De même, LUFULUABO (2022) a observé la diversification des cultures parmi les stratégies d'adaptation développées par les exploitants agricoles de la Commune de Maluku dans la ville province de Kinshasa. L'usage de la fumure organique augmente la probabilité d'adaptation. Cependant, la diversification des cultures augmente et diminue en même temps la probabilité d'adaptation, selon que le mobile est une conséquence d'adaptation aux changements climatiques pour obtenir un avantage comparatif sur certaines cultures (augmenter sa résilience), ou un risque financier pour augmenter ses revenus.

CONCLUSION

Cette étude avait pour objectif principal de contribuer à la littérature empirique sur les stratégies d'adaptation des producteurs agricoles aux effets du changement climatique et de discuter à la lumière des études précédentes, le cas des maraîchers des vallées de Kimwenza et Lukaya, dans la Commune de Mont Ngafula, ville province de Kinshasa. De façon spécifique il s'est agi d'identifier les stratégies développées par les maraîchers des vallées de Kimwenza et Lukaya pour s'adapter aux effets du changement climatique et de comprendre les facteurs explicatifs de ces adaptations.

Pour y arriver, nous avons procédé par une enquête par sondage aux quotas proportionnels, moyennant un questionnaire d'enquête. N'ayant pas disposé d'une base de sondage, nous avons utilisé l'échantillonnage non probabiliste. Dans la collecte de données, la technique

d'échantillonnage à l'aveuglette a été utilisé, si bien que les répondants ont été sélectionnés de façon arbitraire avec une planification minimale. L'échantillon de 408 ménages a été choisi dans les deux vallées (Kimwenza et Lukaya), à raison de 204 maraîchers chacune. Le traitement de données s'est fait à l'aide des logiciels Excel et Stata/SE 10.1. Les analyses statistiques univariées, bivariées et multivariées, ont révélé que la grande majorité des maraîchers enquêtés, soit 84%, ont perçu l'un ou l'autre des indicateurs des changements climatiques. Tandis que les proportions de la perception des indicateurs des changements climatiques se présentent comme suit : fortes chaleurs (76%), pluies intenses (60%), pluies tardives (42%), vents violents (41%), inondations (13%), perte des cultures (36%), augmentation des adventices (88%), prolifération des ennemis de cultures (81%), diminution de la fertilité des sols (78%) et chute des rendements (86%).

Les maraîchers enquêtés ont révélé de nombreuses pratiques par lesquelles ils se sont adaptés aux changements climatiques. C'est le cas de l'utilisation des variétés adaptées et des semences améliorées, la modification des dates de semis, la diversification des cultures, l'association et la rotation des cultures, l'usage de la fumure organique, la pratique du paillage et de la couverture de pépinières, l'installation de bandes enherbées et des haies vives/mortes, l'agroforesterie, l'arrosage et l'élévation de digues. Nos résultats ont révélé que seuls 47% des maraîchers enquêtés se sont adaptés aux changements climatiques, en l'occurrence ceux qui ont adopté au moins une de ces pratiques. Les variables qui se sont révélées significatives ont permis d'identifier 4 stratégies d'adaptation aux changements climatiques. Il s'agit de : l'utilisation de la main d'œuvre (familiale 79% ; familiale et journalière 13% ; journalière 8%), l'appartenance à une organisation paysanne (57%), du statut de terre (90%), l'accès au crédit (13%).

Le modèle économétrique utilisé, en l'occurrence le modèle de régression Probit, a permis de répondre efficacement aux questions de recherche. Les résultats de cette étude ont montré d'une part que, les stratégies d'adaptation des maraîchers comprennent aussi bien des pratiques de production des exploitations que des techniques de gestion de leurs revenus. D'autre part, l'adaptation de ces maraîchers aux changements climatiques s'explique par les facteurs humains, sociaux, financiers et physiques. Il s'agit pour le capital humain de l'utilisation de la main d'œuvre, pour le capital social de l'appartenance à une organisation paysanne, pour le capital financier du statut de terre et de l'accès au crédit, tandis que pour le capital physique de la diversification des cultures et de l'usage de la fumure organique.

Nos résultats ont également révélé que l'utilisation de la main d'œuvre, l'appartenance à une organisation paysanne, l'accès au crédit, la diversification des cultures et l'usage de la fumure organique sont des déterminants positifs de l'adaptation des maraîchers aux changements climatiques, tandis que le statut de terre est le déterminant négatif de l'adaptation. Certains facteurs intrinsèques ont une influence positive sur l'adaptation. Il s'agit de la diversification des sources de revenu, des choix des variétés, de l'association des cultures et de la couverture des pépinières par la paille. Par contre, d'autres facteurs exercent une influence négative sur l'adaptation. C'est le cas de la connaissance des maraîchers en changements climatiques, de la rotation des cultures et de l'élévation des digues. Les résultats obtenus permettent de dégager des implications, en termes de politiques d'adaptation des producteurs aux changements climatiques, en vue de minimiser les impacts des changements climatiques sur l'agriculture et de promouvoir l'augmentation des rendements et l'amélioration des revenus. Le succès de ces politiques dépendra de la manière dont les stratégies et les déterminants identifiés par notre étude seront mis à contribution.

