

Conditions d'acceptabilité des pratiques innovantes par les maraîchers urbains de Lubumbashi, République Démocratique du Congo

Maurice Kesonga Nsele



COMMUNAUTÉ FRANÇAISE DE BELGIQUE
UNIVERSITÉ DE LIÈGE – GEMBLoux AGRO-BIO TECH

Conditions d'acceptabilité des pratiques innovantes par les maraîchers urbains de Lubumbashi, République Démocratique du Congo

Maurice Kesonga Nsele

Dissertation originale présentée (ou essai présenté) en vue de l'obtention du grade
de doctorat en sciences agronomiques et ingénierie biologique

Promoteur : Prof. Thomas Dogot

Co-promoteurs : Prof. Kevin Maréchal

Prof. Jules Nkulu Mwine Fyama

Année civile : 2024

Copyright

Citation : Kesonga Nsele Maurice, 2024. Conditions d'acceptabilité des pratiques innovantes par les maraîchers urbains de Lubumbashi, République Démocratique du Congo. Thèse de doctorat. Université de Liège - Gembloux Agro-Bio Tech, Belgique. 170 p.

© Kesonga Nsele Maurice 2024.

Résumé

Kesonga Nsele Maurice. (2024). Conditions d'acceptabilité des pratiques innovantes par les maraîchers urbains de Lubumbashi, République Démocratique du Congo (Thèse de doctorat). Université de Liège, Gembloux Agro-Bio Tech, Belgique, 170 pages, 29 tableaux et 23 figures.

La pression croissante sur les ressources naturelles en raison de l'urbanisation a dégradé les conditions de vie des habitants de Lubumbashi. Pour survivre, les citadins ont recours à des activités informelles génératrices de revenus telles que l'agriculture urbaine. Malheureusement, les pratiques de production adoptées ne garantissent pas les rendements des cultures, la qualité sanitaire des légumes et la préservation de l'environnement. Ce constat, peu reluisant, n'empêche pas les projets d'appui au développement de penser aux enjeux du développement par une agriculture locale durable, en promouvant des innovations agricoles. L'objectif général de cette étude est de déterminer les conditions d'adoption pérenne des innovations agricoles par les maraîchers de Lubumbashi, afin d'orienter les politiques et stratégies de diffusion des innovations en agriculture urbaine, confrontée à un cadre institutionnel ou organisationnel inopérant.

La collecte des données a été organisée en trois séries d'enquêtes distinctes, portant respectivement sur les performances économiques de la production et de la commercialisation du chou chinois (principale culture maraîchère), les facteurs d'adoption pérenne des innovations et le rôle joué par les réseaux informels d'entraide.

Les répondants ont été sélectionnés de manière aléatoire. La première série d'enquêtes, réalisée entre avril et août 2019, a concerné 537 agriculteurs et 374 vendeurs, dont les données ont permis d'évaluer les performances économiques de la production et de la commercialisation du chou chinois. Il s'agit de la plus grande enquête jamais réalisée dans les périmètres maraîchers de Lubumbashi. La deuxième collecte de données a été centrée sur les facteurs d'adoption pérenne des innovations. Réalisée entre avril et août 2020, elle a ciblé 202 agriculteurs parmi les répondants de la précédente. Enfin, la troisième enquête, ciblée sur l'entraide, a mobilisée la participation de 88 agriculteurs issus des échantillons formés pour les deux précédentes enquêtes.

Les résultats ont montré que les maraîchers de Lubumbashi cultivent 3,7 ($\sigma = 1,3$) ares de chou chinois en monoculture et obtiennent un faible revenu journalier de 2,8 euros, soit 2,5 fois moins que celui des vendeurs (7,1 euros). Le revenu journalier est positivement et significativement influencé par la superficie emblavée ($r^2 = 0,6223$)

et la production ($r^2= 0,7981$). Toutes choses restant égales par ailleurs, le maraîcher devrait cultiver une superficie de 10,6 ares afin de générer un revenu journalier de 9,25 dollars américains et permettre à chaque membre de son ménage de se situer au seuil de pauvreté régional de 1,25 dollars américains. Dans le contexte de la pression foncière, nos résultats soulignent la nécessité de renforcer les systèmes de production des agriculteurs par des techniques innovantes.

Les résultats de la deuxième enquête démontrent que les facteurs et les obstacles liés à l'adoption pérenne des deux innovations étudiées sont contrastés. La motopompe requiert un investissement substantiel, tandis que la gestion intégrée de la fertilité des sols exige un changement de pratiques. En outre, le statut foncier, la diversification des sources de revenus, l'appartenance à une association et l'accès au crédit influencent positivement et significativement l'adoption pérenne de la motopompe tandis que les réseaux informels d'entraide, l'appartenance à une association et l'accès au crédit influencent positivement et significativement l'adoption pérenne de la gestion intégrée de la fertilité des sols.

Les résultats de la troisième enquête ont révélé que 79,5% des enquêtés ont eu recours aux réseaux informels d'entraide. Ainsi, au cours d'un cycle de production, chaque maraîcher sollicite l'aide de plus d'une dizaine d'autres producteurs. Cette aide prend la forme de partage de ressources de production ou de savoir-faire agricole dont la fréquence et l'intensité des échanges permettent de distinguer quatre catégories comme suit : les ressources fortement échangées à forte intensité d'échange (houes, arrosoirs, produits phytosanitaires et fientes de poulet), fortement échangées à faible intensité d'échange (capital foncier, bêches et semences), faiblement échangées à faible intensité d'échange (motopompes et seaux) et non échangées (financement, main d'œuvre, engrais chimiques). Concernant le partage du savoir-faire, les techniques de préparation des sols, de gestion de la fertilité des sols, de lutte contre les ravageurs et de vente sont largement partagées.

Il ressort de notre analyse que les réseaux informels d'entraide constituent de puissants canaux de communication, peu coûteux et susceptibles de soutenir la diffusion et l'adoption pérenne des innovations agricoles. L'étude recommande aux autorités politiques et aux projets d'appui au développement de prendre en compte les facteurs d'adoption pérenne identifiés ainsi que les réseaux informels d'entraide dans l'élaboration des stratégies de diffusion des innovations agricoles à destination de l'agriculture urbaine des pays en développement, souvent caractérisée par des cadres institutionnels ou organisationnels inopérants.

Mots-clés : survie des ménages agricoles, agriculture urbaine, techniques innovantes, adoption pérenne, structure organisationnelle, réseaux informels d'entraide, Lubumbashi et République démocratique du Congo.

Abstract

Kesonga Nsele Maurice (2024). Conditions of acceptability of innovative practices by urban market gardeners in Lubumbashi, Democratic Republic of Congo (Doctoral thesis). University of Liege, Gembloux Agro-Bio Tech, Belgium, 170 pages, 29 tables and 23 figures.

Increasing pressure on natural resources due to urbanization has worsened the living conditions of Lubumbashi's inhabitants. To survive, city dwellers resort to informal income-generating activities such as urban agriculture. Unfortunately, the production practices adopted do not guarantee crop yields, the sanitary quality of vegetables or the preservation of the environment. This gloomy state of affairs does not prevent development support projects from thinking about the challenges of development through sustainable local agriculture, by promoting agricultural innovations. The general aim of this study is to determine the conditions for sustained adoption of agricultural innovations by market gardeners in Lubumbashi, in order to guide policies and strategies for disseminating innovations in urban agriculture, which is confronted with an inoperative institutional or organizational framework.

Data collection was organized into three separate sets of surveys, focusing respectively on the economic performance of Chinese cabbage production and marketing (the main vegetable crop), the factors behind sustained adoption of innovations, and the role played by informal mutual aid networks.

Respondents were selected at random. The first series of surveys, carried out between April and August 2019, involved 537 farmers and 374 vendors, whose data were used to assess the economic performance of Chinese cabbage production and marketing. This is the largest survey ever carried out in Lubumbashi's market gardening perimeters. The second data collection focused on sustained adoption factors for innovations. Carried out between April and August 2020, it targeted 202 farmers among the respondents from the previous survey. Finally, the third survey, focused on mutual aid, mobilized the participation of 88 farmers from the samples trained for the two previous surveys.

Results showed that market gardeners in Lubumbashi grew 3.7 ($\sigma = 1.3$) ares of Chinese cabbage in monoculture and obtained a low daily income of 2.8 euros, 2.5 times less than that of vendors (7.1 euros). Daily income is positively and significantly

influenced by area sown ($r^2 = 0.6223$) and production ($r^2 = 0.7981$). All other things being equal, the market gardener would need to cultivate an area of 10.6 ares in order to generate a daily income of 9.25 US dollars and enable each member of his household to be at the regional poverty line of 1.25 US dollars. In the context of land pressure, our results underline the need to strengthen farmers' production systems through innovative techniques.

The results of the second survey show that there are contrasting factors and obstacles to the sustained adoption of the two innovations studied. The motor pump requires a substantial investment, while integrated soil fertility management requires a change in practices. Moreover, land tenure status, diversification of income sources, membership of an association and access to credit positively and significantly influence sustained adoption of the motor pump, while informal mutual aid networks, membership of an association and access to credit positively and significantly influence sustained adoption of integrated soil fertility management.

The results of the third survey revealed that 79.5% of respondents used informal mutual aid networks. Over the course of a production cycle, each market gardener solicits help from more than a dozen other producers. This help takes the form of the sharing of production resources or agricultural know-how, the frequency and intensity of exchanges of which enable us to distinguish four categories as follows: highly exchanged resources with a high intensity of exchange (hoes, watering cans, phytosanitary products and chicken droppings), highly exchanged resources with a low intensity of exchange (land capital, spades and seeds), lightly exchanged resources with a low intensity of exchange (motorized pumps and buckets) and non-exchanged resources (financing, labor, chemical fertilizers). In terms of shared know-how, soil preparation, soil fertility management, pest control and sales techniques are widely shared.

Our analysis shows that informal mutual aid networks are powerful, low-cost communication channels that can support the dissemination and sustained adoption of agricultural innovations. The study recommends that political authorities and development support projects take into account the sustained adoption factors identified, as well as informal mutual aid networks, when devising strategies for disseminating agricultural innovations to urban agriculture in developing countries, which is often characterized by inoperative institutional or organizational frameworks.

Keywords: farm household survival, urban agriculture, innovative techniques, perennial adoption, organizational structure, informal mutual aid networks, Lubumbashi and Democratic Republic of Congo.

Remerciements

Mes premiers et plus sincères remerciements sont adressés à mon Promoteur de thèse, Monsieur le Professeur Thomas Dogot, qui m'a soutenu, guidé et formé. Ses innombrables corrections, remarques et commentaires ont servi de boussole à ma recherche, illuminant tout mon processus de découverte, jusqu'à son achèvement, ce qui a contribué à mon épanouissement scientifique, professionnel et social. Sa disponibilité, ses précieux conseils, ses encouragements et sa patience m'ont apporté un réel réconfort moral, sans lequel cette thèse n'aurait pu aboutir. Cher Promoteur, la confiance dont vous m'avez fait preuve a été une véritable source de motivation, sans laquelle je n'aurais pu achever cette thèse.

Mes sincères remerciements vont également à Monsieur le Professeur Kevin Maréchal, qui a accepté d'être le co-promoteur de cette thèse, et qui m'a soutenu, guidé et formé. Sa grande disponibilité, qui s'est traduite par des entretiens soutenus, sa patience et ses conseils, ont été extrêmement utiles et m'ont permis de surmonter les obstacles divers et variés auxquels j'ai dû faire face durant ce projet de thèse.

Chers Promoteurs, veuillez agréer, à travers cette thèse, les fruits de vos innombrables sacrifices durant les cinq années académiques de ma formation doctorale, ainsi que ma plus sincère et éternelle gratitude.

Un grand merci à Monsieur le Professeur Haïssam Jijakli, président du jury, pour avoir suivi mes recherches, en les orientant vers les pistes les plus intéressantes. Cher Professeur, merci pour vos conseils et orientations dont j'ai bénéficié depuis mes études de Master de spécialisation en Production Intégrée et Préservation des Ressources Naturelles en Milieu Urbain et Périurbain (2016-2017) à Gembloux Agro-Bio Tech - ULiège. Nous tenons à remercier Madame la Professeure De Clerck Caroline, Messieurs les Professeurs Jules Nkulu Mwine Fyama et John Tshomba Kalumbu pour avoir accepté de lire ce travail en détail et de faire partie du jury. Les critiques et les suggestions qu'ils ont formulées ont énormément contribué à l'amélioration de la qualité du fond et de la forme de cette thèse.

Mes remerciements vont également à l'ensemble du personnel du Laboratoire d'Économie et Développement Rural de Gembloux Agro-Bio Tech - ULiège pour m'avoir offert un cadre idéal durant les cinq années académiques de mon doctorat, favorisant l'accueil, l'intégration et la convivialité, ainsi que pour la bourse qui m'a permis de finaliser ma thèse. Je remercie tout particulièrement Mme Nadine Stoffelen, Mme Christine Fadeur et M. Fabio Berti pour la gestion des différents aspects administratifs et documentaires liés à mon doctorat, M. le Professeur Philippe Burny

pour les fructueux échanges, ainsi que mes collègues doctorants, Loïc Detilleux, Arno Faivre, Taylor Mabula Pongo et Jiao Jian, et Barry Fanta pour la forte collaboration et la fraternité dont ils ont fait preuve.

Je dis un grand merci à l'Académie de Recherche et d'Enseignement Supérieur (ARES) pour son soutien financier à travers le projet *Zorglub*-PRD-2018-2023 intitulé " Amélioration des conditions de vie des habitants de Lubumbashi par le renforcement de l'agriculture urbaine et l'optimisation des services écosystémiques ", sans lequel la réalisation de cette thèse n'aurait pu être assurée.

Mes remerciements vont à l'Université de Lubumbashi, sous le leadership de son recteur, Monsieur le Professeur Gilbert Kishiba Fitula, et à l'ensemble de son comité de gestion, pour m'avoir apporté des soutiens matériels tout au long de mes séjours de terrain à Lubumbashi, République Démocratique du Congo.

Je voudrais remercier les coordonnateurs du projet *Zorglub*, Messieurs les Professeurs Gilles Colinet et Mylor Ngoy Shutcha, pour la collaboration dont ils ont fait preuve dans l'exécution du budget alloué aux activités de recherche. Un remerciement particulier au Professeur Mylor Ngoy Shutcha, pour ses soutiens personnels, ses conseils et ses orientations, et cela, depuis ma nomination en 2015 en tant qu'assistant de recherche et d'enseignement à l'Université de Lubumbashi.

Je remercie également tout le personnel du Centre pour le Partenariat et la Coopération au Développement (PACODEL) d'avoir géré les différents aspects administratifs de mon inscription à Gembloux Agro-Bio Tech - ULiège de même ma bourse d'études. Des remerciements particuliers sont adressés à Mmes Voyeux Valérie, Manon Van de Weghe et Lindsay Lebeau.

Je remercie le Professeur Yves Brostaux (ULiège) pour son expertise statistique, le Professeur Paul Kazaba Kaseya (Unilu) et le Dr. Lucille Gretry (ULiège) pour leurs observations, les ONG partenaires du projet *Zorglub*/Lubumbashi : Eclasio (Belgique), Bureau Diocésain de Développement (RDC) et Réseau des Femmes pour le Développement (RDC) d'avoir apporté leur soutien technique, et Monsieur Lebeau Laurin Ngoy Mbaya Wa Nyenga d'avoir collaboré à la cartographie des sites d'étude.

Je voudrais également remercier tout le personnel de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université de Lubumbashi. En particulier, les autorités décanales, Messieurs les professeurs Mylor Ngoy Shutcha, Sylvestre Cabala Kaleba, Jonas Lwalaba Wa Lwalaba, Wilfried Masengo Kalenga et le chef des travaux Xavier Mwilambwe Kapoma pour leur accompagnement.

Je voudrais également exprimer ma gratitude aux membres du corps académique de l'Université de Lubumbashi qui m'ont soutenu et encouragé, plus particulièrement aux Professeurs Jonas Lwalaba Wa Lwalaba, le regretté Auguste Chocha Manda, Eméry Kasongo Lenge, Michel Mazinga Kwey, Augustin Ngé Okwe, Robert Prince Mukobo Mundende, Basile Bazirake Mujinya, Luciens Nyembo Kimuni, Florence Kapemba, Jean-Marc Kaumbu Kyalamakasa, Emmanuel Abwe, François Munyemba Kankumbi et Magnifique Chuimika Mulumbati.

Je remercie mes collègues doctorants du projet Zorglub, Félicien Mununga Katebe, Grâce Mashagiro et Serge Langunu pour les moments partagés.

Je tiens également à remercier tous les amis et membres du corps scientifique de l'Université de Lubumbashi pour leurs encouragements. Plus particulièrement : Israël Muchiza Bachinyaga, Bibich Kirika Ansey, Steve Ipo Wats'okla, Lewis Ngoy Kalumba, John Banza Mukalay, Kirongozi Swedi, Yannick Ngando Mbelo, François Ntumba Ndaye, Clément Kalombo Kabalika, Chérif Angundji Yumbi, Précis Mpia Imanda, Judith Mavungu Muzulukwau, Augustin Otshudi Shotsha, Guy David Sebagenzi, Adrien Lingwende Zegono, Christophe Sefu Shabani et Marcellin Cokola Cuma.

Mes chers parents, David Kesonga et Chantal Nsele, et ma grand-mère Mado Kekokakali Ngobila, méritent toute ma gratitude pour les sacrifices qu'ils ont consentis depuis ma naissance et pour la qualité de l'éducation qu'ils m'ont transmise. Votre abnégation a été la clé qui m'a permis de parvenir à ce stade, et je vous serai toujours reconnaissant de votre amour, de vos prières et de vos conseils.

A ma future épouse et mes futurs enfants, cette thèse de doctorat est un symbole du travail acharné, du courage et de la détermination. Je tiens à remercier chaleureusement Mymyl Misenga Agnes pour son amour, son affection, son soutien et tous les sacrifices consentis.

Je voudrais remercier mes oncles et leurs épouses, Monsempo Ntonga Mbami et Meia Elisa, Jean Baptiste Bokango Ngobila et Patience Mpia Bokango Ngelinkoto, ainsi que et Roger Mpande Nsele pour leurs encouragements. Je ne saurais passer sous silence la contribution inestimable de mes frères et sœurs Jean Charles Kesonga, John Ilembu, Koffigo, Léa, Rachel, Ruth, Esther, Sarah, Eve.

À tous ceux qui, de près ou de loin, d'une manière ou d'une autre, ont contribué à la réussite de cette thèse de doctorat, veuillez accepter l'expression de ma plus profonde gratitude, et que Dieu vous bénisse.

Table des matières

Résumé	I
Abstract	III
Remerciements	V
Table des matières	VIII
Liste des tableaux	XII
Listes des abréviations.....	XIII
1. Introduction Générale.....	1
1.1. Contexte.....	1
1.2. Problématique, hypothèses et objectifs de recherche	8
1.3. Méthodologie générale	14
1.3.1. Technique documentaire	14
1.3.2. Organisation du travail de terrain.....	14
1.3.3. Traitement des données.....	25
1.4. Organisation du manuscrit de la thèse	25
2. Performance économique des exploitations de chou chinois " <i>Brassica chinensis</i> L." et de sa commercialisation à Lubumbashi, République démocratique du Congo 27	
2.1. Résumé	27
2.2. Introduction	29
2.3. Matériels et méthodes.....	32
2.3.1. Zone d'étude.....	32
2.3.2. Choix des sites et de chou chinois	32
2.3.3. Sélection des répondants et collecte des données.....	34
2.3.4. Traitement et analyse des données	35
2.4. Résultats	38
2.4.1. Caractéristiques des agriculteurs interviewés.....	38
2.4.2. Performance économique des exploitations de chou chinois	41
2.4.3. Analyse de la Commercialisation du chou chinois.....	48
2.5. Discussion	56

2.5.1. Performance économique des exploitations du chou chinois	56
2.5.2. Performance économique de la commercialisation de chou chinois	59
2.6. Conclusion	61
3. Factors Influencing the Sustained Adoption of Innovative Techniques by Urban Farmers in Lubumbashi, Democratic Republic of Congo	63
3.1. Abstract	63
3.2. Introduction	65
3.3. Materials and Methods	68
3.3.1. State of the Art on the Adoption of Agricultural Innovations	68
3.3.2. Presentation of the Study Area	73
3.3.4. Selection of Vegetable Farming Sites and Farmers.....	74
3.3.5. Data Collection.....	76
3.3.6. Data Processing and Analysis.....	77
3.4. Results	78
3.4.1. Characteristics of the Respondents and Their Farms	78
3.4.2. Factors Explaining the Sustained Adoption of the Innovations Studied	83
3.5. Discussion	88
3.5.1. Factors in Farmers' Decision to Adopt a Motor Pump.....	88
3.5.2. Factors of Farmers' Decision to Adopt ISFM	89
3.5.3. Contrast between the Two Innovations Studied	91
3.6. Conclusions	93
4. Unraveling the role of informal mutual aid networks in maintaining urban farms in Lubumbashi, Democratic Republic of Congo	95
4.1. Abstract	95
4.2. Introduction	97
4.3. Material and methods	100
4.3.1. Mutual aid in agriculture: conceptual background	100
4.3.2. Study area	102
4.3.3. Sites selection and farmers	104

4.3.4. Collection data.....	106
4.3.5. Data analysis and processing	107
4.4. Results	108
4.4.1. Characteristics of farmers	108
4.4.2. Characteristics of farmers in relation to mutual aid.....	110
4.4.3. Aspects of mutual aid mobilized by farmers.	114
4.5. Discussion	118
4.5.1. Characteristics of farmers in relation to mutual aid.....	118
4.5.2. Aspects of mutual aid mobilized by farmers.	120
4.6. Conclusion.....	124
5. Discussion générale	126
5.1. Les difficultés de l’agriculture urbaine dans le contexte des pays en développement et l’importance des innovations	126
5.2. Obstacles à l'adoption des innovations agricoles par les agriculteurs	130
5.3. Structures d’auto-organisation et canaux informels de communication des agriculteurs	134
6. Conclusion générale et perspectives	138
References	141
Annexes	170

Liste des figures

Figure 1 : Sites urbains et périurbains de Lubumbashi	16
Figure 2 : Marchés de légumes de Lubumbashi	17
Figure 3 : Enquête auprès des agriculteurs.....	20
Figure 4 : Enquête auprès des vendeurs de chou chinois	21
Figure 5 : Schéma du recensement des sites à la constitution des échantillons ...	24
Figure 6 : Localisation des sites urbains de Lubumbashi.....	33
Figure 7 : Occupation de chou chinois dans les parcelles maraîchères.....	33
Figure 8 : Commercialisation nocturne de légumes au centre-ville	34
Figure 9 : Pyramide d'âges de 279 agriculteurs interrogés	38
Figure 10 : Répartition des agriculteurs selon leur taille des ménages	39
Figure 11 : Affiliation des agriculteurs à la religion	40
Figure 12 : Revenu journalier en fonction de la superficie cultivée.....	45
Figure 13 : Revenu journalier en fonction de la production de chou chinois.....	46
Figure 14 : Intention des agriculteurs à l'intégration de techniques innovantes ...	47
Figure 15 : Répartition des vendeurs selon leur âge.....	48
Figure 16 : Répartition des vendeurs selon leur taille des ménages.....	49
Figure 17 : Considération de la vente du chou chinois dans les ménages.....	50
Figure 18 : Répartition des vendeurs selon les lieux d'approvisionnements	51
Figure 19 : Répartition des vendeurs selon les moyens de transport utilisés	52
Figure 20 : Chinese cabbage plots in a vegetable farm of Lubumbashi.....	74
Figure 21 : Location of urban agriculture sites in Lubumbashi	75
Figure 22 : Location of Lubumbashi's urban agriculture sites	105
Figure 23 : Distribution of farmers according to social ties mobilized	117

Liste des tableaux

Tableau 1 : Echantillonnage de l'enquête sur la performance économique.....	19
Tableau 2 : Echantillonnage des vendeurs de chou chinois.....	20
Tableau 3 : Echantillonnage des producteurs urbains enquêtés.....	23
Tableau 4 : Consommations intermédiaires en CDF par cycle de production.....	41
Tableau 5 : Production et revenu brut de la production.....	42
Tableau 6 : Revenu journalier par cycle de production de chou chinois.....	42
Tableau 7 : Revenu journalier et caractéristiques sociodémographiques des agriculteurs.....	43
Tableau 8 : Revenu journalier et caractéristiques économiques des agriculteurs	44
Tableau 9 : Revenu journalier et caractéristiques institutionnelles des agriculteurs.....	44
Tableau 10 : Capital investi dans la vente du chou chinois.....	53
Tableau 11 : Revenu journalier de la vente du chou chinois.....	54
Tableau 12 : Revenu journalier en fonction des caractéristiques des vendeurs ...	55
Tableau 13 : Predictors used in binary logistic regression (Logit model): Socio-demographic predictors of sustained adoption.....	70
Tableau 14 : Predictors used in binary logistic regression (Logit model): Economic predictors of sustained adoption.....	71
Tableau 15 : Predictors used in binary logistic regression (Logit model): Institutional predictors of sustained adoption.....	72
Tableau 16 : Distribution of producers according to the sites selected for the study.....	76
Tableau 17 : Farmers' socio-demographic characteristics.....	79
Tableau 18 : Farmers' economic characteristics.....	80
Tableau 19 : Farmers' institutional characteristics.....	81
Tableau 20 : Farm size and permanent workforce.....	82
Tableau 21 : Logit model estimation in motor pump use.....	84
Tableau 22 : Logit model estimation of ISFM adoption.....	86
Tableau 23 : Distribution of farmers by study site.....	107
Tableau 24 : Socioeconomic characteristics of farmers.....	108
Tableau 25 : Characteristics of farmers in relation to mutual aid.....	110
Tableau 26 : Economic characteristics of farmers in relation to mutual aid.....	112
Tableau 27 : Institutional characteristics of mutual aid farmers.....	113
Tableau 28 : Sharing production resources.....	114
Tableau 29 : Sharing know-how.....	115

Listes des abréviations

AU : Agriculture Urbaine
DRC : Democratic Republic of Congo
FAO : Food and Agriculture Organizations
HUP: Horticulture Urbaine et Périurbaine
VAB : Valeur Ajoutée Brute
SENAHUP : Service National d'Horticulture Urbaine et Périurbaine
ARES : Académie de Recherche et d'Enseignement Supérieur
PACODEL : Centre de Partenariat et de Coopération
BDD : Bureau Diocésain de Développement
RFD : Réseau Femmes et Développement
ADG : Aide au Développement Gembloux
SNV : Service National de Vulgarisation
EUR : Euro
CDF : Franc congolais
USD : Dollar américain
RT : Revenu total
CMC : Comité Municipal de Concertation
COMALU : Comité des Maraîchers de Lubumbashi
GIFS : Gestion Intégrée de la Fertilité des Sols
INS : Institut national de la statistique
PNUD : Programme des Nations Unies pour le développement

Chapitre 1

Introduction Générale

1. Introduction Générale

1.1. Contexte

L'année 2007 a été marquée par un événement crucial dans l'histoire du monde : plus de la moitié de la population mondiale réside dorénavant dans les villes (Orsini et al., 2013; Tieges et al., 2022). L'urbanisation mondiale se poursuit à un rythme très rapide ; le nombre de citadins devrait augmenter de plus de 3 milliards entre 2010 et 2050 (Buhaug & Urdal, 2013; Egidi et al., 2020). L'explosion démographique urbaine, en particulier dans les pays en développement, résulte en partie du taux de fécondité élevé et de la reclassification des zones rurales en zones urbaines (Buhaug & Urdal, 2013), mais, la grande partie résulte de l'exode rural (Shahri & Javaheri, 2022; X. Zhang et al., 2022). Si, depuis les XIXe et XXe siècles, l'urbanisation et l'industrialisation ont favorisé le développement des pays d'Europe, d'Amérique du Nord et du Japon, à travers la croissance démographique, économique, fonctionnelle et extensive des villes (Madlener & Sunak, 2011), dans les pays en développement, l'urbanisation est associée à la pauvreté, ce qui entraîne d'énormes problèmes d'emploi, de transport, de logement, d'approvisionnement alimentaire et de protection de l'environnement (De Bon et al., 2009).

Actuellement, les urbanistes du monde entier tentent de transformer les villes en des agglomérations intelligentes et durables, et partagent la vision de ces dernières en tant qu'espaces de production alimentaire, répondant à une série de besoins sociétaux et écologiques (Bibri & Krogstie, 2019; Chatzitheodoridis et al., 2022). Pour y arriver, l'agriculture urbaine ne cesse d'être présentée comme une solution capable de contrer les effets néfastes de l'urbanisation (Brom et al., 2023; Thornbush, 2015). En effet, l'agriculture urbaine, qui consiste à produire, transformer et commercialiser des aliments, des produits pharmaceutiques, des fibres et des combustibles sur des terres et des eaux dispersées dans des zones urbaines, en utilisant des techniques de production intensive (Delgado, 2018; Nagib & Nakamura, 2020), joue un rôle clé dans la création d'emplois en favorisant l'amélioration sociale et facilite l'accès des citadins à un régime alimentaire sain et équilibré (Ackerman et al., 2014; Lovell, 2010).

Ainsi, l'existence de 100 à 200 millions d'agriculteurs urbains dans le monde qui approvisionnent les marchés urbains en produits horticoles (Orsini et al., 2013) témoigne du potentiel de l'agriculture urbaine en terme de sécurité alimentaire. Par ailleurs, l'agriculture urbaine présente des avantages écologiques en réduisant les déchets urbains (Rao et al., 2022), en améliorant la biodiversité et la qualité de l'air (Alves & de Oliveira, 2022), et en réduisant l'impact environnemental global du

transport et du stockage des denrées alimentaires (Orsini et al., 2013). D'autres auteurs soutiennent que l'agriculture urbaine fait partie intégrante des espaces verts qui améliorent les microclimats urbains (QIU et al., 2013; Xiao et al., 2018) et optimisent les fonctions esthétiques et récréatives des villes (Hui, 2011; Lindemann-Matthies & Brieger, 2016). Les espaces verts rendent effectivement la vie urbaine agréable, en offrant aux citoyens une variété d'opportunités, ainsi qu'un cadre physique propice qui renforce la sociabilité et la diversité culturelle (El-Kholei & Yassein, 2022).

En théorie, et conformément aux précédents paragraphes, les zones urbaines apparaissent attractives en raison des meilleures conditions de vie qu'elles offrent, particulièrement en termes d'accessibilité aux services médicaux, aux revenus, à l'éducation et aux services publics (M. Moore et al., 2003). Toutefois, l'urbanisation non planifiée aboutit à la conversion de terres agricoles en infrastructures non agricoles (Erasu Tufa & Lika Megento, 2022), à l'augmentation de la demande d'énergie et des denrées alimentaires, à l'altération de la qualité de l'environnement (Arshad et al., 2020), aux perturbations des cycles hydrologiques et biogéochimiques (McGrane, 2016), et à la réduction de la biodiversité (Deribew, 2020; Malik & Ali, 2015). Les auteurs comme Ibrahim et al., (2018), signalent que l'urbanisation accrue expose la ville à une série de défis de durabilité liés à l'expansion de la pauvreté, de stress sociaux, de rareté des ressources naturelles, de dynamique spatiale et de pollution, le tout accentué par les effets du changement climatique.

Au-delà des effets négatifs de l'urbanisation, qui limitent la disponibilité des terres et l'accès à celles-ci, l'agriculture urbaine se heurte au problème de l'augmentation de la demande alimentaire dans un contexte de baisse de la productivité des terres (Caka, 2022; Specht et al., 2014). Une étude révèle que l'urbanisation conduit à la fragmentation des terres et à l'augmentation rapide de leur valeur économique (Yousafzai et al., 2022). Une situation qui est loin de créer un environnement favorable au développement de l'agriculture urbaine (Aubry et al., 2012). La pression foncière se manifeste par l'arrêt ou la réduction significative des activités agricoles. Les principaux facteurs à l'origine de ce processus sont : la pression accrue exercée par les nouveaux aménagements immobiliers sur les terres agricoles, la protection inadéquate des terres agricoles, la mise en œuvre inefficace des politiques d'urbanisme, la méconnaissance de l'importance de l'agriculture et les changements globaux dans les habitudes alimentaires des citoyens (Pressures et al., 2022). Ainsi, certains auteurs précisent que les agriculteurs urbains, généralement peu compétitifs au regard des autres activités urbaines, doivent plutôt se contenter de terres moins favorables, souvent polluées et non autorisées, ce qui accroît les risques d'insécurité

sanitaire et foncière (Olahan, 2010). De plus, l'agriculture urbaine est souvent associée à l'usage d'eaux usées, de déchets urbains et des animaux d'élevage, se traduisant par sa déconsidération par les pouvoirs publics et certains citoyens (Ahogle et al., 2022; Nchanji & Nchanji, 2022).

Face à ce problème, les agriculteurs urbains des pays développés ont recours à des innovations agricoles visant à renforcer l'agriculture urbaine, grâce notamment au maintien de la stabilité des cadres institutionnels, organisationnels et économiques d'appui à l'agriculture (Macrorie et al., 2022; Serebrennikov et al., 2020). Ces innovations agricoles portent principalement sur l'agriculture de haute précision, la transformation en aval, l'agrotourisme, etc. (Kumar Singh & Sobti, 2022; Yang et al., 2016). Une étude affirme d'ailleurs que les défis de l'agriculture urbaine auraient conduit à des avancées scientifiques qui ont permis aux agriculteurs urbains de s'orienter vers une agriculture innovante et durable (Thomaier et al., 2015).

Dans les villes des pays en développement, l'agriculture urbaine joue un rôle clé en réduisant l'insécurité alimentaire et la pauvreté urbaine (Zezza & Tasciotti, 2010). Malheureusement, l'urbanisation non planifiée augmente la demande de terres, ce qui conduit à leur marchandisation à des prix élevés (Awuah & Abdulai, 2022). Face à la pression foncière, les agriculteurs urbains des pays en développement valorisent les marais et les espaces publics disponibles et souvent marginalisés (Sogang & Monkouop, 2022), pour y pratiquer une forme d'agriculture dite en milieu non contrôlé. Cette dernière est l'une des deux catégories d'agriculture urbaine qui comprennent les potagers en plein air, les jardins sur les toits et les jardins communautaires (Armanda et al., 2019). Quant à l'autre catégorie de l'agriculture urbaine dite, en milieu contrôlé, souvent pratiquée dans les villes des pays développés, elle inclut des pratiques agricoles qui optimisent l'environnement. Par exemple, l'agriculture en serre, l'agriculture sous abri, les fermes verticales et l'agriculture intégrée à la construction (Al-Kodmany, 2018).

Dans un contexte général de pression foncière exacerbée tel qu'évoqué ci-dessus, l'agriculture urbaine est aussi très fréquemment exposée à l'insécurité foncière. La situation foncière des agriculteurs urbains peut les amener à adopter des mauvaises pratiques qui ne garantissent pas les performances économiques (Ning et al., 2022) et sanitaires de leurs exploitations (Lengai et al., 2022), et encore moins la gestion durable de l'environnement urbain (Orsini et al., 2013). Par conséquent, les agriculteurs des villes des pays en développement demeurent pauvres (Hosseinpour et al., 2022). En effet, dans la mesure où certaines innovations agricoles nécessitent du temps afin de produire leurs effets bénéfiques, la sécurité foncière individuelle

stimule leur adoption et améliore de manière substantielle les performances agricoles des agriculteurs (Gebrehaweria et al., 2014; Ruzzante et al., 2021). Une étude ajoute que les innovations liées à la mécanisation et infrastructures agricoles, telles que les machines agricoles, ne peuvent être adoptées que par des agriculteurs disposant de tailles d'exploitation minimales susceptibles de rendre leur adoption rentable (Kwadzo & Quayson, 2021).

Pour envisager le développement des villes des pays en développement par le biais d'une agriculture locale soutenable, de nombreux experts et institutions internationales ont recommandé l'adoption par les agriculteurs urbains de techniques agricoles orientées vers plus de durabilité (Setsoafia et al., 2022). En effet, certaines études affirment que les innovations agricoles sont susceptibles de garantir la qualité sanitaire des cultures et de préserver l'environnement (Assogba-Komlan et al., 2007; Ruzzante et al., 2021). A titre d'exemple, des auteurs comme Mununga et al., (2023) affirment que l'utilisation d'amendements organiques par les agriculteurs améliore la fertilité des sols et limite le transfert d'éléments traces métalliques du sol vers les plantes. De plus, l'utilisation d'extraits de plantes à effet insecticide limite le recours des agriculteurs aux pesticides de synthèse, ce qui permet de minimiser les risques d'exposition des agriculteurs et de préserver l'entomofaune utile, comme les abeilles (Mushagalusa & Nkulu, 2020). D'autres auteurs soulignent, en outre, que les innovations agricoles permettent d'améliorer les rendements des cultures et les revenus des agriculteurs (Ochieng et al., 2022; Sotamenou & Parrot, 2013) et, partant, soutiennent la durabilité économique.

En lien avec les éléments mentionnés dans les premiers paragraphes, la ville de Lubumbashi, deuxième métropole de la RDC, connaît une urbanisation chaotique. En d'autres termes, depuis sa création en 1910, Lubumbashi connaît une expansion spatiale urbaine rapide et non contrôlée en raison de l'absence d'un plan directeur d'aménagement (Useni et al., 2017; Useni et al., 2021), ce qui entraîne d'énormes défis socio-économiques et environnementaux (Muteya et al., 2022). Alors qu'elle n'était encore que d'un million au début des années 2000 (Tshibambe, 2013; Useni Sikuzani et al., 2018), la population de Lubumbashi est aujourd'hui évaluée à 5 378 000 habitants, d'après la dernière estimation disponible et datant de 2020 (INS, 2021 cité par Estenne, 2022). Des études affirment que, à Lubumbashi, l'urbanisation accroît la pression humaine sur les ressources naturelles, notamment sur les terres, les marais et les forêts. La ville est ainsi devenue le théâtre d'une véritable crise environnementale (Lutandula & Mpanga, 2022 ; Useni et al., 2018). Les problèmes de santé publique causés par la pollution des sols, des rivières et de l'air par les métaux lourds sont

largement signalés (Atibu et al., 2016; Muhaya & Badarhi, 2022) et les problèmes d'hygiène dus à l'absence d'une politique efficace de gestion des déchets constituent un véritable défi (Mpinda et al., 2017).

Par ailleurs, Lubumbashi reste confrontée aux conséquences négatives de la grave crise économique des années 1990, consécutive à la faillite de la principale société minière, la Gécamines, concomitante à une période d'aggravation de la pauvreté (Tambwe et al., 2011), de dépendance alimentaire, avec environ 60% des produits agricoles importés (Tshomba et al., 2020), et d'insécurité sociale associée au banditisme (De Nys-Ketels, 2022).

Face à ce contexte urbain relativement sombre de Lubumbashi, l'agriculture urbaine basée sur la production saisonnière (saison sèche) des cultures maraîchères à cycle court et leur commercialisation est devenue l'une des principales activités informelles de survie des citoyens généralement pauvres. D'où des expressions courantes telles que "Au lieu de mendier, je cultive de la nourriture pour mes enfants" (Tambwe et al., 2011).

Du point de vue institutionnel ou organisationnel, l'agriculture urbaine de Lubumbashi est administrée par le Service National d'Horticulture Urbaine et Périurbaine (SENAHUP), spécialisé dans ce domaine au sein du Ministère de l'Agriculture et de Développement Rural (Kitiaka, 2014). Il existe un Comité Municipal de Concertation (CMC) présidé par le maire de la ville, composé d'un représentant de chacun des bourgmestres, du ministère des Affaires foncières, du droit coutumier, des associations d'agriculteurs, des opérateurs privés et des associations professionnelles. Le comité est chargé de (i) mobiliser les différents services et compétences nécessaires afin d'assurer le développement durable de l'agriculture, (ii) de gérer le processus d'accès au foncier et (iii) d'intégrer l'agriculture urbaine dans le plan de développement de la ville (Mutshail, 2010).

En théorie, les agriculteurs devraient être regroupés au sein du Comité des Maraîchers de Lubumbashi (COMALU), une structure créée en 2004 pour soutenir les associations d'agriculteurs. Malheureusement, la plupart de ces associations sont mal structurées et mal gérées (Mutshail, 2010). Il apparaît que seule une minorité d'agriculteurs en font partie (Ntumba et al., 2015). Une étude affirme que les agriculteurs de Lubumbashi accusent les dirigeants des associations d'être égoïstes dans le partage des dons qu'ils reçoivent. Cette situation est source de conflits et de méfiance, entraînant le dysfonctionnement, voire la suppression des associations (Nsele et al., 2022).

En ce qui concerne plus spécifiquement le type de production qui caractérise cette agriculture urbaine de Lubumbashi, il ressort que la plupart des agriculteurs se consacrent à la monoculture du chou chinois (*Brassica chinensis* L.), surtout pendant la saison sèche (avril et août), période de son développement intensif (Mushagalusa & Nkulu, 2020; Mutshail, 2010; Nsele et al., 2022). Le chou chinois appartient à la famille des Brassicacées (Bajkacz et al., 2021). À Lubumbashi, il est cultivé pour ses feuilles et constitue le légume feuille le plus consommé en saison sèche (Nyembo et al., 2014; Kesonga, 2017), où il est vendu via des chaînes de commercialisation organisées en circuits courts (producteurs-consommateurs /ou producteurs-vendeurs-consommateurs) et à des prix dérisoires. Cela est notamment dû à l'abondance de son offre sur les marchés (Ndjadi et al., 2021; Tshomba et al., 2015). Certains auteurs ont affirmé que le choix du chou chinois par les agriculteurs de Lubumbashi est motivé par sa forte demande sur le marché en saison sèche, la brièveté de son cycle de production et son adaptation aux conditions agro-climatiques de Lubumbashi, qui réduit les coûts de production (Kesonga, 2017).

En dépit de ce contexte compliqué, tant sur le plan institutionnel que sur le plan économique, l'agriculture urbaine de Lubumbashi constitue un enjeu essentiel dans toute politique ou stratégie visant le développement durable de la ville, compte tenu de son rôle prépondérant dans l'approvisionnement des citoyens en légumes frais (Mutshail, 2010), la création d'emplois et la gestion de l'environnement par le recyclage des biodéchets (Useni et al., 2014).

En raison des difficultés d'accès à la terre, exacerbées par l'urbanisation, les agriculteurs de Lubumbashi valorisent les sols hydromorphes des bas-fonds, souvent contaminés par des métaux lourds (Atibu et al., 2016; Mununga et al., 2023).

En outre, l'agriculture urbaine de Lubumbashi reste soumise aux contraintes de dégradation des sols (Kasongo et al., 2013), d'attaques de ravageurs tels que les larves d'*Agrotis ipsilon* L., et de cadres institutionnels voire organisationnels et économiques inopérants (Nsele et al., 2022). À l'instar de ce qui se passe dans d'autres zones urbaines des pays en développement, les contraintes inhérentes à l'agriculture urbaine ont entraîné les agriculteurs de Lubumbashi à recourir à des pratiques qui ne garantissent pas les performances économiques (Kesonga, 2017) et sanitaires des exploitations (Mununga et al., 2023). Par exemple, l'agriculture urbaine de Lubumbashi repose en grande partie sur la culture sur brûlis (Ntumba et al., 2015), une pratique qui réduit la teneur en matière organique des sols et qui les rend vulnérables à l'érosion (Costa et al., 2022). À ce problème s'ajoutent l'utilisation excessive d'engrais chimiques, qui accélère la dégradation des sols et augmente les

coûts de production (Kesonga, 2017), et l'usage excessif et non protégé de produits phytosanitaires, qui expose les agriculteurs à d'énormes risques sanitaires et conduit à la destruction de l'entomofaune utile, telle que les abeilles (Kesonga, 2017).

Pour envisager le développement de la ville de Lubumbashi par le biais de l'agriculture urbaine, qui connaît de nombreuses contraintes, des auteurs et projets d'appui au développement ont préconisé le renforcement de l'agriculture urbaine à travers l'adoption par les agriculteurs de techniques innovantes (Kesonga, 2017).

Ainsi, un projet d'appui au développement, le *Projet d'Horticulture Urbaine et Périurbaine* (HUP-FAO-2000-2010 : GCP/DRC/028/BEL), a été financé par le Royaume de Belgique et mis en œuvre par la FAO à travers le Service National d'Horticulture Urbaine et Périurbaine (SENAHUP). Grâce à ce projet, un paquet d'innovations contenant des techniques de production et de protection intégrées a été promu et a permis d'améliorer les rendements des cultures maraîchères et leur qualité. Malheureusement, le rapport final du projet souligne que, bien que les agriculteurs de Lubumbashi soient réceptifs aux innovations agricoles, avec le temps, ils abandonnent certaines des innovations du paquet promu pour retourner à leurs anciennes pratiques (Mutshail, 2010). Ce phénomène d'abandon sélectif des innovations agricoles peut résulter de la force des habitudes des agriculteurs et/ou du contexte défavorable de l'agriculture urbaine de Lubumbashi. Un tel constat peut raisonnablement justifier les faibles performances des exploitations (Mununga et al., 2023) et rend d'autant plus pertinente l'analyse approfondie des facteurs susceptibles de dynamiser l'adoption pérenne des innovations agricoles par les agriculteurs.

Par ailleurs, la littérature scientifique met en évidence un certain nombre de facteurs sociodémographiques, économiques, institutionnels et organisationnels susceptibles d'entraver l'adoption, durable dans le temps, par les agriculteurs des innovations agricoles (Ruzzante et al., 2021).

Compte tenu de ces différentes observations, le projet de recherche *Zorglub* a été proposé dans le but, notamment, de soutenir les innovations agricoles pour assurer le développement soutenable de Lubumbashi par une agriculture locale et orientée vers plus de durabilité. Ce projet, financé par l'Académie de Recherche et d'Enseignement Supérieur (ARES) et s'échelonnant de 2018 à 2023, porte l'intitulé complet suivant : « *Amélioration des conditions de vie des habitants de Lubumbashi par le renforcement de l'agriculture urbaine et l'optimisation des services écosystémiques* ».

Le projet *Zorglub* est porté par l'Université de Liège Gembloux Agro Bio-Tech (Belgique), l'Université de Lubumbashi (RDC) et la Haute École Charlemagne (Belgique), en collaboration avec les services provinciaux de l'urbanisme (RDC), le

Centre de Partenariat et de Coopération (PACODEL), et les organisations non gouvernementales telles que le Bureau Diocésain de Développement (BDD), le Réseau Femmes et Développement (RFD) et Eclasio.

Plus particulièrement, le projet *Zorglub* se focalise sur quatre objectifs : (i) proposer des innovations en agriculture urbaine afin d'assurer la production de légumes dans des zones perturbées par les activités anthropiques ; (ii) déterminer les conditions d'adoption durable dans le temps des innovations par les agriculteurs ; (iii) évaluer les services écosystémiques de régulation fournis par les espaces verts ; et (iv) évaluer et améliorer les services écosystémiques fournis par la végétation développée dans le cadre de tests de phytoremédiation des sols pollués par les métaux lourds. En effet, la présente thèse de doctorat s'inscrit dans le cadre du deuxième objectif spécifique du projet *Zorglub*.

1.2. Problématique, hypothèses et objectifs de recherche

Notre appropriation en tant que bioingénieur (agroéconomiste) du deuxième objectif du projet *Zorglub*, lié à la volonté de déterminer les conditions d'adoption des innovations agricoles par les agriculteurs de Lubumbashi, s'est appuyée sur nos réflexes, nos compétences, nos sensibilités et notre centre d'intérêt porté plus sur les approches quantitatives. De ce fait, nous avons été amenés à réaliser des enquêtes portant sur des échantillons relativement larges d'agriculteurs, d'autant plus que, comme nous le ferons apparaître plus tard, il n'existait pas vraiment beaucoup d'informations et statistiques portant sur les périmètres maraîchers de Lubumbashi.

Dans cette perspective, des efforts ont été déployés pour investir de nouvelles théories, telles que la théorie de l'entraide agricole et celle de l'adoption, qui combine des éléments des théories de la décision et de la diffusion pour expliquer les facteurs pouvant motiver ou entraver les décisions des agriculteurs d'adopter ou non des innovations agricoles. Plus particulièrement, trois approches de l'adoption d'une innovation agricole, telles que l'innovation-diffusion, les contraintes économiques et le contexte de l'utilisateur, ont été explorées dans la littérature afin d'établir le cadre conceptuel de la théorie de l'adoption des innovations agricoles (Alavion, Allahyari, Al-Rimawi, et al., 2017; Ruzzante et al., 2021). Ces efforts nous ont permis de disposer d'un cadre plus global qui a conduit à des questions et hypothèses de recherche, basées sur des enquêtes préliminaires auprès des utilisateurs finaux des innovations agricoles (i.e maraîchers).

Par la suite, bien que notre spécificité d'agroéconomiste nous ait initialement conduit vers des approches plus quantitatives, un temps important a également dédié

à l'exploration qualitative d'un concept qui s'est avéré crucial au détour de nos premières investigations : celui de l'entraide.

Finalement, notre approche de recherche repose sur la combinaison de connaissances agronomiques (pour le suivi des itinéraires techniques de la culture maraîchère de "chou chinois") et économiques (pour l'étude de la rentabilité de sa production et de sa commercialisation) dans une logique d'allers-retours réguliers entre le terrain d'études et la littérature. Comme évoqué ci-dessus, la suite du processus a également requis de mettre en place une approche qualitative centrée sur des entretiens (empruntant à ce qui se fait régulièrement en sociologie, notamment) pour expliquer l'adoption des innovations agricoles de façon plus fine.

A ce titre, nous sommes plus proches d'une démarche abductive étant donné que notre processus de recherche a mené à identifier et à formuler une nouvelle hypothèse à tester (i.e. le rôle important de l'entraide en tant que facteur explicatif de l'adoption, comme expliqué dans les prochains paragraphes). Il ne s'agit donc ni purement d'une logique déductive visant simplement à valider un ou plusieurs postulats préétablis ni d'une perspective pleinement inductive s'émancipant complètement de toutes connaissances préalablement contenues dans la littérature scientifique.

Dans cette partie introductive de la thèse, ces concepts relatifs à l'adoption des innovations et à l'entraide qui cristallisent l'atterrissage de notre recherche doctorale - tels que développés respectivement dans les sections 3.3.1 (chapitre 3) et 4.3.1 (chapitre 4) - ne seront que faiblement abordés étant donné que lesdits chapitres de résultats, qui constituent des articles publiés, contiennent chacun les éléments relatifs à la revue de la littérature mobilisée et à la méthodologie déployée.

D'un point de vue plus réflexif, nous espérons que notre démarche de recherche, mêlant des méthodes quantitatives et qualitatives, aura permis de mieux articuler un projet d'appui au développement dont l'un des principaux objectifs est d'éclairer la manière dont les innovations à promouvoir dans les autres axes de recherche du projet devraient être adoptées de manière pérenne.

De manière plus précise, notre démarche intellectuelle, qui a conduit aux questions et objectifs de recherche ainsi qu'aux enquêtes de terrain, s'est principalement concentrée sur les trois volets de recherche suivants : la consultation de la littérature scientifique existante sur les facteurs d'adoption, les canaux de diffusion des innovations et le contexte de l'agriculture urbaine, notamment de Lubumbashi, en ce qui concerne les catégories des innovations qui y ont déjà été diffusées. La prise en compte de ces trois composantes va en effet constituer un élément essentiel dans

l'évaluation des stratégies d'applicabilité des innovations qui seront proposées dans les différents axes de recherche du projet *Zorglub*.

En accord avec ce qui précède, la littérature scientifique soutient que la décision d'un agriculteur d'adopter de façon pérenne une innovation agricole est influencée non seulement par les caractéristiques intrinsèques de l'innovation et leur impact sur sa diffusion (Diederer, et al., 2003), mais aussi par les caractéristiques sociodémographiques, économiques et institutionnelles ou organisationnelles des adoptants potentiels (Owusu et al., 2013; Ruzzante et al., 2021). Notre premier volet de recherche porte donc sur la caractérisation du profil du public cible, notamment en ce qui concerne ses caractéristiques sociodémographiques, institutionnelles/organisationnelles et ses ressources financières, afin de mieux cerner l'influence de ces caractéristiques sur sa décision d'adopter des innovations agricoles de manière pérenne.

Par ailleurs, en ce qui concerne les caractéristiques intrinsèques à l'innovation, étant donné que les innovations à promouvoir dans le cadre du projet *Zorglub* n'ont pas encore été finalisées ni promues, notre analyse s'est appuyée sur les deux catégories contrastées des innovations du paquet promu par le projet HUP-FAO, 2000-2010 dans la même zone d'étude, projet financé par le Royaume de Belgique (Mutshail, 2010). Ainsi, l'une de ces innovations concerne les infrastructures et équipements agricoles (motopompe), une innovation dont l'adoption nécessite plus d'investissements financiers, et l'autre concerne la gestion des ressources naturelles (gestion intégrée de la fertilité des sols), une innovation qui nécessite plutôt des changements de pratiques.

La motopompe a été promue pour réduire les difficultés d'accès à l'eau et le temps d'arrosage requis par les maraîchers. En effet, bien que la disponibilité de l'eau ne soit pas un réel problème dans les périmètres maraîchers de Lubumbashi, son utilisation et sa qualité constituent d'énormes obstacles. Toutefois, malgré les efforts du projet HUP-FAO dans la création de Micro Caisses de Proximité (MCP) et de systèmes de microcrédit pour faciliter l'accès des maraîchers aux financements, seuls 29% des maraîchers avaient acheté des motopompes pour irriguer leurs cultures. Un faible taux d'adoption qui peut se justifier par le prix et les coûts élevés liés à l'utilisation d'une motopompe.

Par ailleurs, bien que le maraîchage de Lubumbashi soit pratiqué sur des sols de bas-fonds réputés riches, comme mentionné plus haut, la mise en culture de ces sols a entraîné une réduction accélérée de leur teneur en matière organique, donc une baisse de leur fertilité (Mpundu *et al.*, 2014). Et ce, dans un contexte où les agriculteurs ont massivement recours à des engrais chimiques coûteux, et qui

accélèrent la dégradation des sols (Mushagalusa & Nkulu, 2020). De plus, de par leur position topographique, ces sols accumulent des rejets enrichis en métaux lourds provenant des usines installées dans et autour de la ville (Atibu et al., 2016 ; Mununga et al., 2023). Ainsi, des auteurs recommandent aux agriculteurs de recourir à des amendements organiques pour limiter le transfert des métaux lourds du sol vers les cultures (Mpundu *et al.*, 2014) afin de garantir le potentiel de production du sol, tout en réduisant l'utilisation d'engrais chimiques (Kasongo et al., 2013). La pratique de la gestion intégrée de la fertilité des sols (GIFS), qui met l'accent sur la valorisation de la matière organique et l'utilisation raisonnée des engrais chimiques, telle que promue par le projet HUP-FAO, répond à ce contexte et a été adoptée par plus de la moitié des maraîchers au moment de sa diffusion. Plus de 56% des maraîchers ont eu recours aux fientes de poules et plus de 52% au compost (Mutshail, 2010).

Ce thème sera approfondi dans notre deuxième volet de recherche, dont les résultats nous éclaireront sur les taux d'adoption pérenne (ou non), ainsi que sur les facteurs susceptibles de motiver ou d'entraver l'adoption de ces deux innovations contrastées que sont la motopompe et la gestion intégrée de la fertilité des sols.

Par rapport à la diffusion des innovations auprès des agriculteurs, la littérature scientifique, indique que la diffusion d'informations sur une innovation représente une étape cruciale dans le processus de décision (Meyers et al., 2012). En effet, cette étape peut être décrite comme la phase de connaissance, c'est-à-dire la phase initiale au cours de laquelle l'innovation est portée à l'attention du public cible (Martini et al., 2017). Selon Okwu & Daudu, (2011), le processus de diffusion de l'information permet au public cible de mieux connaître l'innovation, ce qui réduit le niveau d'incertitude lié aux avantages et aux inconvénients de l'innovation. En général, la diffusion d'une innovation dépend d'au moins deux facteurs : la complexité de l'innovation elle-même et les canaux de communication utilisés pour faire connaître son existence (Martini et al., 2017).

En outre, il est établi que les innovations agricoles sont censées être diffusées par des agents de l'État (agents de vulgarisation) via des systèmes formels de communication entre agriculteurs, tels que les associations et les coopératives de producteurs (Hellin, 2012; Isgren et al., 2023). Cependant, le faible budget alloué à l'agriculture, le mauvais état des routes, le manque d'un cadre organisationnel adéquat des agriculteurs et d'autres contraintes ont limité le rôle joué par les services de vulgarisation agricole dans de nombreux pays en développement, tels que la RDC (Lambrecht et al., 2016; Ragasa, Ulimwengu, & Randriamamonjy, 2016), dont la ville de Lubumbashi ne fait pas exception à la règle (Kesonga, 2017). Ainsi, dans un

contexte où les institutions de soutien à l'agriculture sont inopérantes, de nombreux auteurs soutiennent que la communication entre agriculteurs à travers les réseaux informels peut encore renforcer la diffusion des innovations agricoles et influencer sur leur adoption pérenne (Kabirigi et al., 2022; Nsele et al., 2022). Comprendre comment la communication interpersonnelle entre agriculteurs est pratiquée, et ce qui fait l'objet d'échanges constitue notre troisième volet de recherche.

Tenant compte de ce qui précède la principale question de notre recherche est formulée de la manière suivante : Quelles sont les conditions de l'adoption pérenne des innovations agricoles par les principaux acteurs de la chaîne de valeur de la principale culture maraîchère de Lubumbashi (chou chinois), confrontés au caractère inopérant du cadre institutionnel ou organisationnel d'appui à l'agriculture urbaine ?. Les sous-questions qui en découlent sont les suivantes : (1) Quel est le profil du public-cible, notamment en ce qui concerne ses caractéristiques sociodémographiques, institutionnelles/organisationnelles et ses ressources financières et sa position dans la chaîne de valeur du chou chinois ?, (2) Quels sont les facteurs susceptibles de favoriser ou, au contraire, d'entraver l'adoption pérenne des innovations agricoles ?, et (3) comment s'y prendre pour diffuser les innovations auprès des maraîchers ?.

Pour servir de fil conducteur à la recherche, cette étude part de l'hypothèse selon laquelle l'adoption durable dans le temps des innovations agricoles par les petits agriculteurs de Lubumbashi nécessiterait une réorganisation du cadre institutionnel ou organisationnel de l'agriculture. Cette hypothèse est déclinée en trois hypothèses secondaires, à savoir :

- Le contexte de l'agriculture urbaine de Lubumbashi inciterait les agriculteurs et les vendeurs à recourir à des pratiques qui ne garantiraient pas les performances économiques de la production et de la commercialisation du chou chinois (principale culture maraîchère de Lubumbashi) ;
- Les cadres socio-économiques, institutionnels et même organisationnels de l'agriculture urbaine de Lubumbashi actuellement en vigueur constitueraient de véritables barrières à l'adoption des innovations agricoles par les agriculteurs. L'identification des facteurs clés de l'adoption durable dans le temps sera un levier essentiel dans la mise en œuvre de politiques visant à promouvoir les innovations agricoles auprès des petits agriculteurs urbains des pays en développement ;

- Les multiples contraintes accentuées par un contexte institutionnel ou organisationnel inopérant de l'agriculture pousseraient les agriculteurs à s'auto-organiser afin de développer des services d'appui alternatifs pour assurer la viabilité de leurs exploitations et la survie des ménages. Dans ce contexte de l'agriculture urbaine, les structures d'auto-organisation entre agriculteurs constitueraient de potentiels canaux de diffusion des innovations susceptibles de faciliter leur adoption.

L'objectif général de cette thèse est de déterminer les conditions d'adoption durable dans le temps des innovations agricoles par les agriculteurs de Lubumbashi, afin d'orienter les politiques et stratégies de diffusion des innovations en agriculture urbaine, confrontée à un cadre institutionnel ou organisationnel inopérant.

De manière spécifique, l'étude poursuit quatre objectifs :

- Évaluer les performances économiques des exploitations agricoles urbaines et de la commercialisation de leur principale culture, le chou chinois ;
- Identifier les facteurs sociodémographiques, économiques et institutionnels ou organisationnels susceptibles d'entraver ou de motiver les décisions des agriculteurs d'adopter durablement des innovations agricoles ;
- Déterminer la structure organisationnelle à laquelle ont principalement recours les agriculteurs confrontés au caractère inopérant du cadre institutionnel d'appui à l'agriculture, ainsi que les services d'appui alternatifs qui y sont développés. En outre, il s'agira de voir dans quelle mesure cette dernière peut constituer un canal potentiel pour la diffusion des innovations.
- Proposer des améliorations sur base du diagnostic de la situation actuelle.

1.3. Méthodologie générale

La méthodologie adoptée dans ce travail est basée sur (i) une recherche bibliographique relative aux approches théoriques de l'adoption des innovations agricoles par les agriculteurs et au contexte conceptuel de l'entraide, plus particulièrement sur le rôle des réseaux informels d'entraide dans la gestion des exploitations agricoles, (ii) des visites exploratoires dans les sites de production et les points de vente de légumes, (iii) le recrutement et la formation des 5 enquêteurs sur le déroulement des enquêtes, (iv) des enquêtes basées sur des interviews auprès des agriculteurs et des vendeurs de chou chinois, (v) ainsi que des observations dans les exploitations maraîchères.

1.3.1. Technique documentaire

La mise à profit d'articles scientifiques, des archives du projet HUP-FAO (2000-2010) et des services provinciaux tels que le ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, le Service National d'Horticulture Urbaine et Périurbaine (SENAHUP) et le Service National de Vulgarisation (SNV) a permis de contextualiser l'agriculture urbaine de Lubumbashi.

1.3.2. Organisation du travail de terrain

Le travail de terrain s'est déroulé en trois étapes : (i) la première consistait à recenser les sites de production maraîchère et les points de vente des légumes, (ii) de mener des enquêtes auprès des agriculteurs et des vendeurs de chou chinois et (iii) d'effectuer des visites d'observation et de confirmation dans les parcelles maraîchères.

✓ Recensement et localisation des sites de production et points de vente

A partir des archives des services provinciaux tels que le ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, le SENAHUP, le SNV, des rapports du projet HUP-FAO-2000-2010 et des visites de terrain, il a été possible de localiser et de cartographier 40 sites de production, dont 25 en milieu urbain et 15 en milieu périurbain (Figure 1), et 32 points de vente de légumes, dont 30 marchés officiels (Figure 2), 1 marché de nuit et des vendeurs ambulants. Le repérage des sites a été réalisé entre avril et août 2019.

En outre, certains sites figurant sur la liste du projet HUP-FAO n'ont pas été trouvés lors du repérage des sites, et la liste a été élargie à de nouveaux sites. Aux dires de certains habitants, les sites introuvables ont été réaménagés pour servir de lieux d'habitation. Un site de production a été défini dans cette étude comme un lieu de production maraîchère où l'on trouve au moins 15 unités de production distinctes.

✓ Sélection des sites de production et points de vente

Sur les 40 sites maraîchers urbains et périurbains répertoriés, 14 ont été sélectionnés pour des enquêtes exploratoires visant à contextualiser l'agriculture urbaine de Lubumbashi. Par ailleurs, en raison de l'absence de données statistiques plus larges sur l'agriculture urbaine de Lubumbashi, les statistiques descriptives fournies par les résultats de l'exploration ont fait office de référence statistique. Le site visé par l'enquête devrait répondre à un (ou plusieurs) des critères suivants : (i) être situé en milieu urbain et périurbain de Lubumbashi, (ii) être considéré comme l'un des plus grands sites maraîchers de Lubumbashi en termes d'intensité des activités maraîchères, (iii) être accessible et (iv) figurer sur la liste des entités de production maraîchère appuyées par le projet HUP-FAO (2000-2010).

En raison du recentrage sur la zone définie par le projet *Zorglub* et ses différents axes de recherche, notre étude se concentre uniquement sur les sites de production urbains, supposés bénéficier en priorité des innovations portées par ce dernier. Ainsi, sept sites ont été retenus pour des enquêtes plus approfondies. Il s'agissait de deux enquêtes réalisées au cours de deux campagnes maraîchères. Les principaux objectifs de ces deux enquêtes étaient respectivement de déterminer les facteurs influençant l'adoption de techniques innovantes par les agriculteurs et de décrypter le rôle des réseaux informels d'entraide dans le maintien des exploitations agricoles. De ce fait, chacun des 7 sites retenus devrait répondre à l'ensemble des critères suivants : (i) être situés en zone urbaine, c'est-à-dire à l'intérieur des limites de Lubumbashi ; (ii) avoir été retenus parmi les sites qui ont fait partie de notre enquête exploratoire ; (iii) le chou chinois (principale culture maraîchère de Lubumbashi) y est cultivé de manière intensive ; (iv) faire partie des entités de production maraîchère appuyées par le projet HUP-FAO (2000-2010) ; (v) être comptés parmi les plus grands sites maraîchers urbains de Lubumbashi en termes d'intensité des activités agricoles ; et (vi) être accessibles. En outre, 15 points de vente, dont 13 marchés officiels, 1 marché de nuit et des vendeurs ambulants, ont été choisis pour les enquêtes liées à la performance économique de la commercialisation du chou chinois. Ce choix s'est fait sur base des critères suivants : (i) être situé à l'intérieur de la ville de Lubumbashi, (ii) être reconnu comme l'un des plus grands points de vente des légumes de Lubumbashi et (iii) avoir au moins 10 vendeurs de chou chinois. Les vendeurs de nuit et les vendeurs ambulants ont été inclus dans les enquêtes en raison de leur forte implication dans la vente de chou chinois.

La collecte des données a été organisée en trois séries d'enquêtes distinctes, portant respectivement sur les performances économiques de la production et de la commercialisation du chou chinois, sur les facteurs impliqués dans l'adoption des innovations et sur le rôle joué par les réseaux informels d'entraide dans le maintien des exploitations agricoles. Ces enquêtes ont été complétées par des entretiens auprès des agriculteurs. La période couverte par les enquêtes se situe entre avril et août 2019, 2020 et 2021. Ces mois correspondent à la période où l'agriculture urbaine est pratiquée de manière intensive à Lubumbashi.

La première enquête sur les performances économiques a été réalisée auprès de 537 producteurs de chou chinois (tableau 1) et de 374 vendeurs (tableau 2), à partir de deux questionnaires portant sur leurs caractéristiques et leurs activités distinctes. Les répondants ont été sélectionnés de manière aléatoire et sans aucune rémunération. Cette enquête sur les performances économiques visait à cerner le contexte de l'agriculture urbaine de Lubumbashi et à servir de référence statistique pour nos prochaines enquêtes. Il est important de souligner qu'il s'agit de la plus grande enquête jamais réalisée sur l'agriculture urbaine de Lubumbashi. A ce stade, il n'existe pas de sources statistiques plus larges. Par ailleurs, on peut supposer que l'échantillon de l'enquête représente l'ensemble des producteurs et vendeurs de chou chinois de Lubumbashi. Comme mentionné ci-dessus, notre analyse approfondie s'est concentrée uniquement sur les 7 sites urbains retenus par l'étude. Sur base des données fournies dans le tableau 1, ces 7 sites rassemblent 291 producteurs. Cependant, douze agriculteurs recensés sur ces 7 sites développent des activités de maraîchage qui ne sont pas axées sur la production du chou chinois. Ces 12 agriculteurs ont été écartés. Par conséquent, seules les données de 279 producteurs de chou chinois des sept sites sélectionnés, extraites de la liste des 537 maraîchers de l'enquête exploratoire, ont été mobilisées pour analyser la performance économique de la production. Par ailleurs, la liste des vendeurs utilisée dans l'analyse restait celle des 374, car ils étaient tous des lieux de vente urbains.

Le questionnaire de l'enquête « performance économique » destiné aux agriculteurs a été structuré en six (06) parties (voir Annexe 1 : Questionnaire n° 1) : (i) informations générales sur le site de production, (ii) sur les caractéristiques sociodémographiques, économiques et institutionnelles des chefs d'exploitation, (iii) sur la gestion des facteurs de production, (iv) sur la quantification des coûts de production, (v) sur le calcul des indicateurs économiques et (vi) sur les principales contraintes liées à la production maraîchère. Par ailleurs, le questionnaire de l'enquête destinée aux vendeurs a été structuré en quatre (04) parties (cf. Annexe 2 :

Questionnaire n°2) : (i) les informations générales sur le point de vente, (ii) les caractéristiques sociodémographiques et économiques des vendeurs, (iii) les stratégies de vente, (iv) le calcul des indicateurs économiques et (v) les principales contraintes liées à la vente.

Le jeu de données collectées au cours de l'enquête basée sur la performance économique comprenait les informations nécessaires pour répondre au premier objectif spécifique de l'étude. Pour rappel, il s'agit d'évaluer les performances économiques des exploitations agricoles urbaines et de la commercialisation de leur principale culture, le chou chinois.

Tableau 1 : Echantillonnage de l'enquête sur la performance économique

Sites de production	Milieu de localisation	Effectifs des agriculteurs
Chem-Chem	Urbain	17
Daipen Kisanga	Urbain	35
Ferme Manoah Kiswishi	Péri-urbain	32
Tshamalale	Urbain	28
Kalubwe potager	Urbain	15
Kamatete	Urbain	45
Kantumbwi (Katuba)	Urbain	51
Kashamata	Urbain	52
Kilobelobe	Urbain	22
Luano	Urbain	33
Maendéleo (Katuba)	Urbain	42
Naviundu	Urbain	55
Kilula/Makulu	Péri-urbain	67
Tingi-Tingi	Urbain	43
Total		537



Figure 3 : Enquête auprès des agriculteurs

(photo : Maurice Kesonga Nsele)

Tableau 2 : Echantillonnage des vendeurs de chou chinois

Points de vente retenus	Effectif des vendeurs
Double poteaux	13
Karavia	20
Katuba II	15
Kilobelobe	14
M'Zee	8
Mimbulu	11
Moïse	12
Mpande	15
Radem	11
Rail	22
Tabac	19
Zambia	22
Zone (Kenya)	16
Ambulants	90
Nocturne	86
Total	374



Figure 4 : Enquête auprès des vendeurs de chou chinois

(photo : Maurice Kesonga Nsele)

La seconde enquête, s'est déroulée en 2020. Elle a porté sur les facteurs d'adoption des deux innovations du paquet promu par le projet HUP-FAO (2000-2010) dans les périmètres maraîchers de Lubumbashi. Ces deux innovations concernent respectivement les catégories de la mécanisation et infrastructure agricole (motopompe) et celle relative à la gestion des ressources naturelles (gestion intégrée de la fertilité des sols). Les données ont été collectées à l'aide d'un questionnaire structuré auprès de 202 agriculteurs (tableau 3) des sept sites urbains retenus par l'étude. Il s'agissait de producteurs de chou chinois tirés de manière aléatoire à partir de la liste des 279 agriculteurs de l'enquête « performance économique ».

Le questionnaire de cette deuxième enquête était structuré en quatre (04) parties (voir Annexe 3 : Questionnaire N° 3) : (i) des informations générales sur le site de production, (ii) sur les caractéristiques sociodémographiques, économiques et institutionnelles des chefs d'exploitation, (iii) sur les itinéraires techniques du chou chinois et (iv) sur l'utilisation des deux innovations étudiées. En outre, au cours de l'enquête, des observations complémentaires ont été réalisées dans les exploitations afin de croiser les informations fournies par les agriculteurs et les pratiques relatives à l'utilisation des deux innovations étudiées réellement mises en œuvre.

Le jeu de données collectées durant la deuxième enquête comprenait des informations nécessaires permettant d'atteindre le deuxième objectif spécifique de l'étude. En rappel, identifier les facteurs sociodémographiques, économiques et institutionnels ou organisationnels susceptibles d'entraver ou de motiver les décisions des agriculteurs d'adopter durablement des innovations agricoles.

La troisième enquête s'est déroulée en 2021. Elle a porté sur le rôle joué par les réseaux informels d'entraide dans le maintien des exploitations agricoles urbaines. Les données ont été collectées à l'aide d'un questionnaire structuré auprès de 88 agriculteurs (tableau 3) des sept sites urbains retenus par l'étude. Il s'agit de producteurs de chou chinois tirés de manière aléatoire à partir de la liste des 202 agriculteurs précédemment interviewés. Le questionnaire de la troisième enquête était structuré en huit (08) parties (voir Annexe 4 : Questionnaire n°4) : (i) informations générales sur le site maraîcher, (ii) sur les caractéristiques sociodémographiques, économiques et institutionnelles des chefs d'exploitation, (iii) sur les itinéraires techniques du chou chinois (iv) sur le recours ou pas des agriculteurs à l'entraide durant le cycle de production en cours, (v) sur les aspects de l'aide reçue, (vi) sur l'intensité de l'aide, (vii) sur les liens sociaux mobilisés pour s'entraider, et (viii) sur le nombre d'agriculteurs dans les réseaux d'entraide. Les agriculteurs ayant déclaré ne pas avoir eu recours à l'entraide ont été interrogés sur les raisons de cette abstention.

En outre, durant cette troisième enquête, des observations directes ont été réalisées auprès des agriculteurs afin de mieux cerner le stade du processus de production auquel l'agriculteur se sentait obligé de recourir à l'entraide, ainsi que la nature de l'aide reçue. Une série d'entretiens a été menée auprès de 15 agriculteurs entre août et septembre 2022 afin de recueillir leur point de vue sur les raisons pour lesquelles certains d'entre eux ont recours à des réseaux informels d'entraide et d'autres non, dans le but de mieux analyser les données issues de l'enquête quantitative.

Le jeu de données collectées au cours de la troisième enquête comprenait les informations requises pour atteindre le troisième objectif spécifique de l'étude. En rappel, démêler le rôle des réseaux informels d'entraide dans le maintien des exploitations urbaines de Lubumbashi, déterminer ainsi les caractéristiques sociodémographiques, économiques et institutionnelles ou organisationnelles des agriculteurs susceptibles de motiver la propension des agriculteurs à s'entraider, les liens sociaux qu'ils mobilisent pour s'entraider, les formes d'aide sollicitées, l'intensité de l'entraide, et expliquer comment les réseaux informels peuvent constituer des canaux peu coûteux de diffusion des innovations agricoles.

Tableau 3 : Echantillonnage des producteurs urbains enquêtés

Sites urbains retenus	Effectif des agriculteurs interrogés entre avril et août 2019	Effectif des agriculteurs interrogés entre avril et août 2020	Effectif des agriculteurs interrogés entre avril et août 2021
Daipen Kisanga	34	28	10
Kashamata	47	20	12
Maendéleo(Katuba)	51	42	16
Kilobelobe	18	23	12
Luano	33	27	13
Naviundu	55	40	15
Tingi-Tingi	41	22	10
Total	279	202	88

La figure 5 présente de manière schématique la démarche adoptée en partant de l'identification et de la sélection des sites maraîchers à la constitution des échantillons d'agriculteurs auxquels seront adressées les enquêtes successives. Le schéma renvoie également vers les différents chapitres où sont présentés les résultats de ces différentes enquêtes.

40 sites recensés et cartographiés dont 25 urbains et 15 péri-urbains

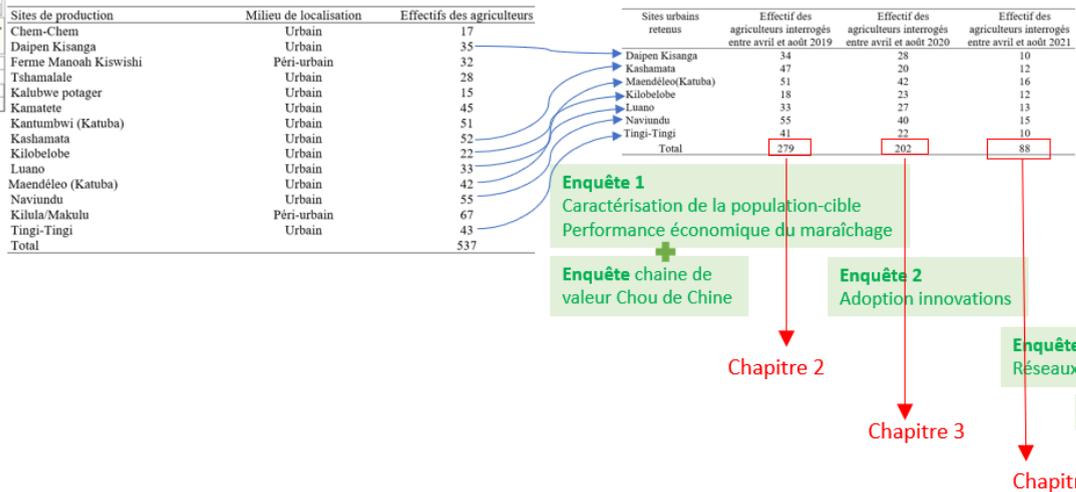
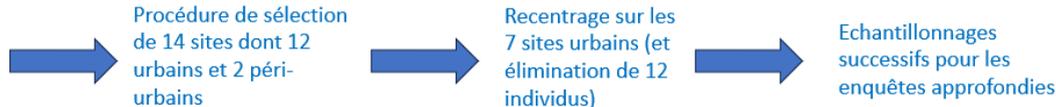
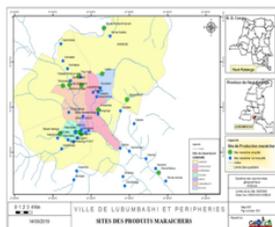


Figure 5 : Schéma du recensement des sites à la constitution des échantillons

1.3.3. Traitement des données

Les données collectées ont été saisies et sauvegardées dans un fichier Microsoft Excel. De plus, différents logiciels ont été utilisés pour le traitement des données. La version 10.5 d'ArcGIS (licence arcinfo) a été utilisée pour produire des cartes thématiques pour l'analyse spatiale, le langage R version 4.2.3 (2023-03-15) pour l'analyse descriptive et le test t de Student, la version 21.0 de SPSS a été utilisée dans la modélisation économétrique ("modèles Logit") et la version 21.1.1 du logiciel Minitab pour le test du khi-deux et le test d'ajustement du khi-deux. Par ailleurs, le logiciel Microsoft Excel a servi à la mise en forme des tableaux.

1.4. *Organisation du manuscrit de la thèse*

Notre démarche de recherche se décline en cinq séquences constituant les différents chapitres de la présente thèse : le premier chapitre, « l'introduction générale », expose la problématique de l'étude, qui renvoie à l'urgence d'identifier les conditions d'adoption durable dans le temps des innovations agricoles, afin d'envisager le développement de Lubumbashi au travers d'une agriculture locale durable ; et la méthodologie générale ayant permis d'atteindre les objectifs de l'étude. L'itinéraire de recherche correspondant à la méthodologie de cette recherche s'est appuyé premièrement sur la cartographie des sites de production et des points de vente de légumes de Lubumbashi, puis sur trois séries d'enquêtes basées sur des interviews ainsi que des entretiens qualitatifs avec les agriculteurs.

Le deuxième chapitre, « Performance économique de la production et de la commercialisation », dresse un diagnostic sur les systèmes de production et de commercialisation de la principale culture maraîchère de Lubumbashi, et met en évidence la nécessité de renforcer lesdits systèmes en favorisant l'adoption des innovations agricoles par les agriculteurs.

Le troisième chapitre décrit les facteurs qui entravent ou motivent l'adoption durable dans le temps des innovations par les agriculteurs de Lubumbashi. En complément des enquêtes quantitatives, ce chapitre a fait l'objet d'une revue de littérature portant sur les approches théoriques et statistiques de l'adoption des innovations par les agriculteurs, à savoir innovation-diffusion, contraintes économiques et contexte d'utilisation. Les variables issues de ces trois approches ont été traduites en hypothèses qui ont été testées à l'aide du modèle Logit afin de mettre en évidence les facteurs les plus déterminants dans l'adoption pérenne des innovations par les agriculteurs de Lubumbashi. Ce chapitre fournit également un aperçu général de l'agriculture urbaine de Lubumbashi, et plus spécifiquement du paquet d'innovations promues dans le cadre

du projet HUP (2000-2010), duquel deux catégories ont été retenues pour étudier les facteurs d'adoption durable dans le temps par les agriculteurs. Ces deux catégories d'innovations relèvent respectivement de la mécanisation et des infrastructures agricoles (motopompe) et de la gestion des ressources naturelles. Les résultats émanant de cette partie empirique ont fait l'objet d'un article publié dans la revue *Agriculture* (MDPI, Impact factor 3.6 ; Citescore 3.6) en août 2022, sous le titre « Factors Influencing the Sustained Adoption of Innovative Techniques by Urban Farmers in Lubumbashi, Democratic Republic of Congo ». <https://doi.org/10.3390/agriculture12081157>

En cohérence avec les précédents chapitres, le quatrième chapitre aborde le rôle joué par les réseaux informels d'entraide, principales structures d'auto-organisation des agriculteurs, et les services d'appui alternatifs qui y sont développés, afin d'assurer la viabilité des exploitations agricoles face au cadre inopérant de l'agriculture urbaine. Ce chapitre souligne également la nécessité de considérer ces réseaux comme des canaux de diffusion des innovations, susceptibles d'en faciliter l'adoption.

L'analyse des données récoltées dans ce cadre a également fait l'objet d'un article scientifique publié dans la revue *Frontiers in Sustainable Food Systems* (Impact factor 4.7 ; Citescore) en août 2022, sous le titre « Unravelling the role of informal mutual aid networks in maintaining urban farms in Lubumbashi, Democratic Republic of Congo (DRC) ». <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1248937>

Le chapitre cinq, "Discussion générale", est consacré à la synthèse des principaux résultats obtenus dans les différents chapitres et à leur positionnement vis-à-vis de la littérature scientifique existante, afin d'étayer l'analyse tout en soulignant l'originalité de l'étude et les suggestions qui s'y rapportent.

Le sixième chapitre, conclusion générale, fournit une vue d'ensemble de la recherche, incluant les principaux résultats et perspectives.

Chapitre 2

**Performance économique des exploitations de chou
chinois "*Brassica chinensis* L." et de sa
commercialisation à Lubumbashi, République
démocratique du Congo**

2. Performance économique des exploitations de chou chinois "*Brassica chinensis* L." et de sa commercialisation à Lubumbashi, République démocratique du Congo

Ce chapitre constitue la base d'un projet d'article en construction en vue d'être soumis pour publication.

2.1. Résumé

A l'heure où la qualité sanitaire des exploitations urbaines de Lubumbashi est remise en cause en raison de la contamination par les métaux lourds, et dans un contexte d'urbanisation chaotique, il est pertinent d'analyser les performances économiques liées à la production et à la commercialisation du chou chinois, qui est la principale culture maraîchère. Une enquête a été menée auprès de 279 agriculteurs urbains et de 374 vendeurs, sélectionnés de manière aléatoire respectivement dans leurs lieux de production et de vente.

Les résultats relatifs à la performance économique des exploitations ont montré que, pour un cycle de production d'environ 45 jours, les agriculteurs ont produit en moyenne 619,5 (209,8) kg de chou chinois sur des petites surfaces de 3,7 (1,3) ares, et ont obtenu un revenu brut moyen de 282 335 (104 926) francs congolais (150,2 euros), soit un revenu journalier moyen de 5 354 francs congolais (2,8 euros). De plus, 74,6 % de la structure des dépenses était consacrée à l'achat d'engrais. La quasi-totalité des agriculteurs interrogés (91%) ont affirmé être prêts à intégrer des innovations dans leurs systèmes de production afin d'améliorer la performance de leurs exploitations. Excepté l'expérience de l'agriculteur, bien que non significative, aucune des caractéristiques de l'agriculteur n'a influencé significativement le revenu journalier. Seules la superficie emblavée ($r^2 = 0,6223$) et la production en kilogrammes ($r^2 = 0,7981$) ont significativement influencé le revenu journalier. Les résultats relatifs à la performance économique de la commercialisation du chou chinois ont montré que les vendeurs s'approvisionnaient en petites quantités de 39,9 kg auprès des agriculteurs urbains et ont obtenu un revenu brut moyen de 3 7357 CDF (19,9 euros), générant un revenu journalier de 1 324 CDF (7,1 euros). Un revenu journalier qui dépasse de 2,5 fois celui des agriculteurs. Nous préconisons une étude sur les facteurs impliqués dans l'adoption durable dans le temps des innovations agricoles par les agriculteurs, en vue d'envisager un renforcement de la performance économique des exploitations maraîchères.

Mots-clés : Agriculture urbaine, urbanisation chaotique, maraîchage, revenu journalier, survie des ménages et Lubumbashi.

2.2. Introduction

Entre les années 1800 et 1900, on estimait que 2 à 14% de la population mondiale vivait dans les villes (Orsini et al., 2013). Actuellement, l'urbanisation mondiale est passée de 56% en 2022 (Allam & Sharifi, 2022) et devrait atteindre 60 à 70 % en 2050 (Orsini et al., 2013). Bien que la croissance urbaine soit mondiale, le taux de croissance est plus rapide dans les villes des pays en développement (Osumanu & Ayamdo, 2022).

Des auteurs ont soutenu que si une partie de la croissance démographique des villes des pays en développement résulte du taux de fécondité élevé et du reclassement de terres rurales en zones urbaines (Buhaug & Urdal, 2013), la grande partie de cette croissance est liée à l'exode rural (Li et al., 2022). L'explosion démographique dans les villes des pays en développement a fortement limité la capacité des gouvernements locaux à fournir des services de base, tels que l'emploi, le logement, l'électricité, l'eau, l'assainissement, l'ordre public et le développement du capital social, ce qui affecte considérablement la qualité de vie des citoyens (Buhaug & Urdal, 2013).

Dans ces villes des pays en développement, la littérature scientifique aborde la question de l'agriculture urbaine comme réponse à la forte croissance démographique et à la pauvreté urbaine (De Zeeuw et al., 2011; Schmidt, 2012). De plus, certains auteurs ont affirmé que l'agriculture urbaine est fondamentale à la durabilité économique, sociale et environnementale de ces villes (Tapia et al., 2021). L'agriculture urbaine ne peut jouer ces différents rôles que si les autorités municipales l'intègrent consciencieusement dans les processus d'aménagement des territoires et dans la planification urbaine (Azunre et al., 2019). Car, l'un des principaux obstacles de l'agriculture urbaine est l'accès limité à la terre et le manque de sécurité foncière, en particulier lorsque les fonctions de production entrent en concurrence avec d'autres utilisations plus rentables pour le propriétaire foncier (Lovell, 2010).

L'agriculture urbaine, qui consiste à produire, transformer et commercialiser des aliments, des produits pharmaceutiques d'origine végétale et animale, des fibres et des combustibles sur des terres et des eaux dispersées dans les zones urbaines, en utilisant des techniques de production intensive (Shema & Abdulmalik, 2022), a pour principales caractéristiques l'intégration de ces activités dans les systèmes économiques et écologiques urbains (Pearson et al., 2011). L'agriculture urbaine contribue également à la verdure urbaine, à l'assainissement des espaces publics et au renforcement de la sécurité alimentaire des citoyens (Rao et al., 2022). Elle est avant

tout considérée comme stratégie de survie des ménages pauvres des villes des pays en développement (De Zeeuw et al., 2011; Kutiwa et al., 2010).

La ville de Lubumbashi, en RDC, connaît une explosion démographique accompagnée d'énormes défis socio-économiques, environnementaux (Muteya et al., 2022) et sécuritaires (De Nys-Ketels, 2022). La généralisation des conflits armés en RDC (Muhaya et al., 2022) et la libéralisation du secteur minier ont attiré et continuent d'attirer beaucoup de personnes dans la ville de Lubumbashi (Garrett & Lintzer, 2010), riche en cuivre, dans l'espoir d'y trouver la paix, l'emploi et voire la fortune. Cette situation présente trois conséquences : elle pèse lourdement sur la demande alimentaire, augmente le chômage (Tshomba et al., 2020) et aggrave la précarité urbaine (De Nys-Ketels, 2022).

Par ailleurs, une étude ajoute que la grave crise économique des années 1990, consécutive à la faillite de la Gécamines (la principale compagnie minière et employeur), a poussé les habitants de Lubumbashi à se tourner vers des activités informelles génératrices de revenus, comme l'agriculture urbaine (Tambwe et al., 2011), centrée sur la production saisonnière du chou chinois en monoculture et sur sa commercialisation (Kesonga, 2017). L'agriculture urbaine de Lubumbashi joue un rôle primordial dans l'approvisionnement des citoyens en légumes frais (Mutshail, 2014), dans la création d'emplois (Tambwe et al., 2011) et dans la gestion de l'environnement par la valorisation des biodéchets (Useni et al., 2014).

En dépit de ses multiples rôles, l'agriculture urbaine de Lubumbashi est soumise aux contraintes de la faiblesse des politiques publiques, des pressions foncières (Kasanda et al., 2016), de la pauvreté (Kasongo et al., 2013) ainsi qu'à la pollution des sols aux métaux lourds (Mpundu, et al., 2014), des attaques de ravageurs et de la volatilité des prix des récoltes (Kesonga, 2017). Des études affirment que l'agriculture urbaine de Lubumbashi est associée à de mauvaises pratiques telles que la culture sur brûlis (Mushagalusa & Nkulu, 2020), l'utilisation excessive d'engrais chimiques et l'utilisation non protégée de produits phytosanitaires (Kesonga, 2017).

Si la performance sanitaire des exploitations de chou chinois à Lubumbashi a déjà été remise en cause en raison du dépassement critique des normes de teneurs en métaux lourds des récoltes (Mununga et al., 2023), il reste néanmoins intéressant d'évaluer la performance économique de ces exploitations et de la commercialisation de sa principale culture. Une étude rapporte qu'il est nécessaire d'analyser le fonctionnement d'un système de culture et d'évaluer ses performances tant agronomiques qu'économiques afin de comprendre les raisons pour lesquelles les agriculteurs les pratiquent (Ferraton & Touzard, 2009).

A la lumière de ce qui précède, l'objectif de ce chapitre est d'évaluer les performances économiques des exploitations urbaines de chou chinois et celles liées à sa commercialisation dans les périmètres maraîchers de Lubumbashi. En considérant le contexte des périmètres maraîchers de Lubumbashi tel que décrit ci-dessus, il est raisonnable de penser que les nombreuses contraintes inhérentes à l'agriculture urbaine auraient incité les agriculteurs à recourir à des pratiques qui ne garantiraient pas la performance économique de leurs activités. Nos résultats vont le prouver et une série de recommandations seront formulées afin d'envisager le développement de Lubumbashi par le biais d'une agriculture locale durable.

2.3. Matériels et méthodes

2.3.1. Zone d'étude

La ville de Lubumbashi est située à 027°48'61"1 de longitude Est, 11° 61'55 3" de latitude Sud. A l'intérieur de la ville, l'altitude varie entre 1200 et 1300 m. La ville couvre une superficie d'environ 747 km² et est composée de 43 districts répartis sur sept communes : Annexe, Katuba, Kampemba, Kamalondo, Kenya, Lubumbashi et Ruashi. Le climat est de type CW de la classification de Köppen et caractérisé par une saison des pluies (novembre à mars), une saison sèche (mai à septembre) et deux mois de transition (avril et octobre) (Useni et al., 2021). Les précipitations annuelles sont de 1270 mm avec des extrêmes de 717 et 1770 mm et la température moyenne annuelle est d'environ 20°C (minimum 8°C et maximum 32°C (Mujinya et al., 2011). La production de chou chinois se fait principalement pendant la saison sèche, saison caractérisée par des faibles températures qui permettent le développement de la culture (Ntumba et al., 2015).

Les sols de Lubumbashi sont acides et appartiennent au groupe Ferralsol, des sols considérés comme pauvres (Kasongo et al., 2013). Néanmoins, on y retrouve des sols hydromorphes dans les fonds de vallée où la production de chou chinois est principalement pratiquée. Cependant, la mise en culture de ces sols a entraîné une réduction accélérée de leur teneur en matière organique et un déclin de leur fertilité. En outre, ces sols accumulent des déchets enrichis en métaux lourds provenant des usines de traitement des minerais (Mpundu et al., 2014).

2.3.2. Choix des sites et de chou chinois

Les sept sites de production ont été choisis sur base des critères suivants : (i) le site devrait être situé dans les limites de Lubumbashi, (ii) être considéré comme l'un des plus grands sites en termes d'intensité des activités de production maraîchère, (iii) disposer d'une grande surface dédiée à la production de chou chinois, et (iv) être accessible. Par ailleurs, les 15 points de vente de chou chinois, dont 13 marchés officiels, 1 marché nocturne et les vendeurs ambulants, ont été sélectionnés sur base des critères suivants : (i) le point de vente devrait être situé dans les limites de Lubumbashi, (ii) il devrait compter au moins 10 vendeurs de chou chinois, et (iii) être reconnu comme l'un des plus grands points de vente de légumes.



Figure 8 : Commercialisation nocturne de légumes au centre-ville

(Photo : Maurice Kesonga Nsele)

2.3.3. Sélection des répondants et collecte des données

L'étude utilise des données collectées durant la période d'avril à août 2019. L'enquête a été menée auprès de 279 producteurs et 374 vendeurs de chou chinois. Les producteurs ont été interrogés dans les sept principaux sites de production de légumes de Lubumbashi et les vendeurs dans les principaux points de vente de légumes (marchés officiels, marché informel de nuit et marchands ambulants) recensés dans les rues et ruelles de Lubumbashi. Les répondants ont été choisis de manière aléatoire et ont délibérément accepté de participer à l'enquête.

Les 279 agriculteurs retenus pour l'enquête ont été tirés de la liste des 537 producteurs de chou chinois qui avaient participé à notre enquête exploratoire portant sur les sites de production urbains et périurbains de Lubumbashi. Le choix du sous-échantillon se justifie par le simple fait que la présente étude porte uniquement sur l'agriculture urbaine. Par ailleurs, les 374 vendeurs de chou chinois se composaient de 198 vendeurs situés dans les marchés officiels, 90 vendeurs ambulants trouvés dans les rues et ruelles de la ville et 86 vendeurs nocturnes trouvés dans le centre-ville.

Les agriculteurs ont été interrogés dans leurs parcelles maraîchères et les vendeurs dans leurs points de vente respectifs. Les répondants ont été interviewés en fonction

de leurs heures de pointe. Au moment de l'enquête, les agriculteurs de Lubumbashi travaillaient longuement dans leurs exploitations en deux plages horaires : de 7h00 à 11h00 et de 15h à 17h30. Les vendeurs sur les marchés ont été interviewés entre 8h00 et 16h30, les vendeurs ambulants en deux étapes : de 7h30 à 10h30 et de 16h00 à 17h00, et les vendeurs nocturnes entre 18h00 et 21h30. La durée des interviews était d'environ 25 minutes pour les agriculteurs et 15 minutes pour les vendeurs.

Les enquêtes ont été menées à l'aide de deux questionnaires semi-structurés, dont l'un était destiné aux agriculteurs et l'autre aux vendeurs. Ces questionnaires étaient composés de questions ouvertes et fermées (voir annexe). Le questionnaire destiné aux agriculteurs comprenait des informations sur leurs caractéristiques (sociodémographiques, économiques et institutionnelles) et sur celles de leurs exploitations (superficie cultivée, typologie de la main-d'œuvre, prix et quantités d'intrants utilisés, services consommés, heures de travail, volume de production et valeur monétaire de celui-ci). En outre, le questionnaire destiné aux vendeurs comprenait des informations sur leurs caractéristiques (socio-démographiques, économiques et institutionnelles) et celles de l'activité de vente (capital investi, heures de travail, services consommés, lieux d'approvisionnement, volumes approvisionnés et sa valeur monétaire, fréquences d'approvisionnement, gestion des invendus et contraintes liées à la vente).

2.3.4. Traitement et analyse des données

Les données collectées ont été saisies et sauvegardées dans un fichier Excel puis analysées à l'aide du logiciel R version 4.2.3 (2023-03-15 ucrt). La présentation de ces données a été faite sous forme de tableaux et de graphiques. L'analyse descriptive a permis de présenter les variables quantitatives sous forme de moyenne, plus ou moins l'écart-type, et les variables qualitatives sous forme d'effectifs et de pourcentages. En outre, les tests de Tukey et de Student ont permis de déterminer les différences significatives entre les caractéristiques des répondants et le revenu journalier généré par leurs activités. La régression linéaire simple a permis de déterminer la corrélation entre les revenus journaliers et les caractéristiques des exploitations. L'étude a considéré que $\alpha < 0,05$ est le seuil de signification statistique.

L'évaluation de la performance économique des exploitations agricoles et de la vente de chou chinois s'est basée sur la méthode de Ferraton & Touzard, (2009). Cette méthode est la plus utilisée pour évaluer la performance économique des petites exploitations familiales, puisqu'elle tient compte de la spécificité de ces dernières.

Pour évaluer la performance économique des exploitations de chou chinois, nous avons calculé le produit brut, la consommation intermédiaire, la valeur ajoutée brute, la valeur ajoutée brute par unité de surface et le revenu journalier gagné par les agriculteurs. En outre, auprès des vendeurs, nous avons déterminé le capital investi par fréquence d'approvisionnement, le revenu total, le profit et le revenu journalier réalisé. Il faut noter que cette analyse n'a pas considéré les prix estimés des quantités autoconsommées, car les agriculteurs de Lubumbashi vendaient sur pied la totalité de leur production. De plus, le prix de vente dépendait de la qualité des plates-bandes, cette qualité étant déterminée par la dimension de la plate-bande, sa densité et la qualité de ses plantes. Le revenu brut, qui correspond à la valeur monétaire de la production, résultant d'un cycle de production de chou chinois dans ce cas, a été calculé à partir de la formule suivante :

$$\text{Revenu brut} = \text{Production d'un cycle} \times \text{Prix unitaire}$$

Les consommations intermédiaires désignent l'ensemble des biens utilisés et entièrement consommés au cours d'un cycle de production de chou chinois. Il s'agit ici des semences, des engrais (urée, NPK et fiente de poulet) et des produits phytosanitaires. Le coût d'un cycle de production des consommations intermédiaires (CI) sera donc de :

$$CI = (\sum \text{quantités de biens} \times \text{prix unitaire de chaque bien})$$

La valeur ajoutée brute (VAB) correspond à la différence de valeur entre ce que l'agriculteur a acheté ou consommé pour produire et ce qu'il a vendu après ce processus de production. Cette différence de valeur correspond ainsi à la valeur qu'il a créée, ajoutée, par son travail. Elle constitue donc la valeur de la richesse produite par l'agriculteur. Pour cette raison, nous n'avons pas inclus les salaires versés à la main-d'œuvre extérieure dans le calcul des consommations intermédiaires, car ces salaires résultent davantage de la manière dont cette richesse est distribuée. La VAB a été calculé à partir de la formule suivante :

$$VAB = \text{Revenu brut} - \text{Consommations intermédiaires}$$

La VAB par unité de surface permet de comparer les systèmes de culture entre eux en termes de richesse produite par unité de surface, puisque le jugement de la performance économique se fait en comparant des valeurs comparables.

Nous avons ramené la VAB à la surface de terre nécessaire pour la produire. Dans notre cas, la surface est exprimée en are, étant donné que le maraîchage à Lubumbashi se pratique sur de très petites surfaces.

VAB/unité de surface

$$= \frac{VAB \text{ totale d'un cycle de production}}{\text{Surface consacrée à la production de chou chinois}}$$

La valeur ajoutée brute par unité de travail ou productivité du travail correspond à la richesse obtenue pour chaque journée de travail consacrée à la production de chou chinois dans notre cas. Cet indicateur permet de comparer ce que "rapporte", en termes de création brute de richesse, une journée de travail. VAB par unité de travail se calcule comme suit :

$$VAB/unité de travail = \frac{VAB \text{ totale d'un cycle de production}}{\text{temps de travail total}}$$

Pour les vendeurs, le capital investi correspond à la somme des dépenses entièrement consommées pendant le processus d'approvisionnement (prix du produit, transport et autres dépenses sur les marchés), jusqu'à ce que toutes les marchandises aient été vendues.

Le revenu brut, représente la valeur monétaire de toutes les marchandises, c'est-à-dire les quantités totales vendues multipliées par le prix unitaire, a donc été calculé par la formule suivante :

$$\text{Revenu} = \text{Quantité totale approvisionnée} \times \text{prix unitaire}$$

Le profit ou gain, correspondant à l'avantage financier que les vendeurs ont retiré de la vente de chou chinois, a donc été calculé à partir de la formule suivante :

$$\text{Profit} = \text{Révenu total} - \text{Capital total}$$

Le revenu journalier correspond à la richesse obtenue pour chaque journée de travail consacrée à la vente de chou chinois. Cet indicateur a donc été calculé à partir de la formule suivante :

$$\text{Revenu journalier} = \frac{\text{Profit}}{\text{temps total du travail}}$$

Taux de change avril 2019 : 1 euro = 1,15 dollar américain = 1880,1 francs congolais (CDF).

2.4. Résultats

2.4.1. Caractéristiques des agriculteurs interviewés

Les résultats de la pyramide ci-dessous montrent que l'agriculture urbaine à Lubumbashi concerne toutes les catégories d'âge. Ainsi, selon la tranche d'âge, la pyramide fait apparaître trois catégories d'agriculteurs, dont les jeunes de 18 à 25 ans, parmi lesquels les femmes sont les plus représentées. La deuxième catégorie est celle des agriculteurs âgés de 26 à 55 ans ; la troisième est celle des agriculteurs âgés de plus de 56 ans. Il ressort également de la pyramide que, par rapport aux hommes, les femmes entrent tôt dans la production de chou chinois. L'analyse descriptive indique que le plus jeune agriculteur avait 17 ans et le plus âgé 77 ans. L'âge moyen était de 42,5 (10,9) ans.

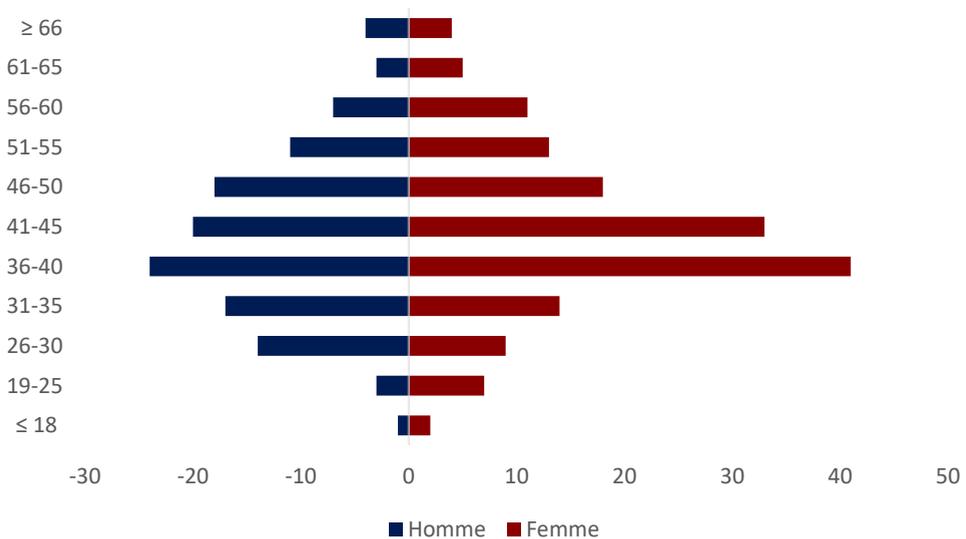


Figure 9 : Pyramide d'âges de 279 agriculteurs interrogés

La figure 10 ci-dessous présente la répartition des agriculteurs interrogés en fonction de la taille des ménages. Les résultats montrent que la majorité des agriculteurs appartiennent à des ménages de 5 à 9 personnes. L'analyse descriptive montre que le plus petit ménage est composé d'une personne et le plus grand de 13 personnes. Le ménage moyen comptait 7,4 (10,9) personnes.

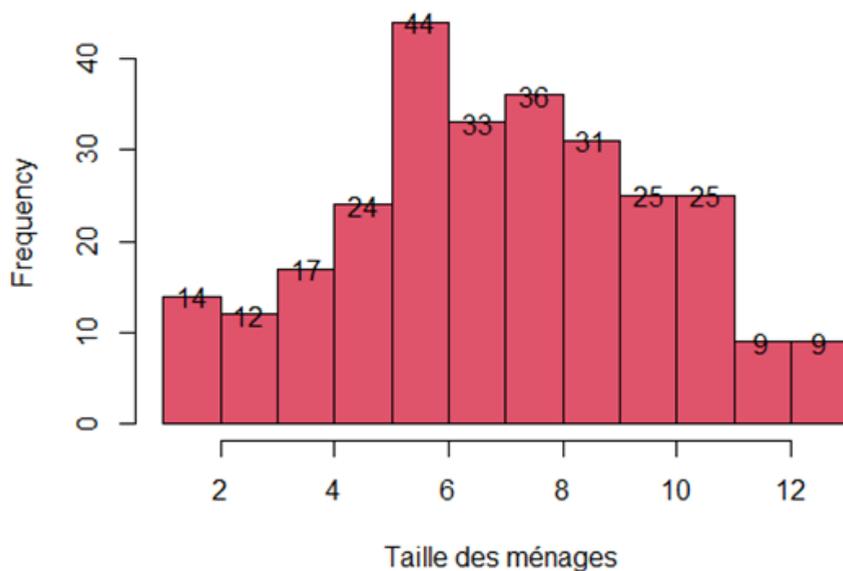


Figure 10 : Répartition des agriculteurs selon leur taille des ménages

La figure 11 ci-dessous montre la répartition des 279 agriculteurs auxquels il a été demandé de préciser leur appartenance à une confession religieuse. Il en ressort que presque tous les agriculteurs interrogés (93%) étaient rattachés à une confession religieuse, contre 7 % qui ne l'étaient pas.

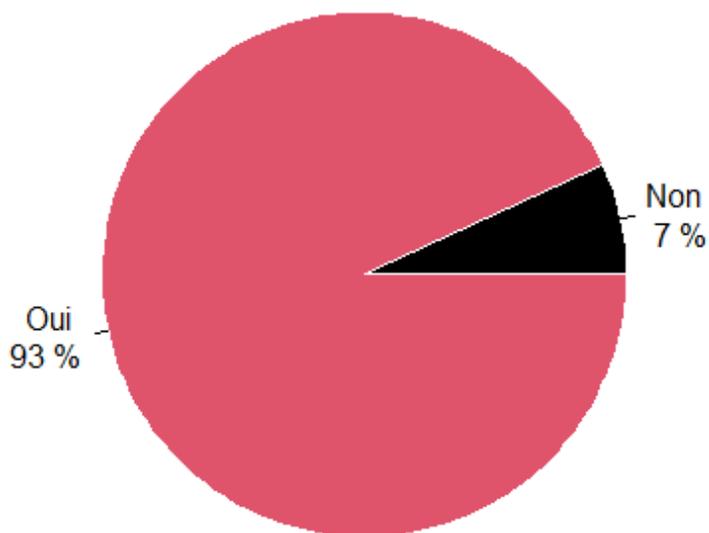


Figure 11 : Affiliation des agriculteurs à la religion

2.4.2. Performance économique des exploitations de chou chinois

✓ Consommation intermédiaire

Tableau 4 : Consommations intermédiaires en CDF par cycle de production

Sites de production	Semences	Urée	NPK	Fientes de poulet	Produits phytosanitaire
Daipen	10710(7010) ^a	12544(8478)	12397(7002)	5860(3487) ^b	3030(706) ^c
Kashamata	8330(2995) ^{ab}	11902(9669)	8941(5781)	5179(2586) ^b	6011(2764) ^a
Katuba	10098(6687) ^a	13714(12565)	8866(7287)	4163(1456) ^{bc}	4511(1987) ^{bc}
Kilobelobe	7861(6688) ^{ab}	11583(6813)	11694(9167)	2278(2074) ^c	3167(1627) ^{bc}
Luano	7712(1425) ^{ab}	12875(4666)	13117(5911)	8653(2614) ^a	3636(1120) ^{bc}
Naviundu	6755(5896) ^b	15709(13404)	12824(6825)	4547(1580) ^b	4227(2333) ^{dc}
Tingi Tingi	10110(6789) ^{ab}	10073(7766)	12810(8729)	4962(2929) ^b	4883(4038) ^{ab}
P-value	0,008**	0,212	0,014	0,000***	0,000***
Moyenne	8791(5813)	12888(10228)	11446(7312)	4889(2716)	4368(2512)

Légende : Nombre d'agriculteurs enquêtés = 279 ; écart-type et moyenne entre parenthèses ; Les moyennes avec des lettres similaires ne sont pas significatives et les moyennes avec différentes lettres sont significatives ; ** = Indique un très significatif à 5% ; *** = Indique un test très hautement significatif à 5% et CDF : franc congolais.

Les résultats du tableau 4 révèlent que les agriculteurs ont dépensé en moyenne 8791 CDF (4,7 euros) pour l'achat de semences. Le test de Tukey a montré que les agriculteurs de Daipen, Katuba et Tingi-Tingi ont utilisé plus de semences, ce qui peut aussi s'expliquer par le coût élevé des semences. En effet, les agriculteurs de ces sites utilisent certaines pratiques, comme le semis direct, qui est réputé par les agriculteurs comme étant une pratique consommatrice de semences qui réduit la durée du cycle de production du chou chinois. Par ailleurs, les agriculteurs ont dépensé 12 888 CDF (6,9 euros) en urée, 11 446 CDF (6,1 euros) en NPK et 4 889 CDF (2,6 euros) en fiente de poulet. Les quantités élevées de fientes de poulet utilisées par les agriculteurs de Daipen et Luano peuvent s'expliquer par la proximité de ces sites avec des élevages de poulets de chair, ce qui facilite l'approvisionnement en fientes à bas prix. Les mêmes résultats montrent que les agriculteurs ont dépensé 4368 CDF (2,3 euros) en produits phytosanitaires. Le coût total des consommations intermédiaires s'élève à 36 030 CDF (19,2 euros), dont 74,6% ont été consacrés aux engrais.

Tableau 5 : Production et revenu brut de la production

Sites	Superficie (are)	Production (kg)	Prix unitaire (CDF)	Revenu brut (CDF)
Daipen	4,1(1,4)	698,5(195) ^a	482,1(63,7) ^{ab}	342294(115180) ^a
Kashamata	3,4(1)	609,1(186,4) ^{ab}	420,8(69,1) ^c	259230(94078) ^{bc}
Katuba	3,5(1,1)	608,9(164,9) ^{ab}	419,9(63,1) ^c	257382(81379) ^c
Kilobelobe	3,7(1,6)	560,2(225,4) ^{ab}	478,9(44,4) ^{abc}	270667(119244) ^{abc}
Luano	4,2(1,3)	722,5(179,1) ^a	457,6(54,1b) ^c	328727(85132) ^{ab}
Naviundu	3,6(1,4)	611,5(229,8) ^{ab}	452,8(105,7) ^{bc}	277302(122075) ^{abc}
Tingi-Tingi	3,3(1,5)	532,7(241,7) ^b	532,9(117,9) ^a	271988(113012) ^{abc}
P-value	0,036	0,001**	0,000***	0,001**
Moyenne	3,7(1,3)	619,5(209,8)	458,9(89,7)	282335(104926)

Légende : Nombre d'agriculteurs enquêtés = 279 ; écart-type entre parenthèses ; Les moyennes avec des lettres similaires ne sont pas significatives et les moyennes avec différentes lettres sont significatives ; ** = Indique un très significatif à 5% ; *** = Indique un test très hautement significatif à 5% ; kg : kilogramme ; g : gramme ; CDF : franc congolais.

Les résultats du tableau 5 montrent que les agriculteurs cultivent de petites surfaces de 3,7 (1,3) ares et produisent en moyenne 619,5 kg. Les agriculteurs de Daipen et Luano ont de meilleures récoltes. Ces agriculteurs ont déclaré avoir bénéficié de l'appui du projet HUP-FAO (2000-2010). Les mêmes résultats montrent que le kilogramme de chou chinois se vend à 458,9 CDF (0,24 euros). Le prix élevé à Tingi-Tingi est justifié par sa proximité avec les marchés. De plus, après un cycle de production, les agriculteurs obtiennent un revenu brut moyen de 282335 CDF (150,2 euros). Les agriculteurs de Daipen ont obtenu un revenu brut élevé.

Tableau 6 : Revenu journalier par cycle de production de chou chinois

Sites	Valeur ajoutée brute (CDF)	Valeur ajoutée brute par unité de surface (CDF)	Revenu journalier (CDF)
Daipen	301928(109656) ^a	74482(14889)	6564 (2384) ^a
Kashamata	227459(88378) ^c	67511(19723)	4945(1921) ^c
Katuba	223091(72396) ^c	64027(17689)	4850(1574) ^c
Kilobelobe	236877(109048) ^{abc}	64240(13278)	5149(2371) ^{abc}
Luano	292254(74549) ^{ab}	71679(13361)	6353(1621) ^{ab}
Naviundu	232874(106770) ^{bc}	65146(27731)	5062(2321) ^{bc}
Tingi-Tingi	235827(105860) ^{bc}	71115(19086)	5127(2301) ^{bc}
P-value	0,000***	0,140	0,000***
Moyenne	246304(98497)	68069(19842)	5354(2141)

Légende : Nombre d'agriculteurs enquêtés = 279 ; écart-type entre parenthèses ; Les moyennes avec des lettres similaires ne sont pas significatives et les moyennes avec différentes lettres sont significatives ; *** = Indique un test très hautement significatif à 5% ; CDF : franc congolais.

Les résultats du tableau 6 révèlent que les exploitations de chou chinois ont créé une VAB moyenne de 246304 CDF (131 euros). La VAB élevée à Daipen peut être due au fait que les agriculteurs de ce site ont produit de grandes quantités et les ont vendues à de bons prix. De plus, sur un are, l'agriculteur a obtenu 68069 CDF (36,2 euros) et pour un revenu journalier moyen de 5354 CDF (2,8 euros).

✓ **Caractéristiques des agriculteurs en relation avec le revenu journalier**

Tableau 7 : Revenu journalier et caractéristiques sociodémographiques des agriculteurs

	Caractéristiques sociodémographiques		p-value
	Genre		
Revenu journalier en CDF	Féminin (56%)	Masculin (44%)	0,7021
	5311,4 (2233)	5409,5 (2024)	
	Jeunes (68%)	Âgés (32%)	0,1256
	5482,8 (2237)	5084,8 (1909)	
	Instruit (72%)	Non instruit (28%)	0,2863
	5443,4 (2083)	5125,2 (2282)	
	Marié (78%)	Non marié (22%)	0,6808
	5326,9 (2150)	5454,9 (2126)	
	Statut de l'agriculteur dans le ménage		0,4082
	Chef de ménage (56%)	Simple membre (44%)	
	5448,7 (2199)	5233,2 (2097)	0,2637
	Courte (67%)	Longue (33%)	
	5257,7 (2203)	5554,3 (2006)	0,2895
	Autochtone (56%)	Non autochtone (44%)	
	5475,5 (2181)	5203,1 (2089)	

Légende : Nombre d'observations de l'enquête approfondie = 279 ; pourcentages et écart types entre parenthèses.

Le tableau 7 présente les caractéristiques sociodémographiques des agriculteurs enquêtés en fonction du revenu journalier qu'ils tirent de la production de chou chinois. Les résultats de ce tableau montrent qu'aucune des caractéristiques sociodémographiques des agriculteurs n'est statistiquement significative du revenu journalier.

Tableau 8 : Revenu journalier et caractéristiques économiques des agriculteurs

		Caractéristiques économiques		p-value
		Statut fonciers		
Revenu journalier en CDF	Propriétaire (39%)	Locateur (61%)		
	5594,8 (2 136)	5197,9 (2 137)		0,1307
		Diversification des sources de revenus		
	Oui (9%)	Non (91%)		
	5495,3 (1 898)	5340,6 (2 167)		0,7039

Légende : Nombre d'observations de l'enquête approfondie = 279 ; pourcentages et écart types entre parenthèses.

Le tableau 8 ci-dessus présente les caractéristiques économiques des agriculteurs interrogés en fonction du revenu journalier qu'ils tirent de la production de chou chinois. Les résultats de ce tableau montrent qu'aucune des caractéristiques économiques des agriculteurs n'est statistiquement significative du revenu journalier.

Tableau 9 : Revenu journalier et caractéristiques institutionnelles des agriculteurs

		Caractéristiques institutionnelles		P-value
		Adhésion à une association maraîchère		
Revenu journalier en CDF	Oui (31%)	Non (69%)		
	5078,2(2168)	5477,5 (2123)		0,1547
		Contact avec le service de vulgarisation		
	Oui (54%)	Non (46%)		
	5298,3(1981)	5420,7 (2322)		0,6396
		Accès à la formation		
	Oui (54%)	Non (46%)		
	5304,3 (1985)	5414,5 (2321)		0,6737
		Accès aux crédits		
	Oui (12%)	Non (88%)		
	5359,7 (2284)	5353,7 (2126)		0,9886

Légende : Nombre d'observations de l'enquête approfondie = 279 ; pourcentages et écart types entre parenthèses.

Le tableau 9 ci-dessus présente les caractéristiques institutionnelles des agriculteurs interrogés en fonction du revenu journalier qu'ils tirent de la production de chou chinois. Les résultats de ce tableau montrent qu'aucune des caractéristiques n'est statistiquement significative du revenu journalier.

L'équation de la droite de régression du revenu journalier du chou chinois en fonction de la superficie emblavée par les agriculteurs est la suivante : $Y = 1279,9x + 672,91$. Ainsi, la taille de l'exploitation influence positivement et significativement le revenu journalier. Autrement dit, toutes choses étant égales par ailleurs, l'augmentation de la taille de l'exploitation d'un are entraîne une augmentation du revenu journalier de 1279,9 CDF, soit 0,7 euro. Le coefficient de détermination (r^2) est de 62,2 %, valeur $p = 0,000$. L'adéquation est forte, la taille de l'exploitation de chou chinois explique à elle seule jusqu'à 62,2 % le revenu journalier. Cela laisse présager une forte corrélation positive. Par ailleurs, en considérant la superficie moyenne cultivée par les maraîchers de 3,7 ares, le revenu journalier généré de 5354 CDF (2,8 euros), soit 3,22 dollars américains, et la taille moyenne du ménage de 7,4 membres, on voit qu'actuellement, un membre du ménage maraîcher vit avec 0,44 dollars américains, soit 2,84 fois moins que le seuil de pauvreté régional de 1,25 dollars américains, fixé par le PNUD. Toutes choses restant égales par ailleurs, un maraîcher doit cultiver une superficie minimale de 10,6 ares pour dégager 9,25 dollars américains et permettre aux 7,4 membres du ménage d'atteindre le seuil de pauvreté.

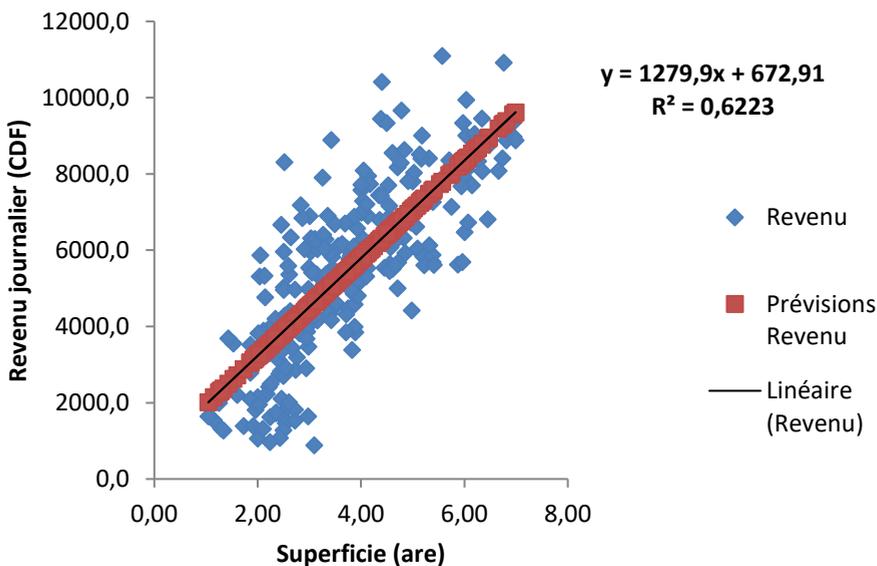


Figure 12 : Revenu journalier en fonction de la superficie cultivée

L'équation de la droite de régression du revenu journalier en fonction de la production est la suivante : $Y = 9,1161x - 292,62$. Ceci explique que, toutes choses étant égales par ailleurs, l'augmentation de la production d'un kg entraînera une augmentation du revenu journalier de 9,1 CDF (0,005 euro). Le coefficient de détermination (r^2) est de 79,8 %, valeur $p = 0,000$. L'adéquation est forte. La production à elle seule explique jusqu'à 79,8 % le revenu journalier.

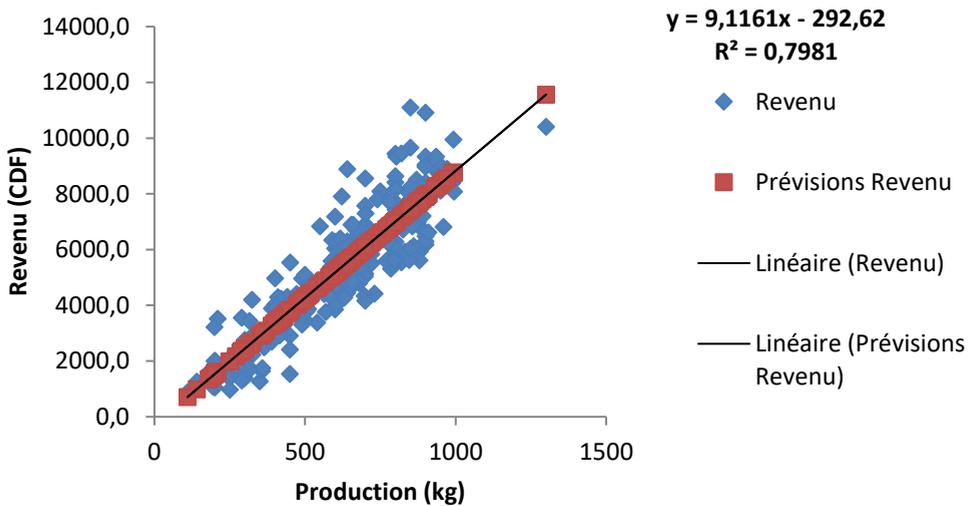


Figure 13 : Revenu journalier en fonction de la production de chou chinois

Il est à noter que l'analyse de la performance économique des exploitations examinées est basée sur le système de monoculture du chou chinois, caractérisé par l'uniformisation des pratiques par les agriculteurs. A priori, les facteurs liés à la superficie susceptibles d'influencer la production devraient être : (1) le niveau de fertilité des sols dans chacune des exploitations maraîchères ; (2) les cultures pratiquées, alors qu'il s'agit des exploitations en monoculture de chou chinois ; (3) les pratiques adoptées par les agriculteurs, alors que nos résultats montrent que les agriculteurs standardisent leurs pratiques ; (4) la main d'œuvre, alors que nos travaux sur l'entraide (chapitre 4) font apparaître que la main d'œuvre n'est pas un problème ; (5) la qualité des semences utilisées, alors que les agriculteurs ont recours à des semences améliorées de chou chinois en provenance d'Afrique australe.

La figure 14 ci-dessous montre la répartition des 279 agriculteurs à qui l'on a demandé d'indiquer leur intention d'adopter des innovations agricoles. Il en ressort que la quasi-totalité des agriculteurs (91%) étaient disposés à adopter des innovations dans leur exploitation.

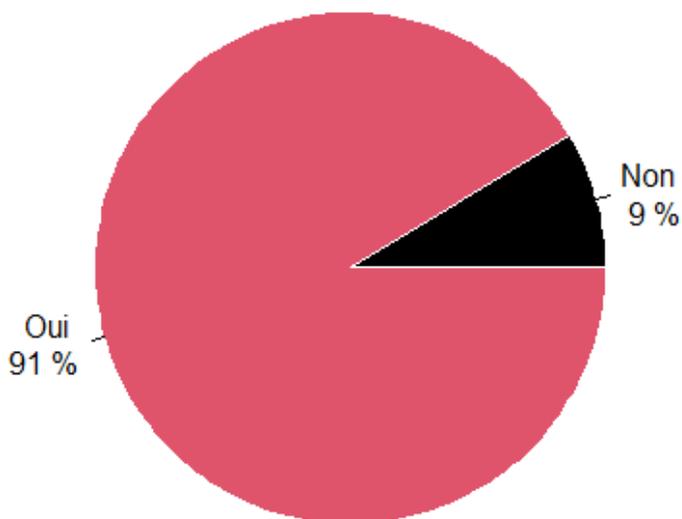


Figure 14 : Intention des agriculteurs à l'intégration de techniques innovantes

2.4.3. Analyse de la Commercialisation du chou chinois

✓ Caractéristiques des vendeurs interviewés

La figure 15 ci-dessous présente la répartition des vendeurs enquêtés selon leurs âges. Il ressort de cet histogramme que la plupart des répondants appartenaient dans une tranche de 25 à 45 ans. L'analyse descriptive indique que le plus petit vendeur interrogé avait 8 ans et le plus âgé avait 70 ans. L'âge moyen des vendeurs était de 36,4 (13,1) ans.

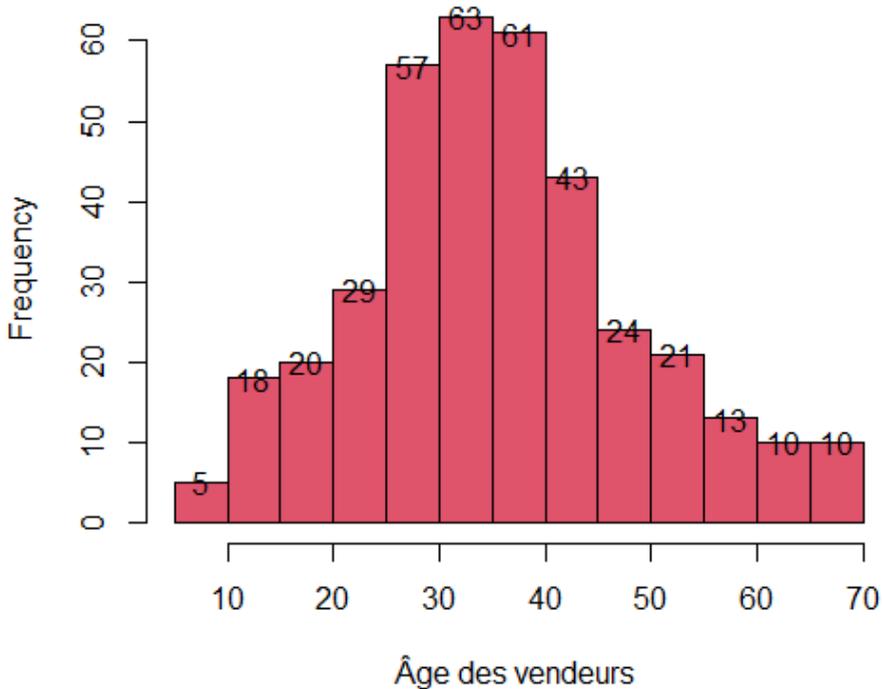


Figure 15 : Répartition des vendeurs selon leur âge

La figure 16 ci-dessous présente la répartition des vendeurs interrogés en fonction de la taille des ménages. Les résultats montrent que la majorité des vendeurs appartiennent à des ménages de 5 à 10 personnes. L'analyse descriptive indique que le plus petit ménage était composé d'une personne et le plus grand de 17 personnes. Le ménage moyen comptait 7,5 (2,8) personnes.

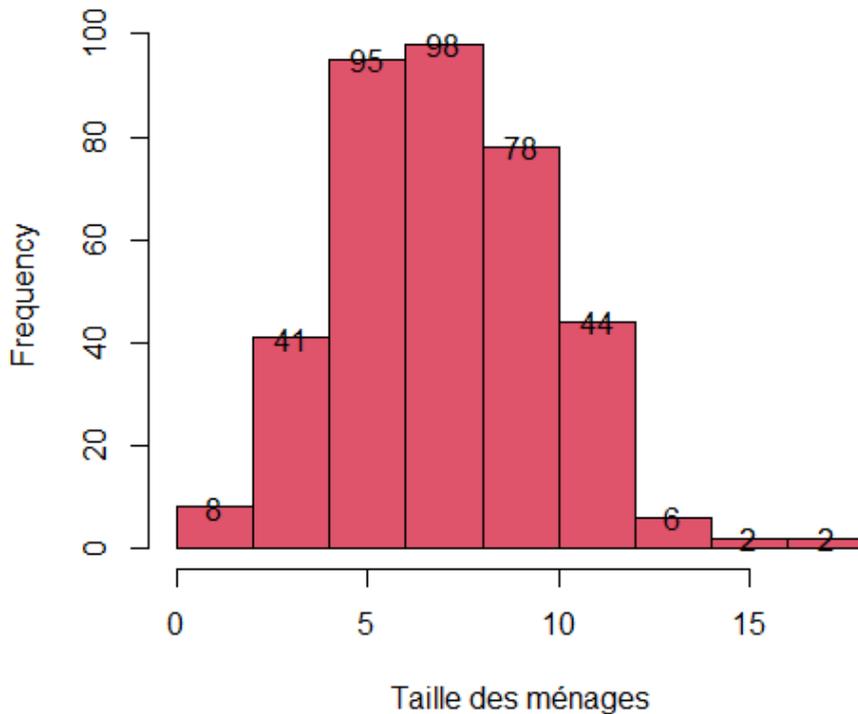


Figure 16 : Répartition des vendeurs selon leur taille des ménages

La figure 17 ci-dessous montre la répartition des 374 vendeurs auxquels il a été demandé de préciser la place de la vente du chou chinois dans la composition des revenus des ménages. Les résultats montrent que la majorité des vendeurs (87 %) considèrent la vente de chou chinois comme activité secondaire et que seuls 13 % la considèrent comme activité principale.

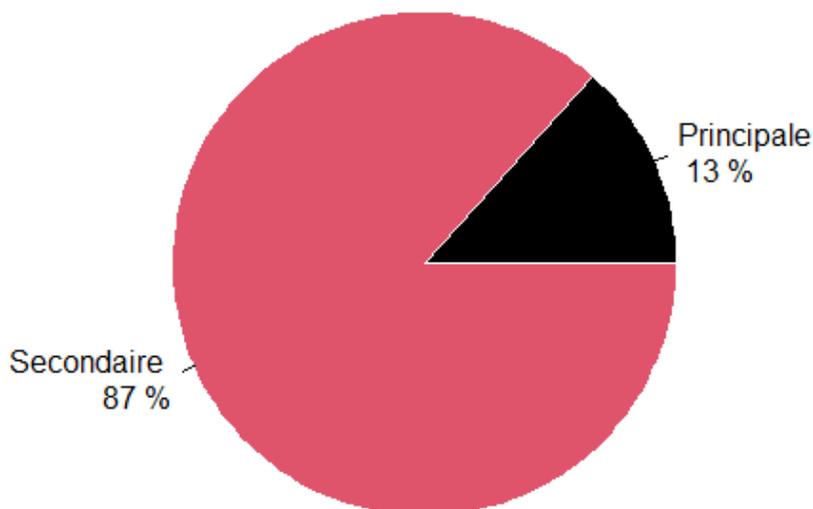


Figure 17 : Considération de la vente du chou chinois dans les ménages

✓ Performance économique de la commercialisation de chou chinois

La figure 18 ci-dessous montre la répartition des 374 vendeurs auxquels il a été demandé de préciser leur principal lieu d'approvisionnement en chou chinois. Les résultats montrent que la quasi-totalité des vendeurs (97%) ont déclaré s'approvisionner dans les sites urbains de production, seuls 3% s'approvisionnaient dans les sites périurbains.

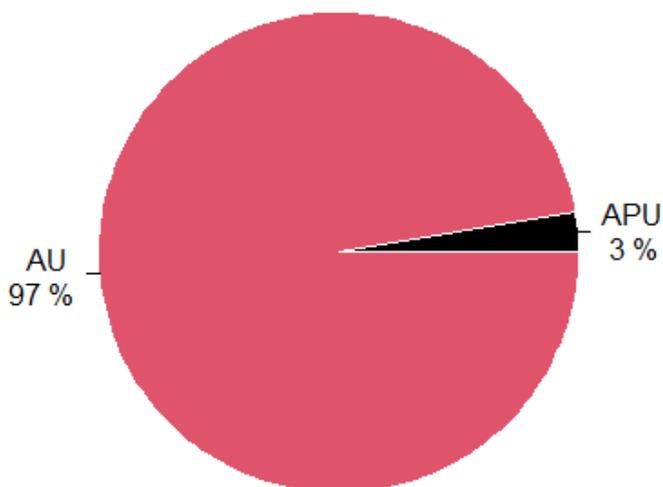


Figure 18 : Répartition des vendeurs selon les lieux d'approvisionnements

La figure 19 ci-dessous montre la répartition des 374 vendeurs invités à préciser leur principal moyen de transport utilisé pour s'approvisionner en chou chinois. Les résultats montrent que la plupart des vendeurs (67%) ont indiqué qu'ils se rendaient à pied dans les sites maraîchers pour s'approvisionner, 19% ont déclaré avoir utilisé le transport par moto, 12 % par vélo et seulement 2% par bus de transport en commun.

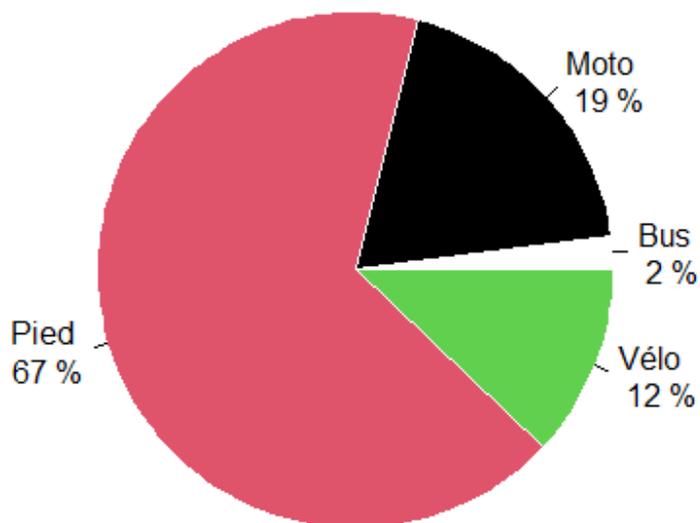


Figure 19 : Répartition des vendeurs selon les moyens de transport utilisés

Tableau 10 : Capital investi dans la vente du chou chinois

Catégories	N	Quantité (kg)	Prix d'achat (CDF)	Capital investit (CDF)	TTJ (Heure)
Ambulants	90	17,9(7,47) ^c	8476(3807) ^c	8543(3928) ^c	30 ^b
Marchés	198	53,7(38,1) ^a	21542(15757) ^a	23794(17092) ^a	4,9(1) ^a
Nocturnes	86	31,1(16) ^b	15529(8146) ^b	16385(9073) ^b	3,2(1) ^b
P-value		0,000***	0,000***	0,000***	0,000***
Moyenne		39,9(32,8)	1701(1336)	18420(14716)	4,1(1,3)

Légende : Nombre des vendeurs enquêtés = 374 ; écart-type entre parenthèses ; Les moyennes avec des lettres similaires ne sont pas significatives et les moyennes avec différentes lettres sont significatives ; *** = Indique un test très hautement significatif à 5% ; CDF : franc congolais ; TTJ= Temps de travail par jour.

Les résultats du tableau 10 montrent que les vendeurs ont acheté 39,9 kg de chou chinois au prix de 17015 CDF (9,1 euros). Le capital total investi s'élève à 18 420 CDF (9,8 euros) par fréquence d'approvisionnement lorsque l'on additionne les coûts, tels que le transport et les taxes sur les marchés. En moyenne, les vendeurs ont passé 4,1(1,3) heures de travail par jour. Le test de Tukey révèle que les vendeurs du marché achetaient des quantités plus importantes que les vendeurs nocturnes et les vendeurs ambulants.

Tableau 11 : Revenu journalier de la vente du chou chinois

Catégories	N	Prix unitaire (CDF)	Revenu total (CDF)	Profit (CDF)	RJ (CDF)	TTT (h)
Ambulants	90	945,5(203,4) ^b	16600(8514) ^c	8145(5212) ^c	8145(5212) ^b	3(0,4) ^b
Marchés	198	910,1(199,4) ^b	48356(34362) ^a	24562(18570) ^a	14406(8278) ^a	8(3,7) ^a
Nocturnes	86	1075,1(312,8) ^a	33663(20488) ^b	17278(12848) ^b	16255(11813) ^a	3,4(1,6) ^b
P-value		0,000***	0,000***	0,000***	0,000***	0,000***
Moyenne		956,7(240)	37357(30117)	18937(16485)	13324(9141)	5,8(3,7)

Légende : Nombre des vendeurs enquêtés = 374 ; écart-type entre parenthèses ; Les moyennes avec des lettres similaires ne sont pas significatives et les moyennes avec différentes lettres sont significatives ; *** = Indique un test très hautement significatif à 5% ; CDF : franc congolais ; RJ= Revenu journalier ; TTT= Temps total du travail ; h= heures.

Les résultats du tableau 11 montrent qu'un kilo de chou chinois a été vendu à 956,7 CDF, soit (0,5 euro). Le test de Tukey révèle que les vendeurs de nuit ont vendu plus cher que les autres points de vente. Ce prix élevé peut s'expliquer par les prix discriminatoires pratiqués par de nombreux vendeurs de nuit. Les vendeurs avaient un revenu moyen de 37357 CDF (19,9 euros) et un bénéfice moyen de 18937 CDF (10,1 euros). Le test de Tukey révèle que les vendeurs du marché ont gagné plus d'argent. Cela s'explique par le fait que les vendeurs du marché ont acheté de plus grandes quantités que ceux des autres points de vente. Une journée de vente de choux chinois a rapporté aux vendeurs un revenu journalier de 13324 CDF (7,1 euro).

✓ **Caractéristiques des vendeurs en relation avec le revenu journalier****Tableau 12 :** Revenu journalier en fonction des caractéristiques des vendeurs

	Caractéristiques sociodémographiques		P-value
Revenu journalier en CDF	Genre		
	Féminin (93%)	Masculin (7%)	
	13514,4 (9309)	10778,9 (6040)	0,0401*
	Age		
	Jeunes (79%)	Âgés (21%)	0,0753
	12815,5 (8451)	15286,4 (11269)	
	Éducation		
	Instruit (89%)	Non instruit (11%)	0,3347
	13469,8 (9260)	12141,5 (8112)	
	Situation matrimoniale		
	Marié (75%)	Non marié (25%)	0,0050**
14045 (9387)	11177 (8035)		
Statut de l'agriculteur dans le ménage			
Chef de ménage (27%)	Simple membre (73%)	0,1667	
12287,1 (8580)	13707,9 (9325)		
Expérience de l'agriculteur			
Courte (80%)	Longue (20%)	0,0036**	
12575,2 (8761)	16360,8 (10045)		
Origine de l'agriculteur			
Autochtone (56%)	Non autochtone (44%)	0,7379	
13112,3	13442,5		

Légende : Nombre d'observations de l'enquête approfondie = 374 ; pourcentages et écart types entre parenthèses ; * = Indique le test significatif à 5%, ** = indique un test très significatif à 5%,

Le tableau 12 ci-dessus présente les caractéristiques des vendeurs en fonction du revenu journalier qu'ils tirent dans la commercialisation du chou chinois. Les résultats montrent que les caractéristiques telles que le genre, l'état civil et l'expérience sont statistiquement significatives du revenu journalier.

2.5. Discussion

2.5.1. Performance économique des exploitations du chou chinois

Les semences, les engrais (Urée, NPK et fientes de poulet) ainsi que les produits phytosanitaires (dichlorvos et cyhalotrine lambda, qui sont des insecticides) constituent les intrants utilisés par les agriculteurs pour produire du chou chinois. Ces intrants sont considérés comme des consommations intermédiaires parce qu'ils peuvent augmenter ou diminuer en fonction des besoins des exploitations agricoles.

Les agriculteurs de Lubumbashi s'approvisionnent en semences aux marchés à proximité de leurs sites de production, ou auprès de vendeurs ambulants qui leur proposent des crédits. Une étude indique que les crédits d'intrants consentis par les agriculteurs se caractérisent par des taux d'intérêt très élevés, ce qui augmente les coûts de production, et qu'ils sont accordés en fonction du degré de relation entre les vendeurs et les agriculteurs (Ntumba et al., 2015). En outre, les agriculteurs de Lubumbashi utilisent des semences améliorées provenant de pays d'Afrique australe (Kenya, Zambie et Afrique du Sud) (Kesonga, 2017).

En ce qui concerne l'utilisation d'engrais, nos résultats ont révélé que les agriculteurs de Lubumbashi consacrent jusqu'à 74,6% de leurs capitaux à l'achat de fertilisants. Une étude précise que bien que les agriculteurs de Lubumbashi exploitent les sols hydromorphes du fonds de vallée, leur mise en culture entraîne une réduction accélérée de leur teneur en matière organique ; ce qui conduit à la baisse de leur fertilité tant chimique que biologique, justifiant ainsi l'utilisation intensive des engrais (Kasongo et al., 2013). Par ailleurs, l'enquête et les observations menées en 2016 sur l'agriculture urbaine de Lubumbashi mettent en évidence les mauvaises pratiques de fertilisation par les agriculteurs, caractérisées par l'utilisation excessive d'engrais chimiques, lesquels ne font qu'accélérer la dégradation des sols et augmenter les coûts de production (Kesonga, 2017).

Des auteurs affirment que l'urbanisation et le changement d'affectation des sols entraînent la dégradation des habitats naturels et une perte de biodiversité, ce qui peut expliquer l'appauvrissement des sols en milieu urbain (Benitez & Sola, 2023; Lovell, 2010). Une étude précise que la pression foncière due à l'urbanisation amène les agriculteurs à avoir recours à des pratiques de fertilisation qui ne garantissent pas les rendements des cultures et la qualité sanitaire des récoltes (Assogba-Komlan et al., 2007). De plus, les sols hydromorphes de Lubumbashi, par leur position topographique, accumulent des déchets enrichis de métaux lourds provenant des usines installées dans et autour de la ville (Atibu et al., 2016 ; Mununga et al., 2023).

Ainsi, certains auteurs ont recommandé aux agriculteurs de Lubumbashi d'utiliser des amendements organiques pour limiter le transfert des métaux lourds du sol vers les cultures (Mpundu *et al.*, 2014). Les amendements organiques sont l'une des sources de nutriments et améliorent les propriétés physico-chimiques et donc la fertilité des sols, ce qui permet d'améliorer l'implantation des cultures dans les sols contaminés par des métaux lourds (Boudjabi & Chenchouni, 2023; Lwin *et al.*, 2018).

Malheureusement, une étude souligne que la production maraîchère à Lubumbashi est accompagnée de mauvaises pratiques, telles que la culture sur brûlis, utilisée par plusieurs agriculteurs comme stratégie rapide de défrichage. Or, cette pratique ne fait qu'appauvrir le sol en matière organique et l'exposer à l'érosion (Mushagalusa & Nkulu, 2020).

De plus, les élevages de poulets de chair, principales sources des agriculteurs en matière organique (fientes de poulets), et les sites maraîchers sont très éloignés ce qui entraîne des coûts de transport élevés et/ou oblige les agriculteurs à se promener en ville avec des sacs de fientes de poulets sur la tête. Une situation très mal acceptée par de nombreux agriculteurs, compte tenu du mépris des citadins vis-à-vis de l'agriculture urbaine (Peša, 2020). Confrontés à cette situation, les agriculteurs sont enclins à recourir aux engrais chimiques, bien que de manière excessive (Kesonga, 2017). D'où la nécessité de former les agriculteurs à des pratiques de gestion de la fertilité des sols telles que le compostage. Ce problème est illustré dans la ville de Kinshasa, où la valorisation de la matière organique est limitée par le manque de maîtrise des techniques de compostage par les agriculteurs, les coûts de transport élevés et le manque de développement des élevages de volailles (Minengu and Maleke, 2018).

Une étude révèle que les agriculteurs de Lubumbashi rencontrent des difficultés à identifier les ravageurs et à choisir les moyens de lutte adéquats. Pour protéger leurs cultures, ils appliquent une large gamme de produits phytopharmaceutiques, dont le dichlorvos et la lambda cyhalotrine, connue des agriculteurs sous le nom de "*Thiodan*" (Kesonga, 2017). À ce problème s'ajoute un autre, l'utilisation non raisonnée et sans équipements de protection des insecticides de synthèse. Cela expose les agriculteurs à d'énormes risques sanitaires et entraîne la destruction de l'entomofaune utile, comme les abeilles (Mushagalusa & Nkulu, 2020). En effet, les produits phytosanitaires peuvent causer de graves problèmes de santé, en particulier aux agriculteurs qui sont exposés à tous les stades de leur utilisation (Kesonga, 2017).

Nos résultats ont montré que les agriculteurs cultivaient de petites surfaces de 3,7(1,3) ares. Par cycle de production de 45 jours, ils produisaient 619,5 (209,8) kg

de chou chinois, ce qui dégagait un revenu brut de 282335 CDF (150,2 euros), permettant ainsi aux ménages agricoles de survivre. De même, les exploitations maraîchères ont généré un faible revenu journalier de 5 354 CDF (2,8 euros), dont les sept membres d'un ménage agricole ne peuvent approcher ou dépasser le seuil de pauvreté de 1,25 dollar américain fixé par le PNUD pour la consommation journalière par personne.

Nos résultats sont conformes à ceux de nombreux auteurs qui affirment que l'agriculture urbaine dans les pays en développement reste pratiquée sur de petites surfaces et joue un rôle essentiel dans la survie des ménages (Musosa et al., 2022; Town et al., 2023). Toutefois, les revenus générés par celle-ci ne permettent pas aux agriculteurs d'échapper à la pauvreté, et ce en raison des faibles performances des exploitations qui résultent de mauvaises pratiques agricoles (Orsini et al., 2013; Zezza & Tasciotti, 2010). Certains auteurs affirment que l'urbanisation non planifiée des villes des pays en développement ne permet pas aux agriculteurs urbains d'accroître les surfaces cultivées et même de garantir la sécurité foncière (Abu et al., 2022; Kanosvamaha & Tevera, 2023).

Nos résultats ont montré qu'à l'exception de l'expérience de l'agriculteur, bien que non significative, il n'y a pas de variable liée aux caractéristiques de l'agriculteur qui influence le revenu journalier. En revanche, le revenu journalier est plutôt impacté par la taille de l'exploitation et la production.

Nos résultats montrent la nécessité de renforcer le capital humain des périmètres maraîchers de Lubumbashi par des formations pouvant influencer les décisions des agriculteurs dans le choix des pratiques susceptibles d'améliorer la performance des systèmes de production. En effet, les auteurs affirment que les formations dispensées aux agriculteurs améliorent leur capacité et leur efficacité dans la réalisation de leurs activités agricoles, ce qui se traduira par une augmentation et une amélioration de la production, de la productivité, des revenus et du bien-être (George et al., 2022; Twase et al., 2022).

Par ailleurs, les mêmes résultats indiquent que l'agriculture urbaine de Lubumbashi est encore basée sur des systèmes de production extensifs. Cependant, la recherche sur l'agriculture urbaine préconise l'adoption par les agriculteurs de techniques innovantes susceptibles de renforcer l'agriculture au regard des impacts négatifs de l'urbanisation (Orsini et al., 2013; Zasada, 2011). Des études soulignent que l'adoption des innovations agricoles repose sur les caractéristiques sociodémographiques, économiques et institutionnelles des agriculteurs (Mponela et al., 2016; Ruzzante et al., 2021).

Ainsi, le rapport d'activité du projet HUP 2010-2020, projet ayant promu un paquet d'innovations dans les périmètres maraîchers de Lubumbashi, révèle que les agriculteurs de Lubumbashi sont réceptifs aux innovations et adoptent une série de bonnes pratiques agricoles qu'ils abandonnent au fil du temps au profit de leurs anciennes pratiques moins performantes (Mutshail, 2014). Notre analyse prouve la nécessité de mener une étude visant à identifier les facteurs susceptibles de motiver ou d'entraver l'adoption soutenue des innovations par les agriculteurs de Lubumbashi, et ce afin d'envisager le développement de Lubumbashi par le biais d'une agriculture locale durable.

2.5.2. Performance économique de la commercialisation de chou chinois

Nos résultats ont révélé trois catégories de vendeurs de chou chinois dans la ville de Lubumbashi : les vendeurs ambulants, les vendeurs sur les marchés officiels et les vendeurs nocturnes (Gockowski *et al.*, 2008; Wertheim-heck and Vellema, 2014). Ces trois types de vendeurs de légumes sont présents dans la plupart des villes des pays en développement (Kushitor *et al.*, 2019). A titre d'exemple, on peut citer le marché Tan Xuan à Ho Chi Minh Ville (Vietnam), spécialisé dans la vente nocturne de légumes (Cadilhon *et al.*, 2006). Nos résultats ont révélé que la quasi-totalité des vendeurs de chou chinois de Lubumbashi s'approvisionnent dans les sites urbains de production maraîchère. Ces résultats confirment le rôle joué par l'agriculture urbaine de Lubumbashi dans l'approvisionnement des citoyens en denrées alimentaires (Tshomba *et al.*, 2015). La structure des coûts de commercialisation du chou chinois à Lubumbashi est constituée du prix d'achat et d'autres coûts tels que les frais de transport et les taxes sur les marchés. Le vendeur achète 39,9 (32,8) kilogrammes de chou chinois par fréquence d'approvisionnement, ce qui génère un revenu total de 37357 CDF (19,9 euros).

Les auteurs font remarquer que la commercialisation des légumes dans les villes des pays africains est qualifiée d'informelle, bien qu'elle soit le moteur de l'ensemble du système alimentaire (Asante & Helbrecht, 2019; Goodfellow & Goodfellow, 2017). D'autres auteurs ajoutent que, malgré le rôle crucial joué par les marchés informels dans la distribution alimentaire à travers le monde, le secteur reste ignoré et marginalisé. Les vendeurs manquent souvent de capitaux pour investir et l'accès à l'électricité, à l'eau, aux réfrigérateurs et aux installations de stockage est limité sur les marchés. La détérioration des légumes est souvent associée au coût de la commercialisation ; ce qui peut expliquer les faibles quantités de légumes achetées par les vendeurs (Kushitor *et al.*, 2019). Nos résultats ont montré que les vendeurs ont obtenu un revenu journalier de 1 324 CDF (7,1 euros), soit 2,5 fois plus que les

agriculteurs. Ces résultats sont conformes à ceux de nombreux auteurs montrant que les intermédiaires à la commercialisation préfèrent acheter des légumes en plein champ, pour profiter du prix bas offert par les agriculteurs, et ce afin d'obtenir des revenus plus substantiels (Alam and Yoshino, 2022; Mutwiwa and Pompei, 2022).

2.6. Conclusion

Au moment où la qualité sanitaire des exploitations urbaines de Lubumbashi est remise en cause par la contamination de légumes aux métaux lourds, il paraît opportun d'analyser les performances économiques de ces exploitations ainsi que de la commercialisation des produits maraîchers. Ce chapitre a évalué les performances économiques des exploitations de chou chinois (la principale culture maraîchère) et de sa commercialisation dans les principaux points de vente de la ville.

Les résultats ont montré qu'au cours d'un cycle de production de 45 jours environs, les agriculteurs de Lubumbashi produisent 619,5 (209,8) kilogrammes de chou chinois en monoculture dans des petites surfaces de 3,7 (1,3) ares. La structure des dépenses liées à la production de chou chinois se répartit entre l'acquisition d'intrants agricoles tels que les semences, les engrais (urée, NPK et fiente de poulet) et les produits phytosanitaires (insecticides). 74,6% de ces dépenses sont consacrées aux engrais. D'où la nécessité de sensibiliser les agriculteurs aux techniques innovantes susceptibles de garantir la fertilité des sols tout en réduisant les coûts de production.

Les mêmes résultats ont indiqué que la production de chou chinois génère un produit brut de 282335 CDF (150,2 euros), ce qui permet à tous les membres d'un ménage agricole de sept personnes en moyenne de survivre. Toutefois, les faibles revenus journaliers de 5 354 CDF (2,8 euros) enregistrés par les agriculteurs restent inférieurs au seuil de pauvreté de 1,25 dollar américain à la consommation journalière par membre d'un ménage, tel que fixé par le PNUD.

En outre, excepté l'expérience de l'agriculteur, bien que non significative, aucune autre variable liée aux caractéristiques de l'agriculteur n'a influencé significativement le revenu journalier. Cependant, la taille de l'exploitation et la production ont une incidence plus importante sur le revenu journalier. Ces résultats ont révélé la nécessité de renforcer le capital humain par le biais de formations portant sur la production maraîchère et de promouvoir des techniques de production durables dans les périmètres maraîchers de Lubumbashi.

En ce qui concerne la commercialisation, nos résultats ont permis de mettre en évidence trois catégories de vendeurs de chou chinois dans la ville de Lubumbashi : les vendeurs ambulants, les vendeurs sur les marchés officiels et les vendeurs nocturnes. Par ailleurs, les vendeurs de chou chinois s'approvisionnent majoritairement à partir de sites urbains de production, en de faibles quantités de 39,9 (32,8) kilogrammes, proportionnellement à leur faible capital d'investissement de 18.420 CDF (9,8 euros). La commercialisation du chou chinois dégage un revenu total

moyen de 3 7357 CDF (19,9 euros), soit un revenu journalier moyen de 1 324 CDF (7,1 euros). Les caractéristiques des agriculteurs, telles que le genre, la situation matrimoniale et l'expérience, ont influencé le revenu journalier de manière significative sur le plan statistique.

Comparativement à la production, le revenu journalier généré par la commercialisation du chou chinois est 2,5 fois supérieur à celui de la production. D'où la nécessité de sensibiliser les agriculteurs en leur proposant des stratégies qui leur faciliteront l'accès aux marchés.

Nos résultats recommandent aux agriculteurs d'intégrer des techniques innovantes susceptibles de renforcer l'agriculture urbaine, confrontée aux impacts négatifs de l'urbanisation chaotique. D'où la nécessité de mener une étude visant à identifier les facteurs d'adoption pérenne des innovations agricoles par les agriculteurs, afin de stimuler les politiques et stratégies visant à promouvoir les innovations agricoles dans les périmètres maraîchers de Lubumbashi.

Les résultats de ce chapitre font apparaître les très faibles revenus journaliers qu'obtiennent les maraîchers de Lubumbashi, où un membre du ménage maraîcher vit avec 0,44 dollar américain par jour. Ainsi, toutes choses restant égales par ailleurs, un maraîcher devra cultiver une superficie minimale de 10,6 ares pour générer un revenu de 9,25 USD et permettre aux membres de son ménage d'atteindre le seuil de pauvreté. Au regard de la pression foncière imposée par l'urbanisation, nos résultats plaident pour un renforcement des systèmes de production des agriculteurs par des innovations agricoles. En ce sens, des initiatives visant à diffuser de nouvelles pratiques et techniques dans les périmètres maraîchers de Lubumbashi ont été prises. Néanmoins, certaines d'entre elles n'ont pas été adoptées de manière pérenne. On peut donc se demander ce qui détermine les taux d'adoption disparates, et essayer de comprendre ce qui pourrait favoriser l'adoption pérenne des innovations. Le chapitre 3 est consacré à ce sujet.

Chapitre 3

**Factors Influencing the Sustained Adoption of
Innovative Techniques by Urban Farmers in
Lubumbashi, Democratic
Republic of Congo**

3. Factors Influencing the Sustained Adoption of Innovative Techniques by Urban Farmers in Lubumbashi, Democratic Republic of Congo

Ce chapitre a fait l'objet d'une publication dans la revue *Agriculture* (MDPI, impact factor 3.6) en août 2022, intitulé « Factors Influencing the Sustained Adoption of Innovative Techniques by Urban Farmers in Lubumbashi, Democratic Republic of Congo ». <https://doi.org/10.3390/agriculture12081157>

3.1. Abstract

A package of innovations was disseminated in urban agriculture and created real opportunities for employment, income, and the supply of vegetables of high nutritional quality. However, ten years later, farmers are working for a daily income of less than United State Dollars 1.25, and critical exceedances of heavy metal content standards in crops are recorded. Survey data collected from 202 farmers were used to identify, via the Logit model, the factors influencing the sustained adoption of the of two contrasting innovations of the package. The results of the exploratory survey of 537 farmers showed that 2.42% owned a motor pump, while the in-depth survey revealed that 25.2% of the 202 respondents were using motor pumps at the time of the survey. A total of 74.8% watered with buckets and watering cans. The high cost of the motor pump makes it inaccessible to farmers. Some tried to circumvent this constraint, which led to group purchases. Integrated soil fertility management was used by 58.4% of respondents. In total, 41.6% applied only chemical fertilizers. However, Integrated soil fertility management has been hampered by farmers' difficulties in accessing organic matter. The results of the Logit model revealed that no socio-demographic factors were significant for sustained adoption of the motor pump. They were relevant, rather, for integrated soil fertility management, where a single factor (mutual aid) appeared to play a role, albeit a moderate one. Economic factors such as land tenure status and diversification of income sources were significant for a sustained adoption of the motor pump. In contrast, no economic factors were significant for a sustained adoption of the integrated soil fertility management. Institutional factors such as access to credit and membership in an association were significant for sustained adoption of the two of innovations studied. A series of avenues to follow to improve the productivity of farms is proposed. We suggest an in-depth study of the mutual aid practiced by 86.1% of the farmers. The results of this study can be taken into account in research and policy aimed at

improving adoption of innovative techniques that are beneficial to farmers in developing countries.

Keywords: urban agriculture; innovative techniques; sustained adoption; mutual aid; Lubumbashi; Democratic Republic of the Congo

3.2. Introduction

According to the latest World Economic Forum report, about 70% of the African population depends on agriculture for their livelihood. This makes agriculture a critical sector on the African continent. Nevertheless, agricultural productivity is low and food insecurity remains a challenge (Ayim et al., 2022). Many development initiatives focus on improving the production and productivity of smallholders (Schindler et al., 2015).

One of the factors explaining low agricultural productivity is the nonadoption by farmers of agricultural innovations developed by agronomic research (Tene et al., 2013). The improvement of agricultural productivity has always been related to the state of technology and the efficiency with which factors of production are used (Datt & Ravallion, 1998), hence the interest in analyzing the process of sustained adoption of agricultural innovations (Tene et al., 2013). Moreover, several studies emphasize that the sustained adoption of an agricultural innovation depends mainly on socio-demographic (Tata & McNamara, 2016), economic [6,7], and institutional characteristics of potential adopters [8,9]. In this paper, we propose to identify the factors that influence the sustained adoption of agricultural innovations by smallholder urban farmers in a developing country.

The widespread armed conflicts in the Democratic Republic of the Congo (DRC) and the development of mining activities have attracted many people to the copper-rich city of Lubumbashi in the hope of finding peace and work. Unfortunately, unemployment affects all social groups, regardless of their level of education (Hortense Kalenga Kalamo, Nassim Moula, Jean-Christophe Kashala, 2012). In addition, the serious economic crisis observed since the 1990s and following the bankruptcy of the main mining company, Gécamines, coinciding with a period of spectacular demographic explosion (Useni et al., 2018), increase in urban poverty (Tambwe et al., 2011), and food dependency (Tshomba et al., 2020), prompted Lubumbashi's estimated six million inhabitants to engage in informal income-generating activities for survival [10,12]. These activities mainly concern urban agriculture, which mostly draw on the production and seasonal marketing of short-cycle vegetable crops. The vegetable farmers of Lubumbashi make use of the hydromorphic soils (considered rich) available in the lowlands of the valleys [14,15], stream water [14,16], borehole water, and climate (Mutshail, 2014).

In order to develop urban agriculture while offering real opportunities for employment, income, and daily supply of fresh products of high nutritional quality to

city dwellers, the Urban and Peri urban Horticulture (HUP) project (HUP-FAO: GCP/DRC/028/BEL), funded by the Kingdom of Belgium and executed by FAO through the National Service for Urban and Peri urban Horticulture (SENAHUP), was implemented in the area from 2000 to 2010. This had five specific immediate objectives: securing access to resources (land, quality water); securing sustained and high-quality horticultural production; securing the institutional context and appropriation of the project by the actors in the sector; securing outlets, including the promotion of consumption, as well as securing dissemination and access to training.

Thanks to the project's activities, a package of innovations containing integrated production and protection techniques (IPP) was promoted to 7981 urban and peri urban farmers, of whom women represented more than 69.2% [15,17]. This package essentially included: exotic crops (Chinese cabbage, cabbage, etc.); the use of motor pumps for irrigation; integrated soil fertility management (ISFM) based on the valorization of organic matter and the reasoned use of chemical fertilizers composting, ploughing in beds, crop association, and rotation; disease-resistant varieties, utilization of plant extracts with insecticidal effects; and the rational use of agrochemicals (Mutshail, 2010).

The project activities reports indicated that vegetable farmers of Lubumbashi are receptive to innovations and have adopted a series of good farming practices while reducing the use of chemical fertilizers and crop protection products [15,17]. While farming was formerly based on local crops such as *Brassica carinata* L., (locally called Kilanga) and *Amaranthus* spp., (Lenga-Lenga), the adoption of new crops by farmers in Lubumbashi has been spectacular. Moreover, 29% of the farmers supervised have bought motor pumps to irrigate their crops themselves (Mutshail, 2010). The same report underlines that the IPP concept has been visibly and effectively implemented on ground. The HUP project has therefore notably contributed to supplying urban dwellers with vegetables of good nutritional quality and to reducing urban unemployment (Mutshail, 2014).

However, ten years later, studies report poor economic performance of farms in Lubumbashi, critical exceedance of heavy metal content standards in crops (Mpundu et al., 2014), and the worsening of poverty of farmers [12,19]. In addition, more than 60% of food products, including fruit and vegetables, consumed in Lubumbashi are imported (Tshomba et al., 2020). Moreover, farmers are once again faced with the constraints of land insecurity (Kesonga, 2017), soil degradation, soil pollution by heavy metals (Atibu et al., 2016), and attacks by pests such as *Agrotis ipsilon* L. larvae (cutworms locally called "Bilulu") [18,20]. Although the adoption of some of the

innovations promoted by the HUP project, such as the culture of Chinese cabbage (*Brassica chinensis* L.), improved seeds, and growing beds, are massive and long-lasting [17,21], the maintenance by farmers of certain other innovations in the same package seems to be more contrasted.

Given the above, the objective of this study was to use an econometric approach to identify the socio-demographic, economic, and institutional factors that influence the sustained adoption of innovations by small-scale vegetable farmers in Lubumbashi.

To this end, two innovations from the HUP project package were selected for this study: the use of a motor pump and the implementation of ISMF practices. These two innovations fall, respectively, into the categories of mechanization, and agricultural infrastructure and natural resource management (Ruzzante et al., 2021). The following criteria motivate the choice of these two contrasting innovations: (i) they have different implications because the motor pump requires a significant investment and ISFM requires changes in practices; (ii) compared to the other innovations in the package for which the adoption remains massive, and to the others that have not been adopted, the two innovations selected allow for a contrasting explanation of the factors of sustained adoption; and (iii) these two innovations have not been previously studied in urban agriculture in Lubumbashi.

Understanding the reasons for the contrasting adoption is important in the search for alternatives to improve the economics and sanitation of vegetable farms in Lubumbashi. Furthermore, the identification of the factors of contrasting adoption will orient policies in order to promote innovations in urban agriculture of developing countries.

Through the choice of these two types of contrasting innovations, it is reasonable to hypothesize that the factors that could motivate or hinder their sustained adoption will not be the same.

3.3. Materials and Methods

3.3.1. State of the Art on the Adoption of Agricultural Innovations

The adoption of an innovation refers to the decision of an adopter, the small-scale farmer in Lubumbashi, to make sustained use of the motor pump and ISFM promoted in the HUP project package (2000–2010) in Lubumbashi.

Adoption theory combines components of decision and diffusion theory to explain the decisions that motivate or hinder farmers to adopt an agricultural innovation. To achieve the objective of this study, we have identified three theoretical approaches to the adoption of an agricultural innovation in the literature, namely, the innovation–diffusion approach, the economic constraints approach, and the user context approach (Alavion, Allahyari, Al-Rimawi, et al., 2017; Ruzzante et al., 2021).

The innovation–diffusion approach assumes that information is an important parameter because it controls the spread of an innovation in the society. This approach focuses on the intrinsic characteristics of the innovation and their impact on its diffusion. It is based on the assumption that society is composed of a range of adopter categories, from early adopters to late adopters (Diederer, Van Meijl, et al., 2003). This assumption allowed us to place all the farmers selected by the study in the same context about their level of knowledge relating to the innovations disseminated by the HUP project (2000–2010). Indeed, extension agents testified that they continued to disseminate HUP project innovations to new farmers after the project ended, which was also confirmed by the new farmers interviewed. It can thus be assumed that all selected farmers have confronted the information on the HUP package to such a sufficient extent that this parameter no longer needs to be of importance in explaining adoption.

The economic constraints approach focuses on the resources available to the farmer (Negatu & Parikh, 1999). This approach suggests that economic characteristics, at the individual level, impact farmers' decision to adopt an agricultural innovation. Based on a literature review, this approach helped to identify the economic characteristics of farmers that may motivate and/or hinder decisions to adopt innovations in a sustained way (Owusu et al., 2013; Ruzzante et al., 2021).

The user context approach is based on the hypothesis that a farmer's decision to adopt an innovation is influenced by his socio-demographic profile and the institutional framework that characterizes his working environment (Donkor et al.,

2018; Mairura et al., 2021). This approach has allowed us to identify the socio-demographic and institutional characteristics that may motivate and/or hinder farmers' decisions about the sustained adoption of innovations.

In line with several empirical studies that have developed econometric models while combining variables used by the different approaches to explain the decision of the sustained adoption of an innovation by a farmer, (Ruzzante et al., 2021; B. Zhang et al., 2019), the present study makes use of a combination of variables derived from the economic constraints approach and the user context approach to model the decision of sustained adoption by farmers in Lubumbashi.

The selected socio-demographic variables are gender, age, level of education, marital status, farmer experience, mutual aid, and perception of innovation. Those derived from economic characteristics include land tenure status, farm size, daily income, and income sources diversification, while those derived from institutional characteristics include farmer membership of an association, contact with the extension service, access to training, access to a subsidy, and access to credit.

As shown in Table 1, the selected variables were subsequently considered as research hypotheses. These hypotheses were expressed in expected signs of influence and were formulated based on the results of the meta-analysis conducted by (Ruzzante et al., 2021) on 367 published regression models of the two types of innovations and also take into account the results of 13 similar studies in other contexts (Gebrehaweria et al., 2014). The literature highlights that gender and age of the farmer are likely to negatively influence the adoption of the motor pump. In contrast, farm size and subsidies are likely to negatively influence ISFM adoption. For both innovation categories, a positive sign is expected for all other predictors. The unreferenced predictors were not found in the dedicated literature that was consulted. The hypotheses for these unreferenced predictors were formulated based on the results of our exploratory survey in the same study are.

Tableau 13 : Predictors used in binary logistic regression (Logit model): Socio-demographic predictors of sustained adoption

Predictors	Description of the Explanatory of the Equation	AMI (Motor Pump)	Expected Signs		
			References	NRM (ISFM)	References
Gender	1 = Female; 0 = Male	-	(Mohammed & Shallo, 2020; Zongo, Diarra, Barbier, Zorom, 2015)	+	(Kwadzo & Quayson, 2021)
Age	1 = older: >45 years; 0 = young: ≤45 years	-	(Gebrehaweria et al., 2014; Ruzzante et al., 2021)	+	(Ruzzante et al., 2021)
Study	1 = educated; 0 = not educated	+	(Gebrehaweria et al., 2014; Mohammed & Shallo, 2020)	+	(Quaye et al., 2021; Ruzzante et al., 2021)
Marital status	1 = Married, 0 = Unmarried	+	-	+	(Mponela et al., 2016)
Experience	1 = Long ≥ 10 years; 0 = short < 10 years	+	(Chuchird et al., 2017; Ruzzante et al., 2021)	+	(Ruzzante et al., 2021)
Mutual aid	1 = Yes; 0 = No	+	-	+	-
Perception	1 = Good; 0 = Bad	+	(B. Zhang et al., 2019)	+	(Aura, 2016; Mutua-Mutuku et al., 2017)

Legend: categories of innovations that fall under agricultural mechanization and infrastructure (AMI), categories of innovations that fall under natural resource management (NRM), integrated soil fertility management (ISFM).

Tableau 14 : Predictors used in binary logistic regression (Logit model): Economic predictors of sustained adoption

Predictors	Description of the Explanatory of the Equation	AMI (Motor Pump)	Expected Signs		References
			References	NRM (ISFM)	
Land status	1 = Landowners; 0 = Tenant farmer	+	(Gebrehaweria et al., 2014)	+	(Kwadzo & Quayson, 2021; Ruzzante et al., 2021)
Farm size	(1 = Large: > 4 acres; 0 = Small ≤ 4 Ares)	+	(Gebrehaweria et al., 2014; Ruzzante et al., 2021)	-	(Ruzzante et al., 2021)
Daily income	1 = High: ≥USD 1.25; 0 = Low: <USD 1.25	+	(Gebrehaweria et al., 2014; Mohammed & Shallo, 2020)	+	(Mponela et al., 2016)
Diversification of income sources	1 = Yes; 0 = No	+	(Ruzzante et al., 2021)	+	(Aura, 2016; Mugwe et al., 2009)

Legend: categories of innovations that fall under agricultural mechanization and infrastructure (AMI), categories of innovations that fall under natural resource management (NRM), integrated soil fertility management (ISFM).

Tableau 15 : Predictors used in binary logistic regression (Logit model): Institutional predictors of sustained adoption

Predictors	Description of the Explanatory of the Equation	AMI (Motor Pump)	Expected Signs		References
			References	NRM (ISFM)	
Membership of an association	1 = Yes; 0 = No	+	(Gebrehaweria et al., 2014; Ruzzante et al., 2021)	+	(Mutua-Mutuku et al., 2017)
Contact with the extension service	1 = Yes; 0 = No	+	(B. Zhang et al., 2019)	+	(Mutua-Mutuku et al., 2017; Ruzzante et al., 2021)
Have been trained in market gardening	1 = Yes; 0 = No	+	(B. Zhang et al., 2019)	+	(Guteta & Abegaz, 2016; KOUMA et al., 2018)
Access to agricultural subsidy or donation	1 = Yes; 0 = No	+	(B. Zhang et al., 2019)	-	(Guteta & Abegaz, 2016; KOUMA et al., 2018)
Access to credit	1 = Yes; 0 = No	+	(Ruzzante et al., 2021)	+	(Kwadzo & Quayson, 2021; Ruzzante et al., 2021)

Legend: categories of innovations that fall under agricultural mechanization and infrastructure (AMI), categories of innovations that fall under natural resource management (NRM), integrated soil fertility management (ISFM).

3.3.2. Presentation of the Study Area

Lubumbashi (11°27'47" S and 27°19'–27°40' E) is the capital city of the Haut-Katanga province and the second most-populated city of the DRC (Useni et al., 2021). It is located less than 20 km away from the border with Zambia. This city has a CW climate type according to Köppen's classification. It is characterized by a rainy season (November to March), a dry season (May to September), and two transition months (April and October) (Useni et al., 2022). With an average annual temperature of 20 °C (minimum of 8 °C and maximum of 32 °C), annual rainfall amounts to 1270 mm with extremes of 717 and 1770 mm (Useni et al., 2018).

The rainfall deficits observed since 1980 pose enormous difficulties in terms of water supply, especially in the dry season. These climate variations disrupt the agricultural calendar, and water is becoming a major handicap for urban vegetable farming, which is practiced out of necessity during the dry season (Ntumba et al., 2015). Nevertheless, farmers take advantage of the physical potential (streams, shallows) of the area to water their crops (Mutshail, 2014). Lubumbashi's soils are acidic and belong to the ferralsol group, which are deemed poor (Kasongo et al., 2013). However, there are also hydromorphic soils in the valley bottoms (Atibu et al., 2016). These naturally rich soils, on which urban agriculture is mainly practiced, need to be drained in the rainy season and watered in the dry season. Due to the lack of means and appropriate drainage techniques, urban agriculture is hardly practiced in the rainy season.

Furthermore, although vegetable farming in Lubumbashi is practiced on hydromorphic soils, the cultivation of these soils leads to an accelerated reduction in their organic matter content and to the collapse of their chemical, biological, and physical fertility (Kasongo et al., 2013). Due to their topographical position, these soils accumulate waste enriched with heavy metals from the mineral processing plants installed around and in the city of Lubumbashi (Atibu et al., 2016; Mpundu et al., 2014).

Currently, urban agriculture in Lubumbashi is based on the production of Chinese cabbage under "monoculture" systems. Moreover, ten years after its promotion in the HUP project package, the adoption of Chinese cabbage by the farmers of Lubumbashi remains obvious. Chinese cabbage (*Brassica chinensis* L.) is a species of the Brassicaceae family cultivated for its leaves. It is the most widely consumed vegetable in Lubumbashi, especially during the dry season, and the Chihili variety is the most widely grown (Nyembo et al., 2014). Despite the presence of the National Seed

Service (SENASA) in Lubumbashi, almost all the improved Chinese cabbage seeds used by farmers come from southern African countries.

Farmers justify the choice of Chinese cabbage for the following reasons: (i) its adaptation to the soil and weather conditions of Lubumbashi, (ii) its short production cycle (45 days on average), which allows the farmers to maximize income in terms of production frequency in the face of land constraints that characterize urban agriculture in Lubumbashi, whatever the production site, and (iii) its resistance to pest attacks. The main components of the technical itinerary for Chinese cabbage include nursery work, soil preparation based mainly on the establishment of beds, sowing/transplanting of seedlings, application of phytosanitary products, application of fertilizers, and the sale of standing vegetables. Chinese cabbage is generally grown at a density of 20 cm × 20 cm (Kesonga, 2017). For instance, figure 1 shows Chinese cabbage plots in a vegetable farm of Lubumbashi.



Figure 20 : Chinese cabbage plots in a vegetable farm of Lubumbashi

3.3.4. Selection of Vegetable Farming Sites and Farmers

Using the archives of the provincial Ministry of Agriculture and Rural Development, National Service of Urban and Periurban Horticulture (SENAHUP), and the HUP project, scientific articles, and field visits with the technical support of a partner NGO (namely the Diocesan Development Office and the Women's Development Network), it was possible to locate 25 vegetable production sites in the city of Lubumbashi (Figure 2). The following criteria were used to select the sites for the surveys. The

3.3.5. Data Collection

The methodology adopted for data collection was based on: (i) Information accessed through a review of HUP project reports and existing statistics. (ii) An exploratory survey of 537 farmers in the 13 sites selected among the 40 located in the urban (25 sites) and periurban (15 sites) areas of Lubumbashi. The exploratory survey covered the period from April to August 2019. This survey made it possible to identify the equipment and tools owned by the farmers and to establish the price of Chinese cabbage. (iii) An in-depth survey focused on the adoption of innovations, which consisted of the administration of structured questionnaires to 202 farmers in the 7 sites (Table 2) selected from the 25 located in the urban areas of Lubumbashi (Figure 1). The in-depth survey covered the period from April to August 2020. This is the period during which vegetable farming activities are most intense in Lubumbashi. (iv)

Finally, additional observations that were carried out in farms in order to cross-check the information provided by the respondents during the surveys with practices related to the use of the motor pump and ISFM.

Tableau 16 : Distribution of producers according to the sites selected for the study

Names of Selected Sites	Geographical Co-ordinates	Number of Respondents
Daipen	"11°42'978" S"; "27°25'795" E	28
Kashamata	"11°44'612" S"; 27°26'188" E	20
Katuba area	"11°42'729" S"; 27°27'988" E	42
Kilobelobe	"11°36'560" S"; 27°28'422" E	23
Luano	"11°36'222" S"; 27°31'444" E	27
Navuindu	"11°37'906" S"; 27°31'208" E	40
Tingi-Tingi	"11°36'560" S"; 27°28'423" E	22
Total		202

3.3.6. Data Processing and Analysis

The data collected were entered and recorded in an Excel file and analyzed using the IBM SPSS Statistics 21.0. Binary logistic regression (Logit model) was used to identify socio-demographic, economic, and institutional factors influencing the sustained adoption of the motor pump and ISFM by the respondents. The adoption of innovations was modeled as the choice of a farmer between two alternatives: having adopted (1) or not having adopted (0). The model is presented as follows:

$$Y = f(x, e)$$

where Y is the dependent variable (having used the motor pump or the ISFM); x is the matrix of variables that can explain the variation in Y ; and e is the logistic error of the distribution. The estimation of the Logit model is based on the maximum likelihood method. P_i is the probability associated with the survey unit.

$$P_i = f(I_i) = \frac{1}{1 + e^{-I_i}}$$

$$I = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \beta_3 X_{i3} + \beta_4 X_{i4} + \dots + \beta_n X_{in}$$

I_i is a vector representing the characteristics of the survey unit and its choice decision; the β_i represent the coefficients of the explanatory variables; and the X_{in} represent the explanatory variables (Mushagalusa & Nkulu, 2020). The choice of the Logit model was motivated by the fact that it is a close approximation to the cumulative normal function on the one hand, and on the other hand, because it is mathematically simple and leads to a meaningful interpretation. This model has been used in several other studies that have identified factors influencing the adoption of innovative techniques by farmers in developing countries (Gebrehaweria et al., 2014; Tene et al., 2013). This study considered $\alpha < 0.05$ as the threshold level of statistical significance.

3.4. Results

3.4.1. Characteristics of the Respondents and Their Farms

The results below provide an overview of our sample and thus of the current situation of urban agriculture in Lubumbashi. Given the survey design and random recruitment of respondents, it can be objectively assumed that the characteristics distribution among respondents is representative of the whole population.

The results in Table 3 indicate that there is a slight disparity in the distribution of respondents by gender. These results show that women (53.5%) were slightly more numerous than men (46.5%). Compared to the conclusion of the HUP project report ten years ago, which estimated the participation of women in market gardening in Lubumbashi at 69.2%, our results show that this participation of women has decreased (Mutshail, 2010). The same observation was also made during a 2017 survey conducted in the same study area. The results of the latter highlighted the changing nature of urban agriculture actors in Lubumbashi and pointed out that men, once rare in vegetable production, are increasingly interested in the activity (Kesonga, 2017). These same observations were confirmed by the results of our exploratory survey conducted between April and August 2019. Our discussions with farmers and our observations in the field have revealed that women, who used to be the vast majority in market garden production, are increasingly handing over the management of their farms to unemployed men, who are generally their husbands, while women are more concentrated in petty trading activities that bring additional income to the household.

Tableau 17 : Farmers' socio-demographic characteristics

Variables	Modalities	Percentage (%)
Gender	Female	53.5
	Male	46.5
Age	Oldest: >45 years old	43.6
	Young: ≤45 years	56.4
Study	Educated	95.5
	Not educated	4.5
Marital status	Married	75.2
	Unmarried	24.8
Experience of the farmer	Long: >10 years	7.9
	Short: ≤10 years	92.1
Mutual aid	Yes	86.1
	No	13.9
Farmers' perception of innovation	Good	64.4
	Bad	35.6

Regarding the age of the farmers in the Table 17, the farmers surveyed were aged between 17 and 72 years, and the average age was 44.3 ± 13.1 years. The majority (56.4%) of the respondents were in the “45 years or less” age category. The results show that almost all the farmers surveyed (95.5%) were educated, and the majority (75.2%) were married.

Almost all the respondents (92.1%) had less than 10 years of experience in market gardening. This indicates that only a small proportion of farmers were able to benefit from the dissemination of innovations provided by the HUP project during project implementation. To ensure production, less-experienced farmers received information on HUP project innovations from extension services and from more-experienced farmers who had participated in project activities.

In agriculture, mutual aid is seen as a form of informal co-operation and mutual sharing of resources and know-how. Other benefits of mutual aid include access to a more experienced workforce, risk reduction, and the sharing of ideas among farmers (Muriqi et al., 2019). Our results showed that 86.1% of farmers surveyed confirmed that they had practiced mutual aid. Finally, 64.4% of respondents said they had a good perception of innovations.

Tableau 18 : Farmers' economic characteristics

Variables	Modalities	Percentage (%)
Land status	Landowners	44.8
	Tenant farmer	55.2
Size of the farm	Large: >4 acres	30.7
	Small: ≤4 acres	69.3
Daily income	High ≥ USD 1.25	34.7
	Low < USD 1.25	65.3
Diversification of income sources	Yes	8.9
	No	91.1

Land is a key factor in agricultural production, and the mode of access to it can influence the emergence of the activity and even agricultural practices in terms of farm sustainability (Kesonga, 2017). Considering the above results, more than half, i.e., 55.2%, of the farmers surveyed stated that they rented their land through usufruct from communal, religious, and traditional authorities. The remaining farmers owned their land by inheritance or purchase. Despite the creation (as part of the HUP project) of a Municipal Consultation Committee on Land Matters, access to land for market gardening remains a challenge. Indeed, the majority (69.3%) of the farmers surveyed cultivate small areas of less than 0.04 ha. For an average production cycle of 45 days, 65.3% of the farmers obtain a daily income of less than USD 1.25. Finally, almost all of the farmers surveyed (91.1%) claimed they had no other source of income. This shows the role that urban agriculture plays in the survival of poor households in Lubumbashi.

A farmer's membership in an association provides information on the relationship he or she can develop with other farmers in his or her environment and facilitates the farmer's access to new agricultural technologies. It may have a role in explaining why an innovation is adopted or not. The above results in Table 5 show that the majority (65.4%) of the farmers surveyed are not members of any farmers association. In our discussions with the farmers we surveyed, some of them accused association leaders of being selfish, particularly about the equitable sharing of donations obtained on behalf of the associations. This could lead to conflicts that resulted in the dysfunction or even the disappearance of the associations.

Tableau 19 : Farmers' institutional characteristics

Variables	Modalities	Percentage (%)
Membership of a market garden association	Yes	36.6
	No	63.4
Contact with the extension service	Yes	50.1
	No	49.9
Access to training	Yes	66.3
	No	33.7
Access to agricultural subsidies	Yes	50.1
	No	49.9
Access to agricultural credit	Yes	22.8
	No	77.2

Half of the farmers surveyed stated that they were in contact with the extension service. The extension service is a specialized service of the Ministry of Agriculture in the DRC in charge of coordinated extension and farmers' training activities throughout the country using harmonized extension approaches and/or languages and providing technical and material support for extension activities. Then, 66.3% said they have benefited from training on the practices promoted by the HUP project. Half of the farmers interviewed said they had received an agricultural subsidy. However, state subsidies are almost nonexistent in Lubumbashi. Therefore, subsidies must be understood as all forms of donations of inputs, tools, and training that farmers receive from international or local organizations through development projects, nongovernmental organizations, and any person of good will. Access to credit is often identified as a motivating factor for farmers to adopt innovations (Kwadzo & Quayson, 2021; Ruzzante et al., 2021). Only 22.8% of the respondents reported they have access to credit. Most farmers thus face funding challenges. The official banking systems do not grant loans to farmers.

These banking systems describe vegetable farming as an informal activity with low repayment capacity. Farmers in Lubumbashi perceive credit as any form of unofficial loan that can be used to fund vegetable growing activities. These loans include, among others, the tontine (locally called Kinkurimba) and loans from informal moneylenders with prohibitive interest rates.

Tableau 20 : Farm size and permanent workforce

Selected Sites	Number	Size of Farms in Are	Family Workforce	Working Time per Day (Hours)	Total Working Time (Hours) Per Production Cycle
Daipen	28	5.19 (2.45)	2.11 (0.92) (ab)	5.5 (0.6)	247.5 (29.8)
Kashamata	20	5.59 (2.41)	2.25 (1.02) (ab)	5.7 (0.6)	257.6 (27.7)
Katuba area	42	5.07 (2.64)	2.55 (1.04) (a)	5.6 (0.5)	251.5 (24.1)
Kilobelobe	23	4.89 (2.29)	2.17 (0.78) (ab)	5.3 (0.9)	242.5 (41.2)
Luano	27	3.78 (2.32)	2.52 (0.84) (a)	5.8 (0.6)	259.1 (25.2)
Naviundu	40	4.36 (2.81)	2.38 (0.74) (a)	5.5 (0.5)	248.7 (27.2)
Tingi-Tingi	22	3.57 (2.29)	1.59 (0.50) (b)	5.6 (0.6)	251.3 (24.6)
Average		4.64 (2.56)	2.27 (0.89) ***	5.6 (0)	251.8 (27.7)

Standard deviation in bracket. *** = significant at 5%,

The results in Table 20 show that the average size of a vegetable farm in Lubumbashi was 0.0464 ± 0.0256 ha and the Tukey test shows no significant difference between farms in the selected sites. Vegetable farming is carried out by family labor. On average, 2.27 ± 0.89 members of a household work permanently on a farm. Tukey's test shows a significant difference between the sites in terms of family workforce (p value = 0.000). Farms in sites such as Katuba, Luano, and Naviundu have used more labor than those in other sites.

The low level of family workforce recorded in the Tingi-Tingi farms is since this site was more dominated by student farmers (due to the proximity of the University of Lubumbashi campus). These students were generally single and worked individually. However, the sites of Katuba, Luano, and Naviundu are the largest production areas of Chinese cabbage in Lubumbashi. In these sites, household members were more motivated to support the success of the farms to survive. This justifies the presence of a large family workforce on the farms in these sites. The results (Table 23) of the exploratory survey at the sites involved in this study showed that farmers in Lubumbashi spend an average of 5.6 ± 0 h per day on their farms. For a Chinese cabbage production cycle of about 45 days, they work 251.8 ± 27.7 h, or 1259 h, for about five production cycles per year.

3.4.2. Factors Explaining the Sustained Adoption of the Innovations Studied

✓ Rate of Adoption of the Motor Pump and the ISFM

The results of the in-depth survey showed that 25.2% of the surveyed farmers reported using a motor pump during the outstanding production cycle. This adoption rate appears to be down from that recorded by the HUP project at the time of the motor pump's dissemination. In our discussions with farmers, most of them said that they needed motor pumps to reduce the drudgery of manual watering. However, the cost of purchasing a motor pump (USD 145.66 or EUR 119.62) constrains farmers' access to it, so they resort to manual watering with watering cans and buckets. The results of the exploratory survey indicate that very few farmers, 13 out of a total of 537, owned the motor pumps. There are some sharing mechanisms that allow farmers to access the motor pump without owning it. In contrast, more than half (58.4%) of the farmers surveyed have used the ISFM. This adoption rate appears to remain high as it was at the time of its dissemination by the HUP project. The remaining 41.6% used only chemical fertilizers. In our discussions with farmers, some cited difficulties in accessing organic matter as the main constraint to implementing the ISFM but many of them are finding solutions to access organic matter that will be highlighted below.

✓ **Modeling Predictors of Sustained Adoption of Innovation****Tableau 21** : Logit model estimation in motor pump use

Categories of Sociodemographic, Economic, and Institutional Factors	Coe A	Error St	Wald	Sig.	Exp (B)	CI for Exp (B) 95%	
						Inferior	Superior
Gender	-657	0.563	1.363	0.243	1.930	0.640	5.816
Age	-0.160	0.557	0.083	0.774	0.852	0.286	2.537
Study	1.144	1.192	0.921	0.337	3.139	0.304	32.454
Marital status	0.243	0.636	0.146	0.703	1.275	0.366	4.436
Experience of the farmer	0.977	0.641	2.324	0.127	2.658	0.756	9.336
Mutual aid	0.320	0.936	0.117	0.733	1.377	0.220	8.613
Perception of innovation	0.582	0.719	0.656	0.418	1.790	0.437	7.326
Land tenure status	1.040	0.523	3.945	0.047 *	2.828	1.014	7.887
Size of the farm	-0.172	0.642	0.072	0.788	0.842	0.239	2.963
Daily income	0.838	0.648	1.674	0.196	2.311	0.650	8.223
Income diversification	4.190	0.710	34.860	0.000 ***	66.027	16.430	265.334
Membership of an association	1.019	0.513	3.947	0.047 *	2.769	1.014	7.564
Contact with extension services	0.618	0.774	0.637	0.425	1.855	0.407	8.464
Access to training	0.340	0.946	0.129	0.719	1.405	0.220	8.967
Access to subsidies	-0.019	0.564	0.001	0.973	0.981	0.325	2.966
Access to credit	1.949	0.650	8.995	0.003 **	7.019	1.964	25.079
Constant	-7.243	2.078	12.148	0.000	0.001		

Number of observations = 202; $-2 \log$ likelihood = 124.119 a; R^2 (Nagelkerke) = 0.613; p -value = 0.000 *** = significant at 5%, CI = confidence interval. The sign of the coefficients as well as the odds ratios labeled by Exp(B) indicate the direction of the relationship between variables in the equation. The Wald statistic plays the same role as the t-test and shows the contribution of each predictor to the improvement of the model. The significant constant means that factors not taken into account in the model will have a significant influence on the adoption of the motor-pump.

The results (Table 21) highlight the positive influence of five of the seven socio-demographic factors in the equation in the sustained adoption of motor pumps. These factors are education, marital status, experience, mutual aid, and perception of innovation, while gender (female) and age have a negative influence on the sustained adoption of a motor pump. However, the results also show that none of the socio-demographic factors are significant in the sustained adoption of the motor pump. Economic factors, land tenure status, daily income, and diversification of income sources are positively correlated with motor pump sustained adoption. On the other hand, only the size of the farm negatively influences the sustained adoption of the motor pump. Land tenure and income diversification were statically significant in the sustained adoption of the motor pump. Finally, four institutional factors are positively correlated with motor pump adoption. These factors include the farmer's membership to a grower's association, contact with the agricultural extension service, access to training, and access to credit. Only access to subsidy negatively influences the adoption of the motor pump. Membership of a farmers' association and access to credit were statistically significant for the sustained adoption of motor pumps.

Tableau 22 : Logit model estimation of ISFM adoption

Categories of Sociodemographic, Economic, and Institutional Factors	Coe A	Error St	Wald	Sig.	Exp(B)	CI for Exp(B) 95%	
						Inferior	Superior
						Gender	0.523	0.421	1.547	0.214	1.688	0.740	3.849
Age	-0.001	0.464	0.000	0.998	1.001	0.403	2.484
Study	-0.724	1.041	0.484	0.487	0.485	0.063	3.730
Marital status	0.031	0.479	0.004	0.949	1.031	0.404	2.634
Experience of the farmer	0.011	0.489	0.001	0.981	0.989	0.379	2.580
Mutual aid	1.406	0.618	5.183	0.023 *	4.080	1.216	13.691
Perception of innovation	0.942	0.549	2.938	0.087	0.390	0.133	1.145
Land tenure status	0.203	0.435	0.217	0.641	1.225	0.522	2.873
Size of the farm	-0.625	0.638	0.960	0.327	0.535	0.153	1.868
Daily income	0.545	0.505	1.164	0.281	1.725	0.641	4.642
Income diversification	-0.701	0.544	1.664	0.197	0.496	0.171	1.440
Membership of an association	3.861	0.700	30.435	0.000 ***	47.508	12.052	187.273
Contact with extension services	0.047	0.553	0.007	0.932	0.954	0.322	2.820
Access to training	0.626	0.657	0.907	0.341	1.870	0.516	6.776
Access to subsidies	0.013	0.445	0.001	0.976	1.013	0.423	2.426
Access to credit	1.365	0.671	4.140	0.042 *	3.914	1.051	14.571
Constant	-1.260	1.300	0.940	0.332	0.284		

Number of observations = 202; -2 log likelihood = 174,475 a; R2 (Nagelkerke) = 0.506; p -value = 0.000 *** = significant at 5%, CI = confidence interval. The non-significant constant means that the factors not taken into account in the model cannot significantly influence the adoption of integrated soil fertility management.

The results (Table 22) highlight the positive influence of socio-demographic factors in the sustained adoption of ISFM. These factors include gender, marital status, experience, mutual aid, and perception of innovation. In contrast, age and education are negatively correlated. Only mutual aid is statistically significant for the sustained adoption of the ISFM. As for economic factors, land tenure status and daily income are positively correlated, while farm size and diversification of income sources are negatively correlated. No economic factors are statistically significant for the sustained adoption of the ISFM. Finally, all institutional factors are positively correlated with the sustained adoption of ISFM. Association

membership and access to credit are statically significant for the sustained adoption of ISFM. It is worth noting that these same two factors are also the only ones that are significant for both types of innovations. The results also showed that, relative to the hypotheses, most of the predictors in the ISFM's sustained adoption equation showed the expected signs of influence (Table 1). The exceptions were: age, education, and diversification of income sources, which were negatively correlated when positive correlations were expected. Second, access to grants was positively correlated when a negative correlation was expected.

3.5. Discussion

3.5.1. *Factors in Farmers' Decision to Adopt a Motor Pump*

The motor pump was promoted under the HUP project to alleviate the drudgery of manual watering. After its dissemination, the HUP project's activity report (2000–2010) indicated that 29% of the farmers in the 7981 supported farms bought motor pumps themselves with the credits offered by the project (Mutshail, 2010).

On the other hand, the results of our exploratory survey indicated that only 13 farmers out of a total of 537 surveyed owned motor pumps at the time of the survey. The results of the in-depth survey revealed that 25.2% of the farmers interviewed had watered their crops at least once with motor pumps. In our discussions, some farmers interviewed said that the high cost of purchasing a motor pump limits its access. In order to be able to use the pump, most of the users interviewed said that they had circumvented this constraint by making group purchases. The authors of (Lutz et al., 2017) suggest that farmers look for new ways to achieve sustainability. One of such ways is participation in local food supply systems. This often requires new forms of co-operation between farmers (Plateau et al., 2021). Our results thus confirm the hypothesis of the economic constraints approach, which focuses on the resources available to the farmer (Negatu & Parikh, 1999).

The results of the binary Logit model highlight the influence of socio-demographic, economic, and institutional factors in the adoption of motor pumps (Table 7). In respect to the hypotheses translated into expected signs of influence, the results of the regression suggest that farm size and access to subsidies show contrasting signs compared to the literature consulted. The negative sign between motor pump adoption and farm size may indeed appear quite puzzling as it implies that vegetable farmers with large areas are less likely to adopt motor pumps than farmers with small areas. However, given that the whole sample is composed of relatively small-scale farmers, the result may indicate that having a larger area to manage is merely associated with additional costs of access to land, inputs, and labor without putting the farmer in a better position with regard to his or her global investment capacities.

Indeed, when a small-scale farmer in Lubumbashi expands his or her land and faces budget constraints, he or she is more likely to prioritize meeting the needs for access to land, inputs, and labor over the more expensive motor pump. Second, as a farmer becomes accustomed to donations, he or she is more likely to increase his or her dependence on them at the expense of efforts to be autonomous. These results are consistent with those found in Ethiopia, which showed that the low adoption rate of

the motor pump by resource-poor farmers was justified by its high price relative to farmers' income (Mohammed & Shallo, 2020; Senyolo et al., 2018). The same results were found in Algeria in a study on factors influencing the adoption of innovation in agriculture (Bouzid et al., 2020).

3.5.2. Factors of Farmers' Decision to Adopt ISFM

For a very long time, urban agriculture in Lubumbashi was associated with certain unsustainable practices such as slash-and-burn agriculture, used by many farmers as a quick way to clear the land, and the abusive use of chemical fertilizers. These practices have only served to deplete the soil of organic matter and acidify the soil (Mushagalusa & Nkulu, 2020). After the dissemination of the ISFM by the HUP project, the project evaluation report notes that farmers in Lubumbashi are receptive to integrated production and protection techniques, and have adopted a series of good agricultural practices promoted by the HUP project, while using less chemical fertilizer (Mutshail, 2010). The results of our study showed that 58.4% of surveyed farmers were implementing ISFM during the outstanding production cycle. Although the project report does not mention the exact rate of adoption of the ISFM, it is important to mention that the rate of 58.4% seems to remain high as it was at the time of dissemination. The report indicates that prior to HUP's intervention, the combined use of chemical fertilizers and organic matter was not well-known among urban farmers. They used mainly chemical fertilizers, and they used them excessively. After the project intervention, the use of natural fertilizers (chicken droppings and compost) increased dramatically, and farmers used chemical fertilizers rationally (Mutshail, 2014). Our results showed that difficulties in accessing organic matter, accentuated by psychosociological factors, hindered the effective implementation of ISFM and forced some farmers to use much more chemical fertilizer than organic matter.

The results of the binary logistic regression show the influence of socio-demographic, economic, and institutional factors in the adoption of ISFM (Table 8). With regard to the hypotheses translated into expected signs of influence, the results on the ISFM regression suggested that age, education, diversification of income sources, and access to subsidies presented opposite signs compared to the literature consulted. The negative sign between ISFM adoption and age implies that older farmers are less likely to adopt ISFM than younger farmers. From our knowledge of the field, this could be explained by the difficulty for an older farmer to travel long distances in search of organic material from the broiler farmers scattered around Lubumbashi. The negative sign between ISFM adoption and level of education implies that more-educated farmers are less likely to adopt ISFM than less-educated

farmers. This is because urban dwellers and even some urban authorities attach little importance to urban agriculture. One study shows that urban agriculture in Lubumbashi is perceived by some authorities and city dwellers as an informal activity and a sign of rurality that has no place in the city (Peša, 2020). These views discourage educated farmers, who seek keeping their self-esteem and even their dignity. Therefore, the most-educated farmers are not prepared to walk through the city with or in search of organic matter; rather, they merely use chemical fertilizers. The negative sign between ISFM adoption and diversification of income sources implies that producers with additional off-farm income are less likely to adopt ISFM than those who rely solely on income from vegetables farming. During our in-depth discussions, some respondents stated that when a farmer finds additional income beyond that from vegetable farming, he/she will tend to focus more on the off-farm activity, or even be willing to abandon vegetable farming. These testimonies indicate that urban vegetable gardening in Lubumbashi is an emergency activity for households that face unemployment. For some farmers, additional off-farm income would mean the elimination of some of the difficulties associated with vegetable farming, which is seen as tough and less respectful. On the other hand, the positive sign between ISFM and subsidies implies that farmers who benefit from subsidies, which in this study are classified as input and tool donations, are more likely to adopt ISFM.

Indeed, farmers in Lubumbashi are more motivated to seek out organic matter when they have the financial means to purchase chemical fertilizers and to organize transport for the supply of organic matter. Organizing the transport of organic matter is an important way for farmers to circumvent psychosocial barriers that are amplified by the low regard for urban agriculture among the people of Lubumbashi. This is due to the fear of walking around the city with a bag of organic material on one's head.

3.5.3. Contrast between the Two Innovations Studied

This study focused on two categories of innovations promoted by the HUP project. These innovations are related to two distinct categories, i.e., mechanization and agricultural infrastructure (motor pumps) and natural resource management (ISFM). The results suggest that no socio-demographic factors are significant for sustained adoption of the motor pump, while they are slightly more of an importance for ISFM, for which one socio-demographic factor (i.e., mutual aid) seems to play a role (albeit a moderate one). It is worth recalling that mutual aid stands as the sole unreferenced factor in the literature on the adoption of both ISFM and a motor pump (see Table 1).

In addition, the same results showed that economic factors such as land tenure status and diversification of income sources were significant for the sustained adoption of the motor pump while none were significant for sustained adoption of ISFM. This is because the motor pump requires a considerable investment (economic capital), whereas ISFM is linked to changes in practices. When farmers have land security and diversified incomes, they tend to professionalize market gardening in order to change the image of urban agriculture, which has been tarnished by Lubumbashi's urbanites. To do this, farmers are willing to adopt more expensive innovations (motor pump) to reduce the drudgery of work and improve crop yields. One study points out that land pressure in urban agriculture leads many farmers to use cultivation practices that do not guarantee the sanitary quality of harvested products or crop yields, and (Assogba-Komlan et al., 2007; Ruzzante et al., 2021) emphasize that land tenure is important for the adoption of agricultural technologies. This is because it can broaden farmers' planning horizons, and the lack of land security can make agricultural investment too risky. In addition, another study points out that off-farm income contributes significantly to financing agricultural activities and helps farmers meet basic needs (Gebtetsadik, 2022). To practice ISFM, farmers in Lubumbashi are forced to overcome psychosocial barriers to accessing organic matter. To do so, they resort to mutual aid. Currently, mutual aid has become an important social capital that is defined by the ability of producers to develop social cohesion to increase agricultural productivity and reduce poverty. The findings of (Muriqi et al., 2019) mentioned that the level of co-operation instituted in developing countries remains low due to the lack of trust in co-operative institutions. In the face of this, mutual aid systems that link smallholders together play a fundamental role in ensuring farm sustainability (Peng & Pang, 2019). In Lubumbashi, for example, older farmers are willing to share their experiences with younger farmers. In return, younger farmers help older farmers with heavy tasks.

Our results also show that only institutional factors such as access to credit and association membership were significant for both types of innovations studied. The results of other studies affirm that, for a very long time, these two institutional factors have always been the focus of attention in studies on the adoption of agricultural innovations and have, for the most part, been significant for the adoption of the two innovations studied (Mutua-Mutuku et al., 2017; Ruzzante et al., 2021). While the literature uses a dummy variable that takes a value of 1 if a farmer has access to credit (Ruzzante et al., 2021), one study points out that this will only affect adoption if the farmer is credit-constrained (Alary, 2006). Indeed, farmers' difficulties in accessing credit have always been cited as an important element of resistance to innovation adoption (Simtowe et al., 2009). While there is growing evidence that access to finance by smallholders can lead to investments in improved adoption of technologies needed to increase agricultural productivity, the challenges associated with obtaining agricultural loans and credit should be minimized to make agricultural loans and credit financing more accessible to smallholder farmers (Teye & Quarshie, 2022). Furthermore, membership of farmers organizations is often considered a form of social capital, but these organizations are also often used to disseminate information about new technologies, so this variable may in some cases be an indicator of awareness of an innovation (Ruzzante et al., 2021).

3.6. Conclusions

The issue of promoting agricultural innovations is a major challenge for agricultural decision makers, particularly in developing countries. A development project promoting a package of innovations was implemented in the urban agriculture of Lubumbashi, which is characterized by poor economic and health performance. However, most farmers stopped using the innovations in the package once the project ended. This paper identified the factors influencing the sustained adoption of two contrasting innovations from the promoted package. The results showed the importance of farmers' socio-demographic, economic, and institutional characteristics in the sustained adoption of the motor pump and ISFM.

The results of the exploratory survey of 537 farmers showed that only 2.42% of the respondents owned motor pumps, while the in-depth survey revealed that 25.2% of the 202 respondents used them. The remaining farmers watered with buckets and watering cans. The high cost of the motor pump makes it inaccessible to farmers. Some farmers tried to circumvent this constraint, which led to group purchases. In contrast, the ISFM was used by more than half of the respondents (58.4%). The others (41.6%) applied only chemical fertilizers. Difficulties in accessing organic matter limited the sustained adoption of ISFM. To practice ISFM, farmers would have to overcome psychosocial barriers that are amplified by the low regard for urban agriculture among the people of Lubumbashi.

The results showed that 65.3% of farmers work for a daily income of less than USD 1.25. Considering the results of this study, the lack of efficiency shown by urban agriculture in Lubumbashi would be justified by the farmers' use of ancestral practices that are not very productive. Instead, our results encourage farmers to use the innovations in the package promoted by the HUP project, notably, the motor pump and the ISFM, to improve the productivity and sanitary quality of the farms.

The results of the Logit model revealed that no socio-demographic factors were significant for sustained adoption of the motor pump. In contrast, they were significant for ISFM, where only one factor (mutual aid) appeared to play a role, albeit a moderate one. Mutual aid practiced by 86.1% of farmers helped farmers overcome some of the challenges related to the use of organic matter, heavy physical labor for older farmers, and psychosocial barriers for younger farmers. Extension services and development projects to promote agricultural innovations should consider the mutual aid network to facilitate the adoption of innovations by small-scale farmers. Economic factors such as land tenure status and diversification of income sources were significant for the

sustained adoption of the motor pump. In contrast, no factors were significant for the sustained adoption of ISFM. This is because the motor pump requires a considerable investment, whereas ISFM is linked to changes in practices. Agricultural decision makers should revitalize the Municipal Concertation Committee (CMC) that was created to facilitate urban farmers' access to land.

The results showed that only institutional factors such as access to credit and association membership were significant for the two types of innovations studied. These results prompted agricultural decision makers to pay more attention to the institutional framework of agriculture, which has a significant impact on the sustained adoption of innovative techniques. Agricultural decision makers should facilitate access to credit, change the status of associations to make them more flexible, and increase incentives for farmers to join associations.

Finally, our results revealed that the factors and barriers to adoption identified for the two categories of innovations studied are contrasting, but that mutual aid has multiple virtues that can circumvent these barriers.

These results can help extension services that aim to build models for the dissemination of innovative techniques in the context of urban agriculture in developing countries. Our analysis suggests that the mutual aid practiced by most farmers should be further explored. It seems to play an indispensable role in small urban farms' viability.

Les résultats du chapitre 3 ci-dessus font apparaître que les facteurs et les barrières associés à l'adoption des deux catégories d'innovations étudiées sont contrastés. Néanmoins, les réseaux informels d'entraide ont des vertus permettant de surmonter certaines de ces barrières afin de faciliter les agriculteurs à adopter les innovations. Le chapitre 4 est consacré au décryptage de la dynamique de ces réseaux informels d'entraide. Plus précisément, le chapitre identifie les caractéristiques des agriculteurs susceptibles de motiver la propension d'entraide, les liens sociaux mobilisés pour s'entraider, les formes d'aide sollicitées et l'intensité de l'entraide au cours d'un cycle de production, ainsi que les raisons pour lesquelles certains agriculteurs recourent à l'entraide et d'autres non.

Chapitre 4

**Unraveling the role of informal mutual aid networks
in maintaining urban farms in Lubumbashi,
Democratic Republic of Congo**

4. Unraveling the role of informal mutual aid networks in maintaining urban farms in Lubumbashi, Democratic Republic of Congo

Ce chapitre a fait l'objet d'une publication dans la revue *Frontiers in Sustainable Food Systems* (Impact factor 4.7) en août 2023, intitulée « Unravelling the role of informal mutual aid networks in maintaining urban farms in Lubumbashi, Democratic Republic of Congo (DRC) ». <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1248937>

4.1. Abstract

The multiple constraints of urban agriculture have prompted farmers in Lubumbashi to turn to informal mutual aid networks. The survey data collected from 88 farmers chosen at random from the 202 farmers previously interviewed enabled us to decipher the crucial role of mutual aid in maintaining urban farms. The results show that 79.5% of the surveyed farmers resort to mutual aid to ensure the vegetable production cycle. More specifically, this mutual aid consists in sharing resources, for which the farmer would interact 15.1 times with other farmers, and in sharing agricultural know-how, for which the farmer would interact 11.6 times with other farmers. Four categories of resources are defined in this mutual aid network: highly exchanged resources with a high exchange intensity (hoes, watering cans, plant protection products and chicken droppings), highly exchanged resources with a low exchange intensity (land capital, spades, and seeds), lowly exchanged resources with a low exchange intensity (motor pumps and buckets) and non-exchanged resources (financing, labor, chemical fertilizers). Agricultural know-how such as soil preparation, soil fertility management, pest control and sales techniques are widely shared. Characteristics such as gender, age, experience, religious affiliation, and farmer status in the household are statistically significant explanatory factors of mutual aid. In addition, neighborhood relations, kinship and religious affiliation are social ties that enable farmers to help each other. The results provide useful information on the crucial role played by informal mutual aid networks in maintaining urban farms in the face of the negative consequences of chaotic urbanization and climate change. The study recommends that policymakers and agricultural extension services take these networks into account when drawing up policies for disseminating innovations. For, although informal, they constitute powerful and inexpensive channels of communication in an inoperative institutional context of urban agriculture.

Keywords: farm households' survival, informal mutual aid networks, urban agriculture, Lubumbashi, Democratic Republic of Congo.

4.2. Introduction

Family farming accounts for nearly 80% of farms in sub-Saharan Africa and employs 75% of the population (Nassirou, 2016). Many authors stress that the State must play a crucial role in governance and institutional support for the agricultural sector, by facilitating the collaboration and participation of the various players in this sector, in the implementation of policies and strategies aimed at local development through the promotion of innovations likely to improve agricultural productivity (Guo et al., 2022; Smidt & Jokonya, 2022). For example, agricultural extension and subsidy programs can improve farmers' skills and their access to production resources (Girma & Kuma, 2022; Guo et al., 2021).

Furthermore, in budgetary terms, the agricultural sector is financed according to each country's level of development. Developing countries allocate fewer resources to this sector than developed countries, given their limited resources and the incompressible needs to be met in terms of collective consumption (Rodima-taylor, 2022). As a result, without support and faced with the challenges of urbanization and climate change, farmers in developing countries practice subsistence farming and are poor (Andrew et al., 2022). To survive, they develop informal mechanisms of survival such as mutual aid (Nsele et al., 2022).

In the Democratic Republic of Congo (DRC), nearly 75% of the population lives in rural areas and depends on subsistence farming (Molinario et al., 2020). Unfortunately, the DRC has a real infrastructural, technical and institutional vacuum, which makes it extremely difficult to train farmers through agricultural extension (Kien, 2021; Lambrecht et al., 2016).

In addition, road infrastructure is in poor condition or non-existent, reducing farmers' ability to access productive resources and market their produce (Pypers et al., 2011). Furthermore, Congolese agriculture generates very little income (Neema, Ciza et al., 2022) and farmers struggle to lift themselves out of poverty (Mulume Bonnke et al., 2022). As a result, agriculture no longer attracts young rural people (Neema et al., 2022). To find new hope of survival, these young people are migrating to the country's major urban centers (V. N. Muhaya et al., 2022b).

In the city of Lubumbashi, the country's 2nd largest city due to its rapid population growth (Useni et al., 2022), the severe economic crisis of the 1990s led several million of its inhabitants to turn to informal income-generating activities, such as urban agriculture (Tambwe et al., 2011).

Dominated by seasonal (dry season) production of short-cycle leafy vegetables, Lubumbashi's urban agriculture, faces the constraints of land tenure insecurity (Kesonga, 2017) soil poverty (Kasongo et al., 2013) soil pollution and heavy metal contamination of vegetables (Mununga et al., 2023) crop attack by *Agrotis ipsilon* larvae larvae (Mushagalusa & Nkulu, 2020). In addition, women, who were once in the majority (69.2%) and who, thanks to the support of the urban and peri-urban horticulture project (HUP project: 2000-2010), have acquired a certain amount of experience and autonomy (E. V Moore et al., 2022) are increasingly handing over their farms to unemployed, inexperienced young people (Nsele et al., 2022). Faced with multiple constraints, newcomers to urban agriculture have adopted poor production practices that have only accentuated poor economic performance (Kesonga, 2017) and sanitary conditions on farms, in terms of heavy metal contamination of vegetables (Mununga et al., 2023).

To improve poor farm performance, farmers need to adopt innovative techniques (Mutshail, 2014). Agricultural innovations have effectively improved staple crop yields in sub-Saharan Africa (Ochieng et al., 2022; Sotamenou & Parrot, 2013). Unfortunately, certain socio-demographic, economic and institutional factors hinder the sustained adoption of innovations by farmers in Lubumbashi. To ensure farm and household survival, most of the farmers resort to mutual aid, which enables them to overcome certain difficulties. More specifically, a recent study showed that mutual aid could make a positive contribution to the adoption of innovative techniques in urban agriculture, by helping to overcome obstacles linked to the use of organic matter, heavy physical work for older farmers and psychosocial barriers for younger farmers (Nsele et al., 2022).

Mutual aid is a rather informal form of cooperation (Ajates, 2020) that refers to the way in which members of a community support each other by pooling their resources to meet economic needs as they arise. Mutual aid is not an act of charity, but rather of solidarity (Dozono, 2022). According to Rodima-Taylor, (2014) mutual aid is based on norms of reciprocity, trust and moral obligation. Historically, mutual aid has provided social support to farmers through informal networks (Archibald, 2007). This mutual aid in the agricultural sector can involve various aspects, such as the collective sharing and development of know-how and/or the sharing of scarce resources, such as land, labor, equipment, inputs and informal financing (Vansant et al., 2022).

Local infrastructure for production, processing and distribution actually becomes more affordable when farmers cooperate with each other, or with consumers and institutions (Lutz et al., 2017). In addition, mutual aid reduces the risks associated

with agricultural production, especially among beginning farmers (Keeley et al., 2019). To help each other, farmers in developing countries mobilize social ties built through neighborhood relations, kinship, membership to the same work-sharing groups, or participation in common celebrations such as prayers, weddings and funerals (Wedajo & Jilito, 2020).

In the light of the above, this paper aims to investigate how urban farmers in Lubumbashi mobilize informal mutual aid networks to cope with the multiple constraints associated with urban agriculture and ensure the survival of their farms as well as their households. More specifically, the study will identify the characteristics of farmers likely to motivate their propensity to help each other, the social ties mobilized to help each other, the forms of assistance solicited and the intensity of mutual aid during a production cycle, as well as the reasons why some farmers resort to mutual aid and others do not. The aim of this paper is to decipher the dynamics of mutual aid in an urban farming context characterized by the arrival of many new entrants.

This article presents the results of empirical research that deciphers the role of informal mutual aid networks in maintaining urban farms in an urban context marked by chaotic urbanization and an inoperative agricultural institutional framework. The results will present informal mutual aid networks as a means of farm survival and as powerful, low-cost communication channels likely to play a crucial role in the development of policies and strategies for disseminating agricultural innovations to small-scale urban producers.

4.3. Material and methods

4.3.1. Mutual aid in agriculture: conceptual background

Since Neolithic times, agriculture has been transformed by processes of collective action. To store, produce, use space, manage common resources, market and cope with risks, farmers have organized themselves collectively, on their own initiative or under the impetus of the authorities, adopting common strategies built informally or established by law (Lucas et al., 2015).

Among small-scale farmers, cooperation is a key element in both farm management and household survival (Cush & Varley, 2013; Dessie et al., 2019). Thus, authors assert that small farmers often find it difficult to manage farms without cooperation (Möllers et al., 2018; Ortiz-Miranda et al., 2022). They rely on each other to clear land, harvest crops, build shelters, share equipment (Amogne, 2014; Wiggins et al., 2010) and know-how (Bosma et al., 2020). This interest in collaboration in agriculture has given rise to a variety of modes of cooperation (Ajates, 2020), which take place either within a formal framework (Dessie et al., 2019) or in more informal ways (Wedajo & Jilito, 2020).

In the literature, formal cooperation between farmers is mainly manifested in instituted farmer organizations such as associations, cooperatives (Ortmann & King, 2007) producer organizations (POs) and financial cooperatives. These formal organizations are collective institutions designed to support the interests of their members (Bizikova et al., 2020; De Herde et al., 2020) and are governed by notarized statutes (Mutshail, 2014). Generally speaking, what distinguishes cooperative-like forms of collaboration from more informal modes is that the farmers pool their production resources through ongoing collective action, with a view to redistributing the advantages of cooperation (Dozono, 2022; Shirima, 2022).

In agriculture, cooperatives are promoted worldwide also a means of increasing farmers' lobbying power (Ajates, 2020). Agricultural cooperatives, for example, enable farmers to respond to power imbalances by pooling their resources to maximize their buying and selling power (Muriqi et al., 2019). Furthermore, it appears that cooperatives play an important role in the economic sustainability of farms and in the adoption of agricultural innovations (Candemir et al., 2021; Timpanaro et al., 2023) not least because of the trust farmers place in the cooperative (Y. Liu et al., 2022). The sustained development of cooperatives is an essential element of agricultural viability, and is mainly determined by the longevity of cooperation between members (Z. Zhong et al., 2022).

In addition, these formal organizations can help small farmers access markets, credit, extension services and manage scarce resources. They can also strengthen farmers' production skills (Ruzzante et al., 2021) marketing and leadership skills, and improve their psychological well-being (Markelova et al., 2009). Building on these contributions, formal farmer organizations form an essential component of policies for development, agricultural productivity and poverty reduction (Frija et al., 2023; Jansen & Kalas, 2023). One study even argues that the ties forged through formal farmer-to-farmer cooperation encourage farmers to acquire new ideas and think critically about models for sustainable agriculture (Slijper et al., 2022).

Unfortunately, the level of formal cooperation between farmers in developing countries remains very low due to lack of trust in cooperative institutions, organizational immaturity, large numbers of farmers and limited commercial orientation (Muriqi et al., 2019). This low level of formal cooperation may also be due to weak managerial capital (Francesconi et al., 2021).

Studies show that cooperation between farmers in developing countries takes place mainly through informal mutual aid networks (Hoang et al., 2006; Zhou, 2021). Although these mutual aid networks are assimilated to a form of informal cooperation between farmers (Dessie et al., 2019; Wedajo & Jilito, 2020) some authors have pointed out that they play an important role in the survival of small farms and can serve as channels for the dissemination of agricultural innovations (Wulandhari et al., 2022). The positive influence of mutual aid has also recently been highlighted in the adoption of innovative techniques in urban agriculture in Lubumbashi (Nsele et al., 2022).

Informal mutual aid networks also play a role in developing and mediating adaptation practices, and have the potential to facilitate collective experimentation and even risk management, thus contributing to the resilience and sustainability of the socio-ecological system (Rodima-Taylor, 2012). The essence of mutual aid manifests itself on the one hand through the mobilization of social forces such as neighborhoods and volunteers, and on the other through the optimal use of the free time of various human resources and low-cost services (Zhou, 2021). For some authors, mutual aid between small farmers can focus on two main aspects, namely the collective sharing and development of know-how, which optimizes local production systems (Robert, 2022) and resource sharing, which improves farmers' access to scarce resources such as land, labor, equipment, inputs and informal financing (Lutz et al., 2017; Sutherland & Burton, 2011).

In the DRC, the agricultural code, which is the fundamental law for the agricultural sector, aims to establish a harmonious and supportive framework between agricultural cooperatives, farmers' associations, non-governmental organizations, the State, and its services, with a view to creating profitable and sustainable relationships. As such, farmers should belong to formal organizations with notarized statutes (Ministry of Agriculture, 2008). Unfortunately, the country's cumbersome bureaucracy, the financial obligations associated with these formal organizations and the lack of consideration they receive from the state force farmers to cooperate instead in informal networks (Chuma et al., 2022).

In addition, it appears that Congolese small-scale farmers are increasingly distrustful of formal organizations due to the existence of conflicts arising from the selfishness of the leaders of these organizations in sharing the benefits. These conflicts have led to the dysfunction, or even disappearance, of most formal organizations. This explains why the vast majority of farmers turn to informal mutual aid networks for mutual support (Nsele et al., 2022). This aspect is reminiscent of the issues linked to power relationships and governance mechanisms highlighted by work on agricultural cooperatives and the sharing of value between their various members (De Herde et al., 2020). An additional difficulty arises more specifically in relation to the inclusion of farmers from small farms within large cooperatives (Bijman & Wijers, 2019).

4.3.2. Study area

Lubumbashi is located at 027°48'61"1 longitude East, 11° 61'55 3" latitude South, at an altitude of 1257m. The city comprises 43 districts in 7 communes: Kampemba, Katuba, Kenya, Kamalondo, Ruashi, Lubumbashi and Annexes. (Mutangala et al., 2021). Urbanized areas are characterized by an urban zone (high proportion of continuous built-up areas) in the city center, linked to a peri-urban zone (discontinuous with a low proportion of built-up areas) resulting from the extension of built-up areas in rural areas (Useni et al., 2022). Lubumbashi records a humid subtropical climate (Cw type of the Köppen classification system) (Useni et al., 2021). This climate is characterized by a rainy season (November to March), a dry season (May to September) and two transitional months (April and October). Annual rainfall is 1270 mm, with extremes of 717 and 1770 mm, and the mean annual temperature is around 20°C (minimum 8°C and maximum 32°C (Mujinya et al., 2011). Lubumbashi's soils are acidic and belong to the Ferralsol group of soils considered poor. There are also hydromorphic soils (considered rich) in the valley bottoms, where urban agriculture is mainly practiced. However, the cultivation of these soils, combined with poor farming practices, has led to the collapse of their physical,

chemical and biological fertility (Kasongo et al., 2013). Worse still, these soils accumulate waste enriched with heavy metals from the mineral processing plants installed in the city of Lubumbashi (Mpundu et al., 2013). The city was hard hit by the crisis of the 1990s, which led to the collapse of the mining industry and, more generally, its entire wage sector (Petit & Mutambwa, 2005). To survive, Lubumbashi's poor resort to urban agriculture (Tambwe et al., 2011).

Furthermore, urban agriculture in Lubumbashi is managed by the National Service for Urban and Peri-urban Horticulture, which specializes in this field within the provincial Ministry of Agriculture and Rural Development. There is also a Communal Consultation Committee chaired by the Mayor of Lubumbashi, made up of the mayors of each municipality, a representative of the ministries of land affairs and customary law, and members of producers' associations and private farmers. This committee is responsible for mobilizing the various services and skills required for the sustainable development of the agricultural sector (Mutshail, 2014). Moreover, farmers are also grouped together within the Committee of Market Gardeners of Lubumbashi, created in 2004 to support farmers' associations. Unfortunately, the inefficiency of the institutional framework for supporting the agricultural sector in the DRC means that these services cannot function properly (Mutshail, 2014). Furthermore, urban agriculture in Lubumbashi remains a marginalized sector, as municipal authorities and city dwellers portray it as a sign of rurality 'displaced' to urban areas and, at best, as a response to poverty (Peša, 2020). These narratives have distorted the understanding of urban agriculture. Farmers' only motivation remains household survival, hence common expressions in Lubumbashi such as "Instead of begging, I farm to feed my children" (Tambwe et al., 2011). Consequently, urban agriculture is still associated with poor production practices, farms are less profitable (Kesonga, 2017) and critical levels of heavy metals are reported in market garden produce (Mununga et al., 2023).

Urban agriculture in Lubumbashi is mainly based on monoculture production of Chinese cabbage (*Brassica chinensis* L.). The latter belongs to the Brassicaceae family (Bajkacz et al., 2021). Chinese cabbage is grown for its leaves and is the most widely consumed vegetable in Lubumbashi during the dry season, when it is sold at low prices (Kesonga, 2017). The main components of the technical itinerary for Chinese cabbage include nursery work, soil preparation based mainly on the installation of beds, direct sowing or transplanting of seedlings, the application of plant protection products, the application of fertilizers and the sale of standing vegetables. Chinese cabbage is grown at a density of 20 cm × 20 cm (Nsele et al., 2022).

4.3.3. Sites selection and farmers

The seven sites (Figure 21) chosen to carry out the present study were selected considering the criteria pre-established during our previous survey in the same study area. The 88 farmers selected (Table 23) for this study were randomly drawn from 202 farmers previously surveyed in April and August 2020 (Nsele et al., 2022). To examine the representativeness of this sample, we compared the socio-economic data of our survey sample with those of our exploratory survey conducted in April and August 2019 among 279 individuals in the target area. Indeed, this was the only source of comparison available.

In addition, the exploratory survey gathered information on the socio-demographic, economic and institutional characteristics of the farmers, as well as information on the characteristics of their farms, such as the start-up period of market gardening activities, the main crops grown, the areas farmed, the number of production cycles per year, the production factors used, the production costs per production cycle, the income earned and the main constraints of urban market gardening. At present, this exploratory survey constitutes the largest survey carried out on urban agriculture in Lubumbashi, i.e., there is no other larger statistical source.

As the only reference is the exploratory survey, to demonstrate the representative statistical validity of the sub-sample, we have assumed that the farmers in the sub-sample are considered comparable to those usually found in market gardens in Lubumbashi. By comparing the characteristics of the farmers in the sub-sample with those of the farmers in the exploratory survey, we can determine the representativeness of the sample and possibly highlight certain differences.

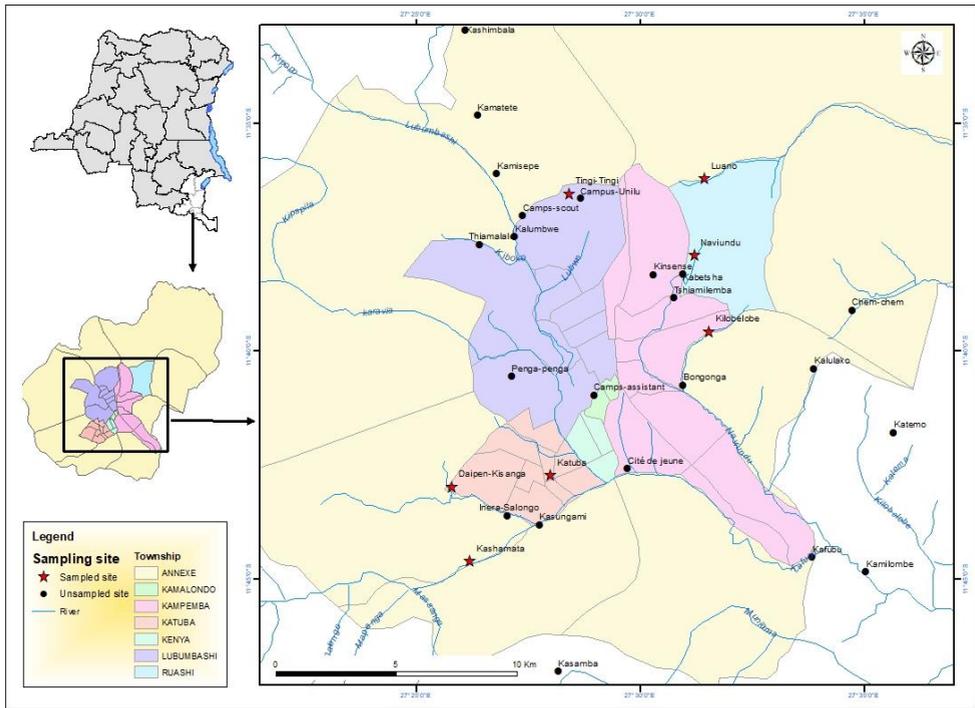


Figure 22 : Location of Lubumbashi's urban agriculture sites

4.3.4. Collection data

During the survey specifically dedicated to the question of mutual aid, the 88 farmers were interviewed individually in their farms, using a structured questionnaire. They were asked to answer the following question: Have you resorted to mutual aid during the current production cycle? Farmers who said they had used mutual aid were asked about aspects of the help they had received, the social ties they had mobilized to help each other, and the number of farmers in mutual exchange networks. In addition, farmers who said they had not used mutual aid were asked why they had not.

Furthermore, farmers were asked to provide information on their socio-demographic, economic and institutional characteristics, including the characteristics of their farms. Throughout this in-depth survey, direct observations of farmers' practices were carried out to better identify the stage in the production process when the farmer deemed it necessary to resort to mutual aid, as well as the nature of the help received. The in-depth survey covered the period from April to August 2021. This period was chosen for one simple reason: it is the period when urban agriculture is widely practiced in Lubumbashi.

To deepen our understanding of mutual aid and its specific motivations, a series of unstructured interviews was conducted with 15 farmers between August and September 2022. This period was chosen for a simple reason: it is the closing period of urban agriculture activities in Lubumbashi, and farmers could better testify to the practice of mutual aid by drawing on the experience gained during the agricultural season.

The aim of these interviews was to gather farmers' views on the reasons why some of them resort to mutual aid and others do not, to better support the results of the quantitative survey. Farmers were met on their farms during working hours and deliberately agreed to share their views without payment. The interviews were conducted in Swahili (the local language) and lasted between 20 and 30 minutes, depending on the farmer's availability.

The farmers selected for these interviews were drawn from the list of farmers who had participated in the survey dedicated to the question of mutual aid. The selection criteria for these 15 farmers were based on their socio-economic characteristics and their mutual aid practices. In the end, the sample for the additional interviews was made up of 8 experienced women and 7 young men just starting out. It also included 9 people who had used mutual aid. The qualitative data from the interviews are included in the results section in the form of farmers' testimonials.

Tableau 23 : Distribution of farmers by study site

Sites	Geographical coordinates	April and August 2020 Survey	April and August 2021 Survey
Daipen	"11°42'978" S"; 27°25'795" E	28	10
Kashamata	"11°44'612" S"; 27°26'188" E	20	12
Katuba	"11°42'729" S"; 27°27'988" E	42	16
Kilobelobe	"11°36'560" S"; 27°28'422" E	23	12
Luano	"11°36'222" S"; 27°31'444" E	27	13
Naviundu	"11°37'906" S"; 27°31'208" E	40	15
Tingi-Tingi	"11°36'560" S"; 27°28'423" E	22	10
	Total	202	88

4.3.5. Data analysis and processing

The quantitative data collected during the present study were processed using Minitab statistical software, version 21.1.1. Mutual aid was treated as a binary qualitative variable: having used mutual aid (1) or not having used it (0). The chi-square adjustment test (X^2) was applied to check whether the characteristics of farmers in the sub-sample follow the normal distribution compared with the characteristics of farmers in the large exploratory survey sample. The aim was therefore to verify the representativeness of the sub-sample in relation to all urban farmers in Lubumbashi.

Descriptive analysis was used to present qualitative variables (numbers and percentages) and quantitative variables (mean plus or minus standard deviation). The chi-square test (X^2) was used to identify the socio-demographic, economic and institutional characteristics of farmers likely to motivate their decision to use or not mutual aid. The study considered an α value < 0.05 to be statistically significant.

Farmers' socio-economic variables (such as gender, age, education, marital status, experience, religious affiliation, farming origin, farmer's status in the household), economic variables (such as land status, farm size, diversification of income sources) and institutional variables (such as membership of an association, contact with extension services, access to training and access to credit) were mobilized for statistical tests related to mutual aid.

4.4. Results

In this section, we present the results of the quantitative survey and extracts from farmers' testimonies on mutual aid.

4.4.1. Characteristics of farmers

Tableau 24 : Socioeconomic characteristics of farmers

Characteristics	Modalities	Exploratory survey	In-depth survey	p-value (X) ²
Gender	Male	122 (43.7)	41 (46.6)	0.588
	Female	157 (56.3)	47 (53.4)	
Age	Young: ≤45 years old	188 (67.4)	64 (72.7)	0.285
	Oldest >45 years	91 (32.6)	24 (27.3)	
Study	Educated	267 (95.7)	85 (96.6)	0.680
	Uninstructed	12 (4.3)	3 (3.4)	
Marital status	Married	219 (78.5)	62 (70.5)	0.066
	Unmarried	60 (21.5)	26 (29.5)	
Experience	Short ≤ 10 years	190 (68.1)	78 (88.6)	0.000***
	Long > 10 years	89 (31.9)	10 (11.4)	
Religious affiliation	Affiliated	266 (95.3)	73 (83)	0.000***
	Unaffiliated	13 (4.7)	15 (17)	
Farmer's origin	Native	155 (55.6)	46 (52.3)	0.921
	Non-native	124 (44.4)	42 (47.7)	
Household status	Head of household	157 (56.3)	53 (60.2)	0.455
	Not chief	122 (43.7)	35 (39.8)	
Land status	Owner	110 (39.4)	29 (33)	0.214
	Tenant	169 (60.6)	59 (67)	
Farm size	Small: ≤4 ares	189 (67.7)	64 (72.7)	0.317
	Large: >4 ares	90 (32.3)	24 (27.3)	
Diversification of revenue sources	Yes	25 (9)	15 (17)	0.008
	No	254 (91)	73 (83)	
Join an association	Yes	86 (30.8)	31 (35.2)	0.371
	No	193 (69.2)	57 (64.8)	
Contact with extension	Yes	151 (54.1)	61 (69.3)	0.004*
	No	128 (45.9)	27 (30.7)	
Access to training	Yes	152 (54.5)	55 (62.5)	0.131
	No	127 (45.5)	33 (37.5)	
Access to credit	Yes	34 (12.2)	9 (10.2)	0.574
	No	245 (87.8)	79 (89.8)	

Legend: Number of observations in exploratory survey = 279; number of observations in in-depth survey = 88; percentage in brackets, p-value (X²) = Chi-square test of fit (one variable), * = Indicates significant test at 5%, *** = Indicates very highly significant test at 5%.

The results presented in Table 24 show that, overall, 12 out of 15 variables (i.e., almost all variables relating to the socio-demographic, economic and institutional characteristics of farmers in the sub-sample specifically dedicated to the question of mutual aid) are like the characteristics of farmers in the large exploratory survey sample for these variables. The Chi-square adjustment test shows non-significant differences. Given the results of the Chi-squared adjustment test, we can consider that our sub-sample is representative of all farmers in Lubumbashi and can be used for statistical analysis. On the other hand, significant differences are reported for three farmer characteristics. The sub-sample shows an increase in the proportion of inexperienced farmers and those who have been in contact with the extension service, and a decrease in farmers affiliated to religious denominations. Variations in the three farmer characteristics are inevitably linked to the rest of the characteristics. For example, being a young farmer, like most of our survey respondents, may increase the likelihood of being inexperienced.

4.4.2. Characteristics of farmers in relation to mutual aid

Tableau 25 : Characteristics of farmers in relation to mutual aid

Characteristics of farmers	Mutual aid			X ² -test (Pearson)	p-value
	Yes	No	Total		
Type					
Male	38 (92.7)	3 (7.3)	41 (100)	8.143	0.004**
Female	32 (68.1)	15 (31.9)	47 (100)		
Total	70 (79.5)	18 (20.5)	88 (100)		
Age	Yes	No	Total		
Young: ≤45 years old	58 (90.6)	6 (9.4)	64 (100)	17.705	0.000***
Oldest >45 years	12 (50)	12 (50)	24 (100)		
Total	70 (79.5)	18 (20.5)	88 (100)		
Education level	Yes	No	Total		
Educated	67 (78.8)	18 (21.2)	85 (100)	0.799	0.371
Uninstructed	3 (100)	0 (0)	3 (100)		
Total	70 (79.5)	18 (20.5)	88 (100)		
Marital status	Yes	No	Total	0.034	0.854
Married	49 (79)	13 (21)	62 (100)		
Unmarried	21 (80.8)	5 (19.2)	26 (100)		
Total	70 (79.5)	18 (20.5)	88 (100)		
Experience	Yes	No	Total	6.053	0.014*
Short ≤ 10 years	65 (83.3)	13 (16.7)	78 (100)		
Long > 10 years	5 (50)	5 (50)	10 (100)		
Total	75 (79.5)	18 (20.5)	88 (100)		
Religious affiliation	Yes	No	Total	23.733	0.000***
Yes	65 (89)	8 (11)	73 (100)		
No	5 (33.3)	10 (66.7)	15 (100)		
Total	70 (79.5)	18 (20.5)	88 (100)		
Farmer's origin	Yes	No	Total	0.098	0.755
Native	36 (78.3)	10 (21.7)	46 (100)		
Non-native	34 (81)	8 (19)	42 (100)		
Total	70 (79.5)	18 (20.5)	88 (100)		
Household status	Yes	No	Total	4.301	0.038*
Head of household	46 (86.8)	7 (13.2)	53 (100)		
Not head of household	24 (68.6)	11 (31.4)	35 (100)		
Total	70 (79.5)	18 (20.5)	88 (100)		

Legend: Number of observations in in-depth survey = 88; X²: Chi-square test; percentage in brackets;
 * = Indicates significant test at 5%, ** = Indicates highly significant test at 5%, *** = Indicates very highly significant test at 5%.

The results (Table 25) show that 79.5% of farmers surveyed had used mutual aid. During our more in-depth interviews, some farmers stated that, given their precarious position in the face of poverty and the inoperative nature of the institutional framework supporting urban agriculture, mutual aid enables them to compensate for shortfalls in production resources and agricultural know-how. At present, they see mutual aid as an indispensable lever in farm management, without which it is very difficult, if not impossible, to successfully complete an agricultural production cycle and ensure the survival of their household.

Furthermore, characteristics such as gender, age, experience, religious affiliation, and the farmer's status in the household were the explanatory and significant factors in whether they practiced mutual aid. On the other hand, factors such as level of education, marital status and whether the farmer is indigenous or non-indigenous to Lubumbashi do not appear to be statically significant in explaining the use or non-use of mutual aid. Some women have reported that, when unemployed men (usually their husbands) get involved in urban agriculture, they tend to forbid their wives to resort to informal mutual aid networks, for fear of being exposed to male covetousness or possible conflict. This may explain the low participation of women in informal mutual aid networks.

Tableau 26 : Economic characteristics of farmers in relation to mutual aid

Characteristics of farmers	Mutual aid			X ² -test (Pearson)	p-value
	Yes	No	Total		
Land status					
Owner	22 (75.9)	7 (24.1)	29 (100)	0.361	0.548
Tenant	48 (81.4)	11 (18.6)	59 (100)		
Total	70 (79.5)	18 (20.5)	88 (100)		
Farm size					
Small: ≤4 ares	52 (81.3)	12 (18.8)	64 (100)	0.419	0.517
Oldest >45 years	18 (75)	6 (25)	24 (100)		
Total	70 (79.5)	18 (20.5)	88 (100)		
Diversified sources of income					
Yes	3 (20)	12 (80)	15 (100)	39.404	0.000*
No	67 (91.8)	6 (8.2)	73 (100)		
Total	70 (79.5)	18 (20.5)	88 (100)		

Legend: Number of in-depth survey observations = 88; X2: Chi-square test; percentage in brackets;

*** = Indicates a very highly significant test at 5%.

The results in Table 26 show that farmers with diversified incomes seem less inclined to resort to mutual aid. On the other hand, land status and farm size are not statistically significant explanatory factors for mutual aid.

Tableau 27 : Institutional characteristics of mutual aid farmers

Farmer Characteristics	Mutual aid			X ² -test (Pearson)	p-value
	Yes	No	Total		
Association Membership				0.036	0.850
Yes	25 (80.6)	6 (19.4)	31 (100)		
No	45 (78.9)	12 (21.1)	57 (100)		
Total	70 (79.5)	18 (20.5)	88 (100)		
Contact with extension services				0.075	0.784
Yes	49 (80.3)	12 (19.7)	61 (100)		
No	21 (77.8)	6 (22.2)	27 (100)		
Total	70 (79.5)	18 (20.5)	88 (100)		
Access to training				2.254	0.133
Yes	41 (74.5)	14 (25.5)	55 (100)		
No	29 (87.9)	4 (12.1)	33 (100)		
Total	70 (79.5)	18 (20.5)	88 (100)		
Access to credit				0.019	0.890
Yes	7 (77.8)	2 (22.2)	9 (100)		
No	63 (79.7)	16 (20.3)	79 (100)		
Total	70 (79.5)	18 (20.5)	88 (100)		

Legend: Number of observations in in-depth survey = 88; X2: Chi-square test; percentage in brackets.

Surprisingly, compared with the literature, the results in Table 27 show that none of the institutional factors is statistically significant in explaining the use or non-use of mutual aid. This may be justified by the inoperative nature of the institutional/organizational framework supporting urban agriculture in Lubumbashi, our results showing, for example, the low number of farmers who are members of an association.

4.4.3. Aspects of mutual aid mobilized by farmers.

Tableau 28 : Sharing production resources

Main production factors	N	Exchange intensity
Land capital	37	1 (0,1)
Financing	0	-
Workforce	0	-
Hoe	70	4,1 (1,3)
Motor pump	20	1,1 (0,3)
Watering can	50	4,8 (1,4)
Buckets	24	1,1 (0,3)
Spade	37	1,1 (0,3)
Seeds	55	1,4 (0,6)
Crop protection products	54	3,2 (1,6)
Urea	0	-
NPK	0	-
Chicken droppings	49	3,1 (1,4)
Weighted average 15.1		

Legend: Number of observations of farmers having mobilized forms of mutual aid = 70; N: Number of farmers in the sample having mobilized mutual aid on the resource concerned. Exchange intensity represents the number of exchanges a farmer has had with other farmers, standard deviation in brackets. This does not necessarily correspond to the number of farmers with whom exchanges took place, as different aspects can be exchanged with the same farmer.

The results in Table 28 show that, overall, in terms of exchanges of production resources, over the course of a production cycle, a farmer exchanges on average 15.1 times with other farmers. According to the nature of the resources exchanged, the results show that 49.7% of exchanges concern equipment such as hoes and watering cans, 38.4% inputs (phytosanitary products, chicken droppings and seeds), and 11.9% land capital and agricultural equipment such as motor pumps, spades, and buckets. On the other hand, resources such as financing, labor, and chemical fertilizers (urea and NPK) are not traded. During our interviews, most farmers claimed that the role played by the hoe and watering can is inescapable. It is impossible to have a successful production cycle without them, as they can compensate for the need for other equipment. The hoe, for example, can be used for several tasks, including stumping, bed-making, sowing, and weeding, while the watering can may be used for watering, spraying and sprinkler fertigation. The spade is used for only one stage of the technical itinerary, namely soil preparation, and is therefore the subject of a lower intensity of exchange than the hoe or watering cans. A 61-year-old farmer interviewed in Kashamata said that, at present, young people come to do market gardening without equipment and that they rely on their help to make a successful crop cycle. In addition,

the presence of young farmers on market gardening sites is very important, as they help the older ones with the heavy tasks and pass on old practices. According to this farmer, market garden sites are thus places of great conviviality, clearly defined by mutual aid. In addition, equipment such as hoes and watering cans are often acquired thanks to donations from development aid projects, NGOs, churches, and politicians. Unfortunately, it appears that such donations are decreasing, and young people find it difficult to acquire the equipment they need, thereby rendering mutual aid more critical.

Furthermore, the same results in Table 28 show that, depending on the number of farmers involved in mutual aid and the relationships a farmer has with these colleagues via the resources exchanged during a production cycle, four categories of resources are defined. These are (i) highly exchanged resources with a high exchange intensity (hoes, watering cans, plant protection products and chicken droppings), (ii) highly exchanged resources with a low exchange intensity (land capital, spades, and seeds), (iii) resources with a low exchange intensity (motor pumps and buckets) and (iv) non-exchanged resources (financing, labour, chemical fertilizers).

Tableau 29 : Sharing know-how

Variables	N	Exchange intensity
Soil preparation	48	2.5 (1.5)
Seeding techniques	55	1.4 (0.5)
Watering techniques	51	2.1 (0.8)
Soil fertility management	56	4.6 (1.1)
Crop protection	54	2.2 (1.3)
Weed control	49	1.1 (0.3)
How to sell	53	1.5 (0.6)
Weighted average 11.6		

Legend: Number of observations of farmers having mobilized forms of mutual aid = 70; N: Number of farmers in the sample having mobilized mutual aid on the know-how concerned. Exchange intensity represents the number of exchanges a farmer has had with other farmers. It does not necessarily correspond to the number of farmers with whom exchanges took place, as different aspects can be exchanged with the same farmer.

The results in Table 29 show that, overall, in terms of exchanges of agricultural know-how, over the course of a production cycle, a farmer exchanges know-how with other farmers an average of 11.6 times. According to the nature of the know-how exchanged, the results show that 46.6% of exchanges concern soil fertility management know-how and soil preparation techniques, 29.3% concern watering, sowing and weeding techniques, 14.6% concern crop protection techniques and 9.5% concern vegetable sales methods.

Furthermore, the same results in Table 29 show that, except for know-how sharing on sowing and weeding techniques, which are highly exchanged but of low intensity, all other techniques, such as those relating to fertility management, soil preparation, pest control and sales, are highly exchanged and of high intensity.

During our in-depth interviews with farmers, some of them stated that they were faced with a lack of autonomy in terms of production equipment and uncertainty as to the choice of appropriate production techniques. A 19-year-old farmer interviewed in Tingi-Tingi said that urban agriculture was his main activity, enabling him to contribute to the survival of his poverty-stricken household and cover his school fees. However, he did not own any farming equipment. To produce, he must ask for help with equipment and know-how from the more experienced farmers on his production site, whom he considers to be his father and mother. He also uses equipment left by sick or deceased farmers. However, this young farmer points out that asking for more help destroys his self-esteem and can lead to conflict if the equipment he asks for is lost or destroyed. He hopes that one day, public urban agriculture services and development support projects will be able to step in and provide him with the training and equipment he needs to become autonomous.

Figure 22 below shows the distribution of the 27 respondents who were asked to choose just one of the three social ties most frequently mobilized to help each other. Neighborhood relations were cited by 40% of farmers surveyed, kinship relations by 32.9% and belonging to the same religious denomination by 27.1%.

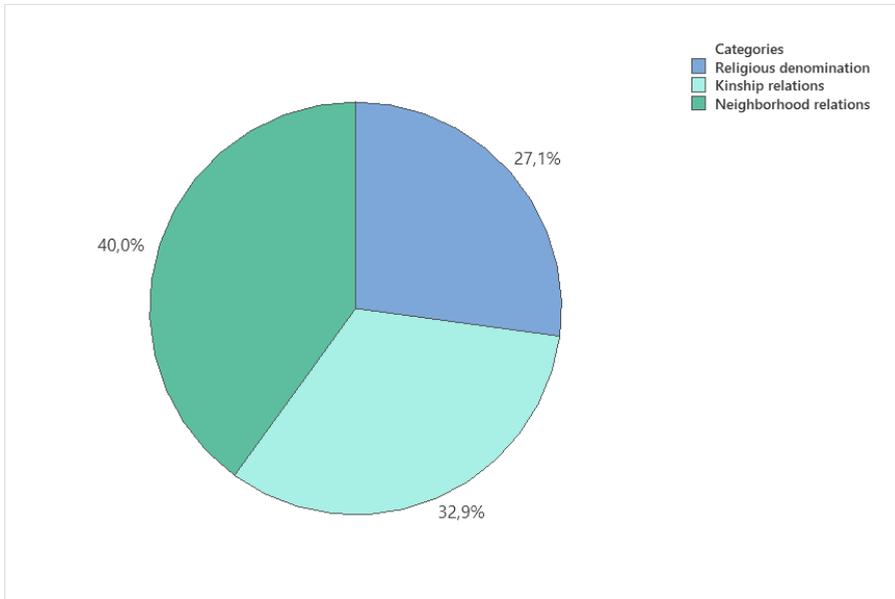


Figure 23 : Distribution of farmers according to social ties mobilized

4.5. Discussion

4.5.1. *Characteristics of farmers in relation to mutual aid*

The results show that 79.5% of the surveyed farmers had to resort to mutual aid during a production cycle. This result is in line with a study showing that mutual aid reduces the risks associated with agricultural production, particularly for small farmers with few resources (Keeley et al., 2019).

The results of our survey show a high representation of young people in urban agriculture in Lubumbashi (67.4%, slightly accentuated in the in-depth survey sample (72.7%)), and that being young is an explanatory factor for the practice of mutual aid. Authors such as Ouko et al, (2022) assert that rising unemployment in the cities of developing countries is forcing young people to turn to informal income-generating activities, such as urban agriculture. Similarly, in Cameroon, with lucrative activities saturated in both the formal and informal sectors, poverty is reaching worrying levels, endangering 30% of the population of the city of Yaoundé. To survive, unemployed young people are forced to take up urban agriculture, exploiting the swampy lowlands and public spaces available in urban areas (Sogang & Monkouop, 2022). In Africa, urban agriculture has indeed been shown to reduce poverty and food insecurity (Adenle et al., 2019).

However, in a context of chaotic urbanization of cities in developing countries, access to urban agriculture remains largely limited by the high cost of land capital (Nchanji & Nchanji, 2022; Raei, 2023). Unplanned urbanization hampers urban agriculture through intense competition for land between developers and farmers (Abdulai, 2022). Authors such as Fischer et al, (2020) argue that land competition creates gender and generational inequalities. These inequalities exacerbate the difficulties faced by marginal urban communities in developing countries (women and young people) in gaining access to production resources (Ingutia & Sumelius, 2022; Meinzen-dick et al., 2014).

Typically, young urban dwellers adopt urban agriculture for lack of other survival options, and thus face numerous problems (Tambwe et al., 2011). For example, difficulties of access to land (Sogang & Monkouop, 2022) lack of knowledge and experience (Ding & Kinnucan, 2011) financial challenges and lack of access to credit (Eistrup et al., 2019; Jablonski et al., 2022). These numerous difficulties encountered by young farmers are likely to limit the performance of their farms, which may explain their reliance on informal mutual aid networks, particularly with their elders in order

to ensure the survival of their farms and households (Jansuwan & Zander, 2022; Nsele et al., 2022).

Over time, the performance of young farmers' farms is associated both with an increase in their size and productivity, and with their strong involvement in sociocultural activities (Jablonski et al., 2022). The farms of young farmers are more likely to have resource requirements than those of older farmers. This may explain the strong involvement of young people in informal mutual aid networks (Jansuwan & Zander, 2022). Young farmers appear to often turn to their elders in order to overcome the multiple constraints associated with production (Tangtong et al., 2022).

Our results also show that farmers affiliated to a religious denomination made greater use of mutual aid than those not belonging to any religious denomination. This can be justified by the simple fact that, outside public spaces, most farmers farmland belong to churches of which being a member strengthens the social ties through prayer groups and thus facilitates mutual aid.

Our results also show that farmers with head-of-household status were more likely to resort to mutual aid. During our in-depth interviews, one farmer heading a household of 8 members stated that vegetable production was his household's main source of income. Unfortunately, the income from this activity does not cover the household's basic needs, let alone those related to running the farm. Recourse to mutual aid in this context, amplified by the inefficiency, or even absence, of the institutional framework supporting agriculture, remains an indispensable support to ensure production and survival. This echoes a study carried out in Zimbabwe, which revealed that, in the absence of public social assistance, poor urban households facing idiosyncratic shocks rely heavily on networked households and informal groups and, to a lesser extent, donors (Dafuleya et al., 2021).

Our results reveal that only one economic factor is statically significant in explaining whether farmers engage in mutual aid. Indeed, farmers who do not have diversified sources of income are more likely to practice mutual aid. It should be noted that diversification of income sources has always been advocated by development support projects as well as by scientific research, which sees it as a means of ensuring the self-sufficiency of poor households and their farms (Gugissa et al., 2022; Vernooy, 2022). This aspect is therefore confirmed in our analysis, which seems to indicate that mutual aid is unavoidable in the absence of diversified sources of income.

Another important insight from the survey is that no institutional factor appears statistically significant in explaining the practice of mutual aid. The institutional framework for urban agriculture in Lubumbashi is headed by the National Service for

Urban and Peri-urban Horticulture, specialized in this field within the Ministry of Agriculture and Rural Development. There is also a Municipal Consultation Committee chaired by the city's mayor, responsible for (i) mobilizing the various services and skills required for the sustainable development of urban agriculture, (ii) managing the land access process and (iii) integrating the activity into the urban development plan. Farmers are grouped within the Lubumbashi Market Gardeners Committee, created in 2004 to support farmers' associations (Mutshail, 2014).

Although several farmers' associations exist thanks to the support of the Lubumbashi urban and peri-urban horticulture project, our survey shows that only a minority of farmers (30.8 or 35.2 for the reduced sample) are members of the associations in question. Some authors have made the same observation (Ntumba et al., 2015). One study revealed that Lubumbashi's farmers' associations currently exist in name only. Farmers are no longer members because the leaders of these associations are accused of being selfish in sharing the donations they receive. This leads to conflict and mistrust, with the result that most of the associations are dysfunctional or even closed. Instead, these farmers rely on informal mutual aid networks (Nsele et al., 2022).

4.5.2. Aspects of mutual aid mobilized by farmers.

In agriculture, mutual aid can relate to various aspects, such as the collective sharing and development of know-how and/or the sharing of scarce resources (Vansant et al., 2022). Our results also show that farmers in Lubumbashi use these two forms of mutual aid. Furthermore, resources such as hoes and watering cans are widely exchanged because of their essential role in monitoring technical itineraries, and because they can be used by several farmers during the same cropping cycle. Studies have shown that in developing countries, the agricultural tasks involved in urban market gardening are extremely arduous, as they are generally carried out by hand, using hoes and watering cans, which are the main farming equipment (Mhache & Lyamuya, 2019; Tiwari et al., 2022).

Furthermore, phytosanitary products are heavily exchanged due to the severity of the damage caused by pests and the proximity between two or more market garden farms. In Lubumbashi, farmers opt for simultaneous spraying of surrounding gardens, obviously in agreement with their owners, in order, they say, to limit the spread of pests. One study claims that the cutworm "*Agrotis ipsilon* L" is the most dangerous pest in Chinese cabbage production in Lubumbashi (Mushagalusa & Nkulu, 2020). Authors such as Mekonnen et al. (2022) assert that the proximity of farms facilitates various forms of exchange between farmers.

Chicken droppings are heavily traded due to the drastic decline in soil fertility levels, farmers' insufficient knowledge of composting techniques, low costs and the psychosocial barriers associated with acquiring these droppings. Overall, soils in the Lubumbashi region are considered poor in terms of fertility (Kasongo et al., 2013). Although urban agriculture is practiced on hydromorphic valley-bottom soils, which are reputed to be rich in fertility (Atibu et al., 2016) their cultivation leads to an accelerated reduction in organic matter content, resulting in a collapse of their chemical, biological and physical fertility. In addition, due to their topographical position, valley bottom soils accumulate waste enriched with heavy metals from ore processing plants installed in and around Lubumbashi (Mpundu et al., 2013). Authors such as Mpundu et al. (2014) demonstrate that organic soil improvers sustainably improve soil fertility and limit the mobility of heavy metals.

One study points out that, due to a lack of knowledge of composting techniques, market gardeners in Lubumbashi resort to chicken droppings, which they obtain at low cost or even free of charge from breeders scattered around the city. However, older farmers find it difficult to make long journeys in search of chicken droppings, and young, generally well-educated people are reluctant to roam the city with bags of droppings on their heads, for reasons linked to the preservation of self-esteem, in the face of the poor opinions that city dwellers have of urban agriculture (Nsele et al., 2022). According to one study, government officials, city dwellers and social scientists present urban agriculture as a sign of rurality "displaced" to urban areas, at best as a response to poverty and crisis, or as a practice reserved for "thrifty housewives". These narratives have distorted our understanding of urban agriculture (Peša, 2020).

Thus, chicken droppings can be traded between young farmers willing to overcome psychosocial barriers to offset the costs of chemical fertilizers and older farmers, and in other cases between farmers willing to bear the costs associated with transporting droppings and those willing to collect droppings from breeders.

Land capital is highly traded and of low intensity, because in a context of chaotic urbanization, land is a scarce and expensive commodity (Nkosi et al., 2022). So, insofar as a farmer may own land and wish to help other farmers, he will only be able to help one of the many farmers looking for land. Once transferred, land can only be exchanged at the end of the production cycle, which may limit its propensity for mutual aid, unlike other resources which can be exchanged during a production cycle. It can also happen in some cases that farmers cannot access land because it has been

acquired by people who care little about farming, and the land goes unused (Fajobi et al., 2022).

According to one interviewed farmer, most farmers who own land do not have title deeds. They are therefore reluctant to help each other for fear of being swindled. Similarly, land conflicts linked to spoliation and the demarcation of farms are a real scourge that hampers social peace in market garden areas. Numerous studies show that land pressure is a universal constraint on urban agriculture (Royer et al., 2023; Sumbo et al., 2023).

Resources such as motor-driven pumps and buckets are little traded and of low intensity due to their low level of use. One study points out that small urban producers water their crops manually using watering cans (Mawois et al., 2011). Authors such as Nsele et al. (2022) reported that only 25.2% of urban farmers in Lubumbashi had used motor pumps during a Chinese cabbage production cycle, and that farmers' access to motor pumps was based on group purchase. Most farmers (74.8%) water their crops manually with watering cans.

Resources such as finance, labor and chemical fertilizers are not traded. This may be explained by farmers' difficulties in accessing finance (Deresse & Zerihun, 2018) and the high price of chemical fertilizers (T. Liu & Wu, 2022). The low level of labor exchanges at the mutual aid level can be justified by the fact that small producers often opt for family labor, which is generally available, and that, failing to call on outside labor, they reciprocally perform tasks on the farms, or they decide to pay the labor.

One study highlights the potential of collective know-how sharing and development to optimize local farming systems. However, farmers often lack the knowledge and time to establish formal collaborations within associations and reorganize work, logistics and communication processes (Lutz et al., 2017). Authors assert that technical know-how is channeled through informal networks of mutual aid between farmers (Hoang et al., 2006).

Unfortunately, studies show that the cultivation techniques used by farmers in Lubumbashi, such as integrated soil fertility management, which combines chemical fertilizers with chicken droppings and is only practiced by 58.4% of farmers (Nsele et al., 2022) and those of crop protection based on the abusive and unprotected use of phytosanitary products, only accelerate soil degradation (Kesonga, 2017) exposing farmers to enormous health risks (Mengistie et al., 2017; Sookhtanlou et al., 2022) and alter the quality of vegetables in terms of heavy metal content (Mununga et al., 2023). Hence the need to train farmers in sustainable production techniques, in the

context of the impacts of climate change, which are already exacerbating the uncertainties of small-scale producers (Abid et al., 2019).

Our results reveal that farmers mobilize social ties such as good neighborliness, kinship, and religious affiliation to help each other. These results are consistent with those found by Wedajo and Jilito (2020). Other authors add that factors such as ethnic origin, socio-cultural status and power relations influence farmers' access to information (Hoang et al., 2006). In our in-depth interviews, some farmers stated that, in addition to their indispensable importance to farm and household survival, farmer-to-farmer exchanges also ensure social cohesion and access to a variety of useful information such as political, religious and security communications. Some studies have emphasized that information sharing between farmers remains more relevant than ever, particularly with regard to their role in the emergence of innovative techniques and technologies (Nakasone & Torero, 2016; Omulo & Kumeh, 2020).

In addition, our results have enabled us to understand the crucial role of informal mutual aid networks in maintaining farms and the survival of farming households in a period of chaotic urbanization, ineffective institutional frameworks, and widespread climate change. The strong mutual aid dynamics revealed by our results in these informal mutual aid networks constitute powerful and inexpensive communication channels, likely to ensure the dissemination of agricultural innovations to small urban producers. This finding will be useful for implementing policies and strategies aimed at improving the agricultural productivity of small-scale urban producers by promoting agricultural innovations.

4.6. Conclusion

This paper examines how urban farmers in Lubumbashi are compelled to mobilize social ties to support each other to face of the multiple constraints of urban agriculture, and thus ensure the survival of their farms and households. The study deciphered the dynamics of mutual aid in an urban farming context characterized by the arrival of many young farmers.

The data collected through the exploratory survey show that urban agriculture in Lubumbashi is practiced by young people (67.4%) who are women (56.3%), married (78.5%), inexperienced (68.1%), and for whom urban agriculture is the main survival activity (91%). Furthermore, these farmers are not members of producers' associations (69.2), have no access to credit (87.8) and rent land (60.6%). These farmer characteristics are important in explaining their propensity to resort to mutual aid.

Furthermore, the results of our in-depth survey do indeed show that this propensity is high as 79.5% of the surveyed farmers resort to mutual aid for ensuring the success of their crop cycle. This mutual aid involves two aspects: the sharing of production resources, where the farmer meets other farmers 15.1 times, and the sharing of agricultural know-how, where the farmer meets other farmers 11.6 times.

Our results distinguish four categories of resources in this mutual aid network: highly exchanged but exchange-intensive resources (hoes, watering cans, crop protection products and chicken droppings), highly exchanged but exchange-intensive resources (land capital, spades, and seeds), lightly exchanged and exchange-intensive resources (motor pumps and buckets) and non-exchanged resources (financing, labor, chemical fertilizers). In addition, agricultural know-how such as soil preparation techniques, soil fertility management, pest control and vegetable sales are widely shared. These results highlight the need to support and mentor young farmers to enable them to become self-sufficient in production resources and agricultural know-how, to envisage the development of cities in developing countries through sustainable local agriculture.

Our results also show that relationships with neighbors, relatives and religious affiliations are identified by farmers as social ties used to help each other. Some farmers pointed out that excessive demand for help destroys self-esteem and can lead to conflict in the event of loss or destruction of requested equipment. In addition, farmer characteristics such as gender, age, experience, religious affiliation, and the farmer's status in the household are statistically significant factors for explaining the

practice of mutual aid. Furthermore, farmers with diversified incomes seemed less inclined to resort to mutual aid.

Given the high intensity of mutual aid between farmers, the study recommends that policymakers, extension agents and development projects take mutual aid networks into account when drawing up policies for the dissemination of agricultural innovations. For, although informal, these networks have proved to be powerful and inexpensive channels of communication between smallholders within the inoperative institutional framework of urban agriculture. It is therefore important to analyze these informal mutual aid networks in greater depth, in terms of the modalities of mutual aid, and of the governance and access to these informal networks.

Chapitre 5

Discussion générale

5. Discussion générale

5.1. Les difficultés de l'agriculture urbaine dans le contexte des pays en développement et l'importance des innovations

Actuellement, les conséquences de l'urbanisation non planifiée se font sentir dans les villes des pays en développement (Aslam et al., 2021; Balandi et al., 2023). Toutefois, les préoccupations relatives à la sécurité économique et alimentaire ainsi qu'à la protection de l'environnement ont entraîné un mouvement croissant en faveur de la production alimentaire, même dans les villes des pays développés (Eelco & Wertheim-heck, 2022; Filov et al., 2022). Selon Oliveira & Oliveira, (2022), près de 55% de la population mondiale vit désormais dans les villes, et 80% des denrées alimentaires produites dans le monde sont destinées à répondre aux besoins des citoyens. En outre, l'urbanisation entraîne une forte croissance de la demande en denrées alimentaires et en infrastructures urbaines (C. Zhong et al., 2020).

Par ailleurs, la littérature scientifique décrit l'agriculture urbaine comme l'une des principales solutions susceptibles d'assurer le développement durable des villes, grâce notamment à ses fonctions économiques, sociales et environnementales (Kisetu et al., 2022; Skar et al., 2020). Toutefois, l'agriculture urbaine se heurte à un défi majeur : la demande croissante de denrées alimentaires, dans le contexte du déclin de la productivité des terres dû à l'urbanisation (Caka, 2022; Specht et al., 2014). Il convient également d'ajouter que l'accès limité à la terre et le manque de sécurité foncière constituent un autre aspect critique pour l'agriculture urbaine, en particulier lorsque les fonctions de production sont en concurrence avec d'autres utilisations plus rentables pour les propriétaires terriens (Lovell, 2010).

Les tendances générales soulignent la nécessité pour les décideurs politiques, en particulier dans les pays en développement, de fournir des services et de promouvoir des techniques innovantes susceptibles de renforcer l'agriculture urbaine (Wang et al., 2023; Yan et al., 2022). Le plus important de ces services vise à légaliser l'agriculture urbaine, une étape vers la sécurisation des terres pour les citoyens pauvres (Hawes et al., 2022). En effet, la nature encore très informelle de l'agriculture urbaine, en RDC mais aussi dans nombreux pays en développement, crée un vide en matière de gouvernance, qui doit être comblé par la formulation d'une politique, d'une gestion institutionnalisée régulière et participative, impliquant toutes les parties prenantes, afin d'accroître la sécurité alimentaire et de préserver l'environnement urbain (Bryld, 2003).

L'agriculture urbaine dans les pays en développement peut également constituer un réel risque sur la qualité des ressources en eau, notamment en augmentant les niveaux de polluants dans les nappes phréatiques (Mok et al., 2014). Pour réduire le risque de pollution, les agriculteurs peuvent utiliser des intrants organiques ou des techniques de lutte intégrée contre les ravageurs (De Bon et al., 2009; Muhie, 2022). Il appartient également aux gouvernements et aux projets d'aide au développement de diffuser les innovations agricoles et de former les agriculteurs aux meilleures pratiques. Il s'agit par exemple des pratiques de traitement des eaux usées et des techniques de compostage, étant donné que les citoyens devront participer à la production alimentaire et à la valorisation des déchets agricoles afin de réduire la pollution et d'optimiser l'utilisation des eaux (Hosseinpour et al., 2022; Weidner et al., 2019).

Au regard de ce qui précède, (Muhie, 2022) insiste sur la nécessité, pour les agriculteurs urbains des pays en développement, d'adopter des techniques susceptibles de renforcer l'agriculture urbaine. Par conséquent, assurer la sécurité alimentaire, améliorer la durabilité sont autant de défis à relever dans le secteur de l'agriculture urbaine (Oliveira & Oliveira, 2022).

Toutefois, divers éléments de contexte constituent de véritables « verrouillages » (sur cette notion appliquée aux questions agricoles, voir (De Herde et al., 2019) à l'essor et au renforcement de l'agriculture urbaine dans les pays en développement. Comme dans la plupart des villes des pays en développement, l'agriculture urbaine à Lubumbashi contribue de manière significative à la survie des ménages pauvres (Tambwe et al., 2011). En dépit de ce rôle crucial de l'agriculture urbaine, les responsables gouvernementaux et miniers, ainsi que les citoyens de Lubumbashi, décrivent systématiquement cette activité comme informelle et féminisée, et comme un signe de la ruralité "déplacée" dans les zones urbaines. Des tels récits faussent la compréhension et détruisent l'image de l'agriculture urbaine, comme cela a été montré dans une étude récente portant sur la région de la « ceinture du cuivre » (Peša, 2020).

Par ailleurs, l'urbanisation chaotique et l'expansion des activités minières ont conduit à la pression foncière ainsi qu'à la contamination des sols aux métaux lourds (Mpundu et al., 2013) avec des conséquences néfastes également sur l'eau destinée à l'irrigation (Atibu et al., 2016). De plus, les auteurs soulignent également que l'exploitation du cuivre et du cobalt à Lubumbashi est accompagnée de rejets de sous-produits riches en zinc, en plomb, en arsenic, en cadmium et en composés soufrés (Shutchka et al., 2015). Or, de tels rejets sont nocifs pour l'environnement, car l'air, l'eau et le sol accumulent des contaminants qui perturbent leurs propriétés et leurs fonctionnements (Mununga et al., 2023).

Actuellement, sur le plan technique, l'agriculture urbaine de Lubumbashi reste associée à des pratiques inadéquates telles que la culture sur brûlis, pratiquée par la majorité des agriculteurs comme moyen rapide de défricher le sol. Cette pratique entraîne la perte de la matière organique du sol et l'expose à l'érosion (Mushagalusa & Nkulu, 2020). En outre, une étude met en évidence la problématique de l'utilisation non raisonnée de produits phytosanitaires par les agriculteurs, sans équipement de protection, les exposant à d'énormes risques sanitaires et conduisant à la destruction de l'entomofaune utile, telle que les abeilles (Mushagalusa, 2019). Une enquête menée en 2016 a révélé de mauvaises pratiques de fertilisation liées à l'utilisation excessive d'engrais chimiques par les agriculteurs de Lubumbashi (Kesonga, 2017).

Les constats qui précèdent s'inscrivent pourtant dans un terrain de recherche qui a bénéficié de l'appui, durant la période allant de 2000 à 2010, d'un projet de développement financé par la FAO, à savoir le projet HUP-FAO, dont l'objectif visait précisément à soutenir le renforcement de l'agriculture urbaine à Lubumbashi. Ce dernier a participé à la promotion de paquets d'innovations destinés aux agriculteurs des périmètres maraîchers et à la diffusion des pratiques de production et de protection intégrées, telles que les cultures exotiques (chou chinois, choux pommés, etc.) ; la motopompe ; la gestion intégrée de la fertilité des sols, basée sur la valorisation de la matière organique et l'utilisation raisonnée des engrais chimiques, le compostage, le labour en planche, l'association et rotation des cultures ; les variétés résistantes aux maladies, les extraits de plantes à effet insecticide et l'utilisation raisonnée des pesticides (Mushagalusa & Nkulu, 2020; Mutshail, 2010; Nsele et al., 2022).

En ce qui concerne la performance économique des exploitations, nos résultats font ressortir le faible revenu journalier perçu par les agriculteurs. Au cours d'un cycle de production d'environ 45 jours, les agriculteurs obtiennent un revenu brut moyen de 282335 CDF (150,2 euros), soit un revenu journalier faible de 5 354 CDF (2,8 euros), qui ne permet pas aux agriculteurs de satisfaire les besoins de base du ménage composé en moyenne de sept personnes. Toutes autres choses restant égales par ailleurs, le maraîcher doit cultiver une superficie minimale de 10,6 ares pour dégager 9,25 dollars américains et permettre aux 7,4 membres du ménage d'atteindre le seuil de pauvreté.

Nos résultats rejoignent les conclusions de nombreux auteurs qui ont affirmé que l'agriculture urbaine dans des villes des pays en développement affiche de faibles performances économiques et que de plus, le système extensif adopté par les agriculteurs ne peut garantir le développement durable de l'activité (Collier & Dercon,

2014; Jayne et al., 2019), au vu des impacts néfastes de l'urbanisation qui rendent les terres agricoles rares et coûteuses (Abdulai, 2022; Nchanji & Nchanji, 2022).

Dans le même temps, l'urbanisation rapide qui se traduit par une diminution de la taille des exploitations (Loison & Loison, 2015; Osumanu & Ayamdoo, 2022), les défis croissants liés à la dégradation des sols et la reconnaissance croissante des coûts environnementaux ont convergé pour accroître l'urgence liée à l'augmentation de la productivité agricole des terres cultivées. Il est admis que, dans ce contexte, les agriculteurs devront intensifier leur systèmes de production en adoptant des innovations agricoles (Jayne et al., 2019).

Des auteurs tels que Tene et al., (2013) ont affirmé que la faible productivité des exploitations agricoles en Afrique subsaharienne est en partie attribuée au faible taux d'adoption des innovations par les agriculteurs. Une étude affirme que malgré le rôle décisif joué par les pratiques agricoles durables (PAS) dans l'amélioration de la productivité agricole, du bien-être et de la sécurité alimentaire des agriculteurs, le taux d'adoption de ces dernières reste faible, en particulier dans les pays en développement (Oyetunde-Usman, 2022). En Afrique subsaharienne, de nombreux programmes d'aide au développement agricole se sont concentrés sur les technologies avancées, notamment les cultures hybrides et génétiquement modifiées, la révolution verte, mais les preuves de l'efficacité de ces technologies pour les agriculteurs restent limitées. Comme cela a été montré dans le travail d'Adenle et al., (2019), il convient de veiller à promouvoir des innovations dont la plus-value tant pour la durabilité que pour les agriculteurs apparaît évidente. Sans cela, on court le risque de voir ces innovations rejetées. Par ailleurs, plusieurs études ont révélé l'existence de facteurs sociodémographiques (Tata & McNamara, 2016), économiques (Mponela et al., 2016) et institutionnels susceptibles de motiver ou d'entraver les décisions des agriculteurs d'adopter des innovations agricoles (Ruzzante et al., 2021). Ainsi, l'identification de ces facteurs peut servir de base à la recherche de politiques ou stratégies visant à promouvoir les innovations agricoles et à faciliter leur adoption par les agriculteurs.

5.2. Obstacles à l'adoption des innovations agricoles par les agriculteurs

Les recherches sur les faibles performances des petites exploitations agricoles des pays en développement se sont multipliées au cours de ces dernières décennies (Bernard et al., 2023; Tabe-ojong & Tabe-ojong, 2022), et l'une des solutions proposées est l'adoption par les agriculteurs des innovations agricoles. Ainsi, les innovations ont été promues par les centres de recherche agronomique (Tene et al., 2013) et par les projets d'aide au développement (Mutshail, 2010). Malheureusement, les nombreux obstacles à l'adoption limitent les agriculteurs dans l'amélioration des performances de leurs exploitations (Ruzzante et al., 2021).

Parmi les principaux obstacles à l'adoption, figurent : la complexité et la difficulté de compréhension de l'agriculteur à l'égard d'une innovation, la facilité avec laquelle les résultats de l'adoption sont observables, le coût financier, les croyances et les opinions de l'agriculteur à l'égard de l'innovation, le niveau de motivation de l'agriculteur, la perception par l'agriculteur de la pertinence de l'innovation et l'attitude de l'agriculteur à l'égard du risque et du changement (David et al., 2022; Guerin, 1994). Une étude ajoute le manque de disponibilité financière, l'instabilité des régimes fonciers, le manque de formation ainsi que l'insuffisance des canaux de communication. Nous reviendrons plus amplement sur ce dernier point à la section 5.3.

Pour expliquer les décisions qui motivent ou entravent les agriculteurs d'adopter des innovations agricoles, nous avons mobilisé la théorie de l'adoption qui combine des éléments de la théorie de la décision et de la diffusion (Alavion et al., 2017; Ruzzante et al., 2021). Certains auteurs ont conclu que la décision d'un agriculteur d'adopter une innovation agricole peut être influencée par les caractéristiques intrinsèques de l'innovation (Diederer, et al., 2003). Par ailleurs, de nombreux auteurs ont indiqué que les innovations dont l'adoption nécessite des changements de pratiques et moins de financement ont plus de probabilités d'être adoptées par les petits agriculteurs pauvres, contrairement à celles dont l'adoption requiert des investissements financiers importants (Kwadzo & Quayson, 2021; Ruzzante & Bilton, 2021). De plus, des auteurs comme Kwadzo & Quayson, (2021) ont confirmé l'influence significative de facteurs tels que l'appartenance à une association et l'accès au crédit dans l'adoption de la gestion intégrée de la fertilité des sols par les agriculteurs. Notre étude (voir chapitre 3 de la thèse) a montré l'influence significative des réseaux informels d'entraide dans l'adoption pérenne de la gestion intégrée de la fertilité des sols (Nsele

et al., 2022). De plus, nos résultats ont montré que les facteurs et les barrières à l'adoption pour les deux catégories d'innovations étudiées sont contrastés, mais les réseaux informels d'entraide ont des vertus permettant potentiellement de surmonter certaines de ces barrières.

Par ailleurs, les modèles théoriques mettent en évidence plusieurs sphères d'influence qui concourent à la prise de décision en matière d'adoption des innovations. Il s'agit de l'innovation-diffusion, des contraintes économiques et du contexte de l'utilisateur (Diederer, van Meijl, et al., 2003). En accord avec plusieurs autres études empiriques qui ont développé des modèles économétriques afin d'expliquer les décisions des agriculteurs (Negatu & Parikh, 1999), nous avons combiné les variables de ces modèles pour identifier les facteurs susceptibles d'influencer les décisions des agriculteurs de Lubumbashi d'adopter durablement les innovations agricoles.

Pour ce faire, nous avons retenu deux catégories d'innovations contrastées du paquet promu par le projet HUP-FAO (2000-2010) dans les périmètres maraîchers de Lubumbashi : la première fait partie de la catégorie des innovations liées à la mécanisation et aux infrastructures agricoles (i.e. motopompe) ; et la seconde appartient à la catégorie des innovations liées à la gestion des ressources naturelles (i.e. gestion intégrée de la fertilité des sols).

Le choix de ces deux types d'innovations contrastées laissait à penser que les facteurs susceptibles de motiver ou d'entraver leur adoption pérenne ne seraient pas identiques. En effet, on peut notamment souligner que, dans le cas de la première (i.e. la motopompe), l'adoption nécessite plus d'investissements financiers, alors que, pour la seconde (i.e. la gestion intégrée de la fertilité des sols), l'adoption nécessite plutôt des changements de pratiques. Par ailleurs, eu égard à l'ensemble du paquet d'innovations promues il y a plus d'une dizaine d'années, l'adoption des deux innovations retenues comme modèles n'a pas été complètement pérennisée ni totalement rejetée par les maraîchers. Ce choix offrait donc la possibilité de confronter, dans l'analyse économétrique, le positionnement des adoptants et des non-adoptants pour une même innovation. La prise en compte des résultats issus de cette approche constituera un élément essentiel dans l'évaluation des stratégies susceptibles de motiver l'adoption des innovations qui sont proposées dans les différents axes du projet Zorclub. Ces innovations ne pouvaient effectivement pas être évaluées directement dans notre étude étant donné qu'elles n'étaient pas encore finalisées au moment d'entamer notre travail d'enquête et d'analyse.

Ainsi, nos résultats ont montré que la motopompe, dont l'adoption nécessite plus d'investissement financier, a été faiblement adoptée (25,2%) par les maraîchers. Les facteurs tels que le statut foncier, la diversification des sources de revenus, l'appartenance à une association et l'accès au crédit ont significativement influencé son adoption pérenne.

Nos résultats corroborent ceux des auteurs qui affirment que la probabilité qu'une innovation agricole soit adoptée par les petits exploitants pauvres est plus faible, surtout lorsque son adoption nécessite des investissements financiers plus importants (Kangogo et al., 2021; Smidt & Jokonya, 2022). Une autre étude ajoute que les innovations liées à la mécanisation et aux infrastructures agricoles, telles que les machines agricoles, ne peuvent être adoptées que par des agriculteurs disposant de tailles d'exploitation minimales susceptibles de rendre leur adoption rentable (Kwadzo & Quayson, 2021). Or, à l'heure actuelle, nos résultats montrent qu'aucun maraîcher urbain n'exploite une superficie qui atteint 10,6 ares, soit la superficie minimale nécessaire pour générer le revenu journalier permettant à tous les membres du ménage de se situer au seuil de pauvreté. La taille maximale d'une exploitation maraîchère étant de 6,99 ares. Une autre option serait d'accéder à ces innovations via des achats mutualisés (Lucas et al., 2015). Dans notre cas d'étude, cette mutualisation doit à l'évidence s'appuyer sur les dynamiques d'entraide mises en exergue dans notre analyse.

A la lumière des résultats présentés dans le chapitre 2, qui mettent en évidence les faibles surfaces cultivées par les agriculteurs et leur faible potentiel financier, attesté par le faible revenu journalier généré par l'agriculture urbaine, notre analyse souligne la nécessité de réorganiser les cadres institutionnels ou organisationnels et économiques d'appui à l'agriculture, afin de faciliter l'accès à la terre et au financement agricole, en amont d'une réflexion sur la promotion des innovations requérant des investissements plus substantiels.

Par ailleurs, la gestion intégrée de la fertilité des sols, dont l'adoption nécessite un changement de pratiques, a été adoptée par plus de la moitié des agriculteurs interrogés (58,4%). Les facteurs tels que l'accès de l'agriculteur aux réseaux informels d'entraide, l'appartenance à une association et l'accès au crédit ont significativement influencé son adoption pérenne.

De plus, nos résultats ont révélé que les difficultés d'accès à la matière organique par les agriculteurs entravent la mise en œuvre effective de la gestion intégrée de la fertilité des sols telle que promue dans le paquet du projet HUP-FAO 2000-2010, c'est-à-dire la valorisation de la matière organique tout en réduisant le recours aux

engrais chimiques. Ces mêmes résultats ont mis en évidence la nécessité de former les agriculteurs à des pratiques de valorisation de la matière organique, telles que le compostage.

Ainsi, dans les périmètres maraîchers de Lubumbashi, des techniques de production et de protection intégrées (PPI) ont été diffusées par le projet HUP-FAO, permettant aux maraîchers d'adopter une série de bonnes pratiques agricoles, telles que l'usage des amendements organiques, ayant entraîné l'amélioration des rendements des cultures et des revenus (Mutshail, 2010; Nsele et al., 2022). Ceci rejoint les constats formulés par d'autres études qui confirment que les amendements organiques offrent aux agriculteurs la possibilité d'améliorer les rendements des cultures, de réduire le coût des engrais chimiques souvent trop onéreux (Jjagwe et al., 2020; Wei et al., 2022), mais aussi de diminuer le transfert des métaux lourds du sol vers les plantes, en particulier dans les zones contaminées (Mpundu., et al., 2014; Mununga et al., 2023). Une étude affirme que le compost, en tant que matière organique stabilisée, permet d'assainir les sols dégradés et de restaurer leur fertilité, de séquestrer le carbone dans le sol et de minimiser le coût des intrants chimiques (engrais, pesticides, carburants), réduisant ainsi les coûts de production et les effets négatifs de l'agriculture urbaine sur l'environnement (Pergola et al., 2018).

Malheureusement, l'une des principales techniques de valorisation des matières organiques, telle que le compostage, reste peu pratiquée par les agriculteurs des pays en développement (Esmail & Oelbermann, 2022; Waqas et al., 2023).

5.3. Structures d'auto-organisation et canaux informels de communication des agriculteurs

Le secteur agricole requiert un soutien efficace prenant la forme de mesures directes ou indirectes d'aide avant et après récolte, qui puissent permettre aux agriculteurs de renforcer leurs systèmes de production et de contribuer ainsi à un développement pérenne et à la réduction de la pauvreté (Kydd et al., 2004). De nombreux chercheurs soulignent que l'État doit jouer un rôle clé dans la gouvernance et l'appui institutionnel au secteur agricole, en facilitant la collaboration et la participation des différents acteurs du secteur, notamment dans la mise en œuvre de politiques et stratégies visant à favoriser le développement local par la promotion des innovations susceptibles d'améliorer la productivité des agriculteurs (Guo et al., 2022; Smidt & Jokonya, 2022). Par exemple, les programmes de vulgarisation et de subvention agricoles permettent d'améliorer efficacement la compétitivité des agriculteurs, tout en facilitant leur accès aux ressources de production (Girma & Kuma, 2022; Guo et al., 2022).

De plus, une étude affirme que le rôle de l'État dans la vulgarisation agricole est examiné à travers les efforts budgétaires qui lui sont consacrés, le nombre et la qualité des vulgarisateurs engagés, ainsi que l'organisation et les approches de la vulgarisation (Bedrani, 2012). La relation entre la vulgarisation agricole et la productivité des agriculteurs a été largement débattue dans la littérature scientifique (Girma & Kuma, 2022; Qiao et al., 2022). En effet, la vulgarisation agricole améliore les compétences des agriculteurs par le biais de la communication, ce qui leur permet d'accéder plus facilement aux innovations agricoles (Tamsan & Yusriadi, 2022). De même, une étude affirme que les soutiens de l'État par la vulgarisation agricole permettent aux agriculteurs des zones défavorisées de gérer les ressources naturelles en dépit de l'urbanisation et des néfastes conséquences du changement climatique (Poulton et al., 2010). Du point de vue budgétaire, le financement de la vulgarisation dépend du niveau de développement de chaque pays. Ainsi, les pays en développement y consacrent peu de moyens par rapport aux pays du Nord, étant donné leurs ressources limitées et leurs besoins incompressibles (Bedrani, 2012). Les systèmes et méthodes de vulgarisation dans les pays en développement sont cependant toujours considérés comme peu performants (Birner et al., 2009).

Par ailleurs, il ressort clairement d'une étude que le rôle de l'État en matière de gouvernance et d'appui institutionnel est essentiel, car il facilite la collaboration et la participation des différents acteurs du secteur agricole dans la mise en œuvre des actions du développement local susceptibles de soutenir l'adoption des innovations

par les petits exploitants agricoles (Smidt & Jokonya, 2022). Certains auteurs mentionnent la mise en œuvre par les gouvernements africains de programmes de subvention des intrants agricoles visant à augmenter les rendements et les revenus des cultures et à réduire la faim, l'insécurité alimentaire et la pauvreté (Asirvatham et al., 2022; Pingali, 2015). Malheureusement, la plupart de ces programmes n'ont été que de simples ambitions politiques, qui n'ont pas réussi à améliorer la productivité des agriculteurs (Birner et al., 2009).

Outre les soutiens de l'État, les agriculteurs doivent également s'appuyer sur des actions collectives. Par exemple, pour produire, stocker, utiliser l'espace, gérer les ressources communes, commercialiser et faire face aux risques, ils devront s'organiser collectivement, de leur propre initiative ou à l'instigation des autorités, afin d'adopter des stratégies communes construites de manière informelle ou formelle (Lucas et al., 2015).

Certains auteurs soulignent que les agriculteurs sont amenés à s'organiser en associations ou en coopératives, afin de faciliter leur accès au crédit agricole et à la formation, susceptibles d'augmenter leur propension à adopter les innovations agricoles de manière pérenne (Ruzzante & Bilton, 2021). Danso-Abbeam et al., (2020) ajoutent que les petits agriculteurs doivent diversifier leurs sources de revenus, en donnant la priorité aux revenus non agricoles ; ce qui peut garantir les fonds nécessaires pour accéder à la terre, acquérir des intrants et couvrir les coûts d'adoption des innovations agricoles.

Malheureusement, en raison de la faiblesse des soutiens de l'agriculture dans les pays en développement, les agriculteurs restent peu productifs et pratiquent une agriculture de subsistance (Andrew et al., 2022). Par conséquent, ces agriculteurs sont contraints de recourir à des mécanismes informels de survie, tels que les réseaux informels d'entraide (Kesonga et al., 2023; Nsele et al., 2022).

Plus précisément, nos résultats ont révélé que pour garantir la production agricole dans ce contexte de cadre institutionnel ou organisationnel inopérant, les agriculteurs échangent quatre types de ressources au sein des réseaux informels d'entraide : les ressources fortement échangées à forte intensité d'échange (houes, arrosoirs, produits phytosanitaires et fientes de poulet), fortement échangées à faible intensité d'échange (capital foncier, bûches et semences), faiblement échangées à faible intensité d'échange (motopompes et seaux) et non échangées (financement, main d'œuvre, engrais chimiques). Les savoir-faire agricoles liés aux techniques de préparation des sols, de gestion de la fertilité des sols, de lutte contre les parasites et de vente sont largement partagés.

Nos résultats rejoignent ceux trouvés par Meert et al., (2005) qui affirment que le maintien des petites exploitations marginales, et de l'agriculture en général, est largement tributaire d'un large éventail de stratégies de survie, étroitement liées et enracinées dans les structures familiales des petites exploitations agricoles typiques. Onyishi et al., (2022) ajoutent que, dans les pays en développement, l'accès des agriculteurs aux services financiers formels permettant de couvrir les besoins des exploitations agricoles reste faible, surtout chez les petits producteurs, qui ont plutôt recours à des services informels de survie. Ainsi, les services informels d'aide à la survie pour les petits producteurs sont principalement fournis par des institutions financières informelles (Onyishi et al., 2022) et des réseaux informels d'entraide, comme décrit dans les chapitres 3 et 4 de ce document.

À Lubumbashi, l'agriculture urbaine est administrée par le Service National d'Horticulture Urbaine et Périurbaine (SENAHUP), un service spécialisé dans ce domaine au sein du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (Kitiaka, 2014). Les agriculteurs sont appelés à se regrouper au sein du Comité des Maraîchers de Lubumbashi (COMALU), une structure créée en 2004 pour appuyer les associations maraîchères et leur permettre d'accéder à l'encadrement et à l'appui des services de vulgarisation agricole spécialisés, tels que le service national de vulgarisation et les instituts de recherche agronomique (Ragasa et al., 2016).

Le système de vulgarisation agricole en République démocratique du Congo reste inefficace (Ragasa et al., 2016) et le cadre institutionnel d'appui à l'agriculture inopérant, comme mentionné plus haut. Dans ce contexte, la forte dynamique des structures d'auto-organisation des agriculteurs, comme les réseaux informels d'entraide révélés par nos résultats (chapitre 4), peuvent assurer la diffusion des innovations agricoles. Ce constat peut donc servir de base à la mise en œuvre de politiques et de stratégies visant à améliorer la productivité agricole des petits exploitants urbains par le biais d'une promotion des innovations agricoles qui mobilise intelligemment ces canaux de diffusion informels des réseaux d'entraide. Effectivement, une étude soutient que la communication entre agriculteurs par le biais de réseaux informels peut renforcer la diffusion des innovations agricoles et influencer sur leur adoption (Kabirigi et al., 2022).

Malgré le caractère vertueux des réseaux d'entraide mis en lumière par nos résultats, ces derniers demeurent informels, peu structurés et non organisés, voire difficiles à contractualiser dans une vision plus globale. Par ailleurs, certains agriculteurs interrogés ont déclaré que la sollicitation excessive de l'aide détruit l'estime de soi et expose à d'énormes conflits, notamment en cas de perte ou de destruction des

équipements sollicités. De plus, ces réseaux informels d'entraide se distinguent par un afflux important de jeunes agriculteurs inexpérimentés et par une duplication de flux d'informations, lesquels ne se traduisent pas forcément par la propagation de bonnes pratiques de production. Certaines études mettent plutôt l'accent sur les mauvaises pratiques de gestion de fertilité et de ravageurs adoptées par les maraîchers de Lubumbashi (Kesonga, 2017; Mushagalusa & Nkulu, 2020).

La diffusion d'une innovation est un processus et un changement social qui implique différentes techniques de communication (Meena, 2010). La communication est un processus dans lequel les participants créent et partagent des informations entre eux afin de parvenir à une compréhension mutuelle entre les agents de développement et les utilisateurs finaux des innovations. La littérature scientifique fait apparaître que les stratégies de communication interpersonnelle (face à face), de groupe et de masse sont les techniques de communication les plus utilisées dans le processus de diffusion (Melaku et al., 2024). Une étude affirme que, malgré la croissance rapide de l'utilisation des moyens de communication modernes pour améliorer l'accès à l'information agricole, les réseaux locaux d'information restent un moyen de communication important pour les petits agriculteurs. Ces réseaux décrivent les relations sociales existant dans chaque communauté, révélant les modes de communication non officiels qui existent dans la communauté (Kudadjie, 2016).

À Lubumbashi, nos résultats du chapitre 4 font apparaître que les réseaux informels d'entraide peuvent déclencher le processus de diffusion des innovations, grâce à leur forte intensité d'entraide, qui s'avère être un puissant outil de communication entre maraîchers. Les réseaux informels d'entraide peuvent véhiculer des informations liées à l'innovation à travers les relations sociales existant entre agriculteurs. Ainsi, les flux d'information peuvent pénétrer ces réseaux via les leaders d'opinion (qui sont en général des maraîchers plus âgés, plus expérimentés et plus consultés par les jeunes), les moyens de communication audiovisuels en langues locales (swahili), les annonces diffusées dans les lieux de rassemblement des agriculteurs tels que les groupes de prière, les réseaux sociaux, les émissions de radio et de télévision, etc. De plus, des champs de démonstration peuvent être installés sur quelques parcelles maraîchères pour attirer la curiosité d'autres maraîchers, notamment grâce à la forte communication existant entre maraîchers.

Chapitre 6

Conclusion générale et perspectives

6. Conclusion générale et perspectives

La pression croissante sur les ressources naturelles causée par l'urbanisation chaotique a détérioré les conditions de vie des habitants de Lubumbashi. La ville est ainsi devenue un véritable théâtre de crises socio-économiques et environnementales. Dans ce contexte, l'agriculture urbaine s'est imposée comme l'une des principales activités de survie des ménages pauvres, fournissant aux citoyens des légumes frais souvent contaminés par des métaux lourds. De plus, les nombreuses contraintes auxquelles est confrontée cette activité obligent les agriculteurs à recourir à des pratiques de production qui ne garantissent pas les rendements, la qualité sanitaire des légumes et la préservation de l'environnement. Ce constat, peu réjouissant, n'a pas empêché les habitants et les projets d'appui au développement de réfléchir sur les enjeux du développement de Lubumbashi à travers une agriculture locale durable, en promouvant des innovations susceptibles de renforcer les systèmes de production des agriculteurs.

L'objectif général de cette étude est de déterminer les conditions d'adoption durable dans le temps des innovations agricoles par les agriculteurs de Lubumbashi, afin d'orienter les politiques et stratégies de diffusion des innovations en agriculture urbaine, confrontée par un cadre institutionnel ou organisationnel inopérant. Les objectifs spécifiques poursuivis par notre étude étaient de : (i) Évaluer les performances économiques des exploitations agricoles urbaines et de la commercialisation de leur principale culture, le chou chinois ; (ii) Identifier les facteurs sociodémographiques, économiques et institutionnels ou organisationnels susceptibles d'entraver ou de motiver les décisions des agriculteurs d'adopter durablement des innovations agricoles ; (iii) Identifier la principale structure d'auto-organisation à laquelle ont recours les agriculteurs confrontés au caractère inopérant du cadre institutionnel d'appui à l'agriculture, ainsi que les services d'appui alternatifs qui y sont développés et, (iv) proposer des améliorations sur base du diagnostic de la situation actuelle. En outre, préciser dans quelle mesure ces structures d'auto-organisation peuvent constituer des potentiels canaux de diffusion des innovations susceptibles d'en faciliter l'adoption.

Pour ce faire, une série de trois enquêtes distinctes ont été menées, dont la première portait sur 537 producteurs et 374 vendeurs de chou chinois (la principale culture maraîchère de Lubumbashi). Il s'agit de la plus grande enquête jamais réalisée sur l'agriculture urbaine de Lubumbashi. A ce stade, il n'existe pas de sources statistiques plus larges. Ces enquêtes ont été respectivement réalisées aux mois d'Avril et aout

des années 2019, 2020 et 2021. Les mois d'intervalle correspondent à la saison maraîchère à Lubumbashi. Le modèle Logit a été appliqué pour modéliser les facteurs d'adoption pérenne de deux catégories d'innovations promues dans le cadre du projet HUP-FAO 2000-2010. Ces innovations sont liées à la mécanisation et infrastructures agricoles (motopompe) et à la gestion des ressources naturelles (GIFS). Les résultats relatifs aux performances économiques ont révélé que les producteurs cultivent de petites surfaces de 3,7 (1,3) ares, produisent 619,5 (209,8) kg et obtiennent un revenu brut moyen de 282 335 francs congolais (150,2 euros), soit un revenu journalier de 5 354 francs congolais (2,8 euros). Ce revenu journalier est 2,5 fois inférieur à celui des vendeurs qui atteint 13 324 (9 141) francs congolais (7,1 euros). De plus, le revenu journalier est significativement influencé par la superficie cultivée ($r^2 = 0,6223$) et la production ($r^2 = 0,7981$). En outre, 74,6% des coûts liés à la consommation intermédiaire étaient consacrés aux engrais, et aucune variable des caractéristiques des agriculteurs n'a influencé significativement le revenu journalier. Toutes choses restant égales par ailleurs, le maraîcher devrait cultiver une superficie de 10,6 ares afin de générer un revenu journalier de 9,25 dollars américains et permettre à chaque membre de son ménage de se situer au seuil de pauvreté régional de 1,25 dollars américains. Ces résultats prouvent la nécessité de renforcer les systèmes de production des agriculteurs par des innovations susceptibles de minimiser les coûts d'engrais, et d'appuyer les agriculteurs par des formations portant sur la production maraîchère.

Les résultats relatifs aux facteurs d'adoption ont montré que le statut foncier, la diversification des sources de revenus, l'appartenance de l'agriculteur à une association et l'accès au crédit ont influencé significativement l'adoption pérenne de la motopompe. En outre, l'accès des agriculteurs à des réseaux informels d'entraide, l'appartenance à une association et l'accès au crédit ont influencé significativement l'adoption pérenne de la gestion intégrée de la fertilité des sols. Il ressort de ces résultats que les facteurs et barrières liés à l'adoption de ces deux catégories d'innovations étudiées sont contrastés. En effet, la catégorie des innovations liées à la mécanisation et aux infrastructures agricoles (motopompes) nécessite des investissements importants en équipements physiques, tandis qu'à l'inverse, celles liées à la gestion des ressources naturelles (gestion intégrée de la fertilité des sols) exigent des changements de pratiques. Néanmoins, les réseaux informels d'entraide en tant que structures d'auto-organisation des agriculteurs possèdent des vertus pouvant surmonter ces barrières. D'où la nécessité de procéder à une analyse plus approfondie de ces réseaux.

Les résultats relatifs à la structure organisationnelle ont montré que 79,5% des agriculteurs interrogés ont recours aux réseaux informels d'entraide. Cette entraide reposait sur le partage des ressources, où l'agriculteur devait interagir 15,1 fois avec d'autres agriculteurs, et sur le partage du savoir-faire agricole, où l'agriculteur devait interagir 11,6 fois avec d'autres agriculteurs. Les mêmes résultats ont permis de définir quatre catégories de ressources : les ressources fortement échangées à forte intensité d'échange (houes, arrosoirs, produits phytosanitaires et fientes de poulet), les ressources fortement échangées à faible intensité d'échange (capital foncier, bûches et semences), les ressources faiblement échangées à faible intensité d'échange (motopompes et seaux) et les ressources non échangées (financement, main d'œuvre, engrais chimiques). Quant au savoir-faire agricole, les techniques de préparation des sols, de gestion de la fertilité des sols, de lutte contre les ravageurs et de vente ont été largement partagées. En outre, les relations de voisinage, la parenté et l'appartenance religieuse sont des liens sociaux qui permettent aux agriculteurs de s'entraider.

Les résultats de cette étude permettent de recommander aux décideurs politiques et aux services de vulgarisation agricole la prise en compte des réseaux informels d'entraide lors de l'élaboration des politiques de diffusion des innovations. Car, bien qu'informels, ces réseaux constituent de puissants canaux de communication, peu coûteux, pouvant soutenir la diffusion des innovations agricoles, et ce, dans un contexte d'agriculture urbaine caractérisé par un cadre institutionnel ou organisationnel inopérant. Nous recommandons une étude plus détaillée sur les réseaux informels d'entraide, en termes de modalités d'entraide, de gouvernance et d'accès.

References

- Abdulai, I. A. (2022). The effects of urbanisation pressures on smallholder staple food crop production at the fringes of African cities : Empirical evidence from Ghana The effects of urbanisation pressures on smallholder staple food crop production at the fringes of African ci. *Cogent Social Sciences*, 8(1). <https://doi.org/10.1080/23311886.2022.2144872>
- Abid, M., Scheffran, J., Schneider, U. A., & Elahi, E. (2019). Farmer Perceptions of Climate Change, Observed Trends and Adaptation of Agriculture in Pakistan. *Environmental Management*, 63(1), 110–123. <https://doi.org/10.1007/s00267-018-1113-7>
- Abu, I., Ahmed, A., & Danyi, E. (2022). Heliyon Secondary cities under siege : examining peri-urbanisation and farmer households ' livelihood diversi fication practices in Ghana. *Heliyon*, 8(August), e10540. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10540>
- Ackerman, K., Conard, M., Culligan, P., Plunz, R., Sutto, M. P., & Whittinghill, L. (2014). Sustainable food systems for future cities: The potential of urban agriculture. *Economic and Social Review*, 45(2), 189–206.
- Adenle, A. A., Wedig, K., & Azadi, H. (2019). Sustainable agriculture and food security in Africa: The role of innovative technologies and international organizations. *Technology in Society*, 58(December 2017), 101143. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2019.05.007>
- Ahogle, A. M. A., Letema, S., Schaab, G., Ngure, V., Mwesigye, A. R., & Korir, N. K. (2022). Heavy metals and trace elements contamination risks in peri-urban agricultural soils in Nairobi city catchment, Kenya. *Frontiers in Soil Science*, 2(January). <https://doi.org/10.3389/fsoil.2022.1048057>
- Ajates, R. (2020). An integrated conceptual framework for the study of agricultural cooperatives: from repolitisation to cooperative sustainability. *Journal of Rural Studies*, 78(September 2017), 467–479. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2020.06.019>
- Al-Kodmany, K. (2018). The vertical farm: A review of developments and implications for the vertical city. *Buildings*, 8(2). <https://doi.org/10.3390/buildings8020024>
- Alam, M. K., & Yoshino, K. (2022). The bargaining reality and safety issues of goat marketing at the marketplace in Bangladesh. *Small Ruminant Research*, 210(April 2021), 106678. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2022.106678>
- Alary, V. (2006). L'adoption de l'innovation dans les zones agro-pastorales vulnérables du maghreb. *Afrique Contemporaine*, 219(3), 81–101. <https://doi.org/10.3917/afco.219.0081>
- Alavion, S. J., Allahyari, M. S., Al-rimawi, A. S., & Surujlal, J. (2017). Adoption of Agricultural E-Marketing : Application of the Theory of Planned Behavior

- Adoption of Agricultural E-Marketing : Application of the Theory of Planned Behavior. *Journal of International Food & Agribusiness Marketing*, 29(1), 1–15. <https://doi.org/10.1080/08974438.2016.1229242>
- Allam, Z., & Sharifi, A. (2022). Research Structure and Trends of Smart Urban Mobility. *Smart Cities*, 5(2), 539–561. <https://doi.org/10.3390/smartcities5020029>
- Alves, D. de O., & de Oliveira, L. (2022). Commercial urban agriculture: A review for sustainable development. *Sustainable Cities and Society*, 87(October 2021), 104185. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.104185>
- Amogne, A. E. (2014). Forest resource management systems in Ethiopia: Historical perspective. *International Journal of Biodiversity and Conservation*, 6(2), 121–131. <https://doi.org/10.5897/ijbc2013.0645>
- Andrew, F., Robert, K., Lihawa, M., & Edward, T. (2022). Agriculture Productivity