L'accompagnement des maraîchers, notamment dans l'accès à la terre et au crédit, l'encadrement technique, l'organisation paysanne et l'appui en intrants permettraient l'extension de l'activité maraîchère, tout en réduisant les inégalités d'accès aux facteurs de production et en contribuant pour une part importante à la sécurité alimentaire. En effet, sans une production suffisante et de qualité les populations sont exposées aux difficultés, car il a été observé que les changements climatiques ont des conséquences non seulement sur l'environnement mais aussi comme sur les hommes (les producteurs).

Certes, cette étude a atteint ses objectifs, mais non sans difficultés, notamment liées à la disponibilité d'une base de sondage, que nous avons contourné en utilisant la méthode d'échantillonnage non probabiliste, qui cependant comporte un biais de sélection par nature. Ce travail a aussi enregistré quelques limites. C'est le cas de la diversification des cultures adoptée parmi les stratégies d'adaptation aux changements climatiques par les maraîchers. Pourtant, il est difficile à ce niveau de dissocier le pourcentage des maraîchers qui ont diversifié leurs cultures en raison des risques climatiques pour obtenir un avantage comparatif sur certaines cultures (augmentation de la résilience) et ceux qui l'ont fait en raison des risques financiers (augmentation des revenus).

Nos résultats ont montré que 14% des enquêtés ont déclaré détenir des connaissances endogènes sur les changements climatiques. Cette variable a eu un lien avec l'adaptation, si bien que les maraîchers qui ont déclarés avoir des connaissances se sont mieux adaptés. Cependant, il n'est pas possible en cet instant de savoir les sources (médias) par lesquelles ces maraîchers ont obtenus leurs connaissances et quelles sont celles qui véhiculent ou favorisent la connaissance sur les changements climatiques.

Par ailleurs, les recherches sur la perception et l'adaptation des producteurs agricoles aux changements climatiques en Afrique se rapportent le plus souvent sur les céréales, les ignames ou l'élevage dans les régions de l'Est, de l'Ouest ou du Sud, un peu moins sur le manioc (Afrique Centrale). Les études sur le comportement des maraîchers face aux changements climatiques sont rares. Quoique les cultures maraîchères soient exigeantes et moins tolérantes aux stress hydriques et aux fortes températures, il est important d'expliquer le comportement de ces producteurs à partir des cas différents. Ainsi, il est impérieux de multiplier les études de cas afin d'exploiter des nouveaux contextes en République Démocratique du Congo.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ABIB, M. J. (2015). Farmer's perceptions of and adaptation strategies to climate change and their determinants: the case of punjab province, Pakistan. *Earth Syst. Dynam.*, 6, pp. 225-243. Online. <https://doi.org/10.5194/esd-6-225>. (23/05/2022).

AGOSSOU D.S.M., T. C., & E. (2012). "Perception des perturbations climatiques, savoirs locaux et Stratégies d'adaptation des producteurs agricoles béninois". *African Crop Science Journal*, 20, 565 -588.

ANNE-LAURENCE AGENAIS, F. GRELOT, PAULINE BREMOND, KATRIN ERDLENBRUCH. (2013). *Domages des inondations au secteur agricole : guide méthodologique et fonctions nationales*.

AROUNA, P. OUEDRAOGO. 2003. Les usages sociaux des animaux d'élevage. Politix. Revue des sciences sociales du politique. Volume 16-n° 64 | 2003, pp. 127-150.

ADÉGBOLA, P.Y., 2010 : Analyses économiques des innovations en matière de stockage du maïs dans le sud du Bénin. Thèse de doctorat, Université de Wageningen, Wageningen, 191 p.

Agronomie Africaine 30(1) (agronomy, climate change):87-97. Online. <https://www.researchgate.net/publication/332605643>. (07/11/2022).

BALASHA, A. N. (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.

BATIONO, A. F. (2015). *Manuel de gestion intégrée de la fertilité des sols*. In : Fairhurst T., Consortium Africain pour la Santé des Sols, Nairobi, 169 p.

BELEMVIRE, A., MAIGA, A., SAWADOGO, H., SAVADOGO, M. et OUEDRAGO, S. (2008). Evaluation des impacts biophysiques et socioéconomiques des investissements dans les actions de gestion des ressources naturelles au nord du plateau central du Burkina Faso. Rapport de synthèse. Ouagadougou, Burkina Faso. 94p.

BOKO., N. I.-E. (2007). "Climate Change 2007 : Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change", in Parry et al. Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. *Cambridge University Press., Cambridge UK.* , 433 - 467.

BOUISSOU, A. (2017). Les impacts du réchauffement climatique sur la biodiversité. *Ecologie Solidaire*. Online. www.ecologie-solidaire.gouv.fr/onerc. le 09/06/2022.

BOULANGER, P. L. (2020). Les cinq effets du changement climatique sur notre santé. Online.<https://www.lelynx.fr/mutuelle-sante/soins/medicaux/medecin-specialiste/infectiologue/effets-changement-climatique-sante/>. (15/06/2022).

CHEIK TINDALE SALL, M. F. (2011). Résilience et Innovation locale face aux Changements Climatiques. Capitalisation des résultats du Programme "Fonds de Soutien aux Stratégies Locales d'Adaptation (FSSA), IED Afrique.

CHUKU, C. et OKOYE, C. (2009). Increasing resilience and reducing vulnerability in sub-Saharan African agriculture: Strategies for risk coping and management. *African Journal of Agriculture Research* 4: 1524-1535.

CIRAD. (2023). *Systèmes alimentaires: enjeux et problématiques, questions scientifiques, ressources*. Montpellier.

- DELAMARRE, C., JOUGLAIN, P., DESCHAMP, N., MIGNOT, L. et S. GIROU. (2015). Organiser sa production en maraichage biologique. Online. https://pa.chambre-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/Nouvelle-Aquitaine/64
- DOUBOGAN, J. B. (2016). Agriculture paysanne et stratégies d'adaptation au changement climatique au Nord-Bénin. Online. <https://doi.org/10.4000/cybergeog.27836>. (30/05/2022).
- FAO. (2013 a). *Climate-Smart Agriculture* : Sourcebook. Rome, Italy : Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2013 b). *Changement climatique et sécurité alimentaire. Changement climatique et stratégies d'adaptation et d'atténuation dans l'agriculture*. Dossier de l'apprenant. Cours financé par le Programme thématique Sécurité Alimentaire et mis en œuvre par la FAO.
- FAO. (2014 a). *Adapting to climate change through land and water management in Eastern Africa* : Results of pilot projects in Ethiopia, Kenya and Tanzania Rome.
- GNANGLE, C. P. (2011). Tendances climatiques passées, modélisation, perceptions et adaptations locales au Bénin. *Climatologie*, (Volume 8), 27-40.
- KABORE, P. N. (2019). Perceptions du changement climatique, impacts environnementaux et stratégies endogènes d'adaptation par les producteurs du Centre-nord du Burkina Faso. (*V.-l. r. l'environnement, Éd.*) Volume 19 (Numéro 1).
- KERGOMARD, C. (2017). Changement climatique : certitudes, incertitudes et controverses, Territoire en mouvement. *Revue de géographie et aménagement*. Oline. [DOI: 10.4000/tem.1424](https://doi.org/10.4000/tem.1424). (23/05/2022).
- LIPPER I., T. P. (2014). Climate-Smart Agriculture for Food Security. *Nature Climate Change* 4 :1068-1072.
- LUFULUABO, M. (2022). *Perception et adaptation aux changements climatiques. Cas des exploitants agricoles de la Commune de Maluku à Kinshasa*. Thèse de doctorat, Faculté des Sciences agronomiques, Université Pédagogique Nationale, RD. Congo.
- LUKOMBO *et al.* (2021). Déterminants d'Adoption et Stratégies de Promotion de l'Agroforesterie en Afrique Centrale. *Congo sciences* Volume 9| Number 2 | July 2021. Online. <http://www.congosciences.cd> (21/05/2023).

- 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).
- MBUMBA *et al.* (2022). Performance technico-économique des exploitations agroforestières dans la région de la réserve de biosphère de Luki en République démocratique du Congo. *Afrique Science* 21(1) (2022) 171-182171. Online. <https://afriquescience.net/PDF/21/1/13.pdf>. (13/02/2023).
- MERTZ, O. M. C. (2009). Farmers' perceptions of climate change and agricultural adaptation strategies in rural Sahel. *Environmental Management*, 43 : 8-16. [DOI : 10.1007/s00267-008-9197-0](https://doi.org/10.1007/s00267-008-9197-0).
- 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. [DOI: 10.1073/pnas.0701855104](https://doi.org/10.1073/pnas.0701855104).
- MUSHAGALUSA *et al.* (2021). Perception et stratégies d'adaptation aux incertitudes climatiques par les exploitants agricoles des zones marécageuses au Sud-Kivu. *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*. Volume 21 n°1 | Mai 2021. Online. <https://www.researchgate.net/publication/352996718>. (19/01/2022).
- PRISCA SALLET, NICOLAS FLAMENT, ALAIN DELVIGNE et LAURENT JAMAR. (2020). Guide variétal adapté au maraîchage biologique. Online. www.biowallonie.be. (26/04/2023).
- PAMALBA *et al.* (2019). Perceptions du changement climatique, impacts environnementaux et stratégies endogènes d'adaptation par les producteurs du Centre-nord du Burkina Faso. *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, Volume 19 Numéro 1 | mars 2019.
- SALAMI, A. A. (2010). Smallholder Agriculture in *East Africa : Trends, Constraints and Opportunities*, Working Papers Series N° 105, African Development Bank, Tunis, Tunisia, 52p.
- VODOUNOU, J. B., & DOUBOGAN, Y. (2016). Agriculture paysanne et stratégies d'adaptation au changement climatique au Nord-Bénin. *Cybergeo, revue européenne de géographie*.
- SANO, K. *et al.* (2018). Perceptions et stratégies d'adaptation des producteurs agricoles aux changements climatiques au nord-ouest de la région des Savanes du Togo. January 2018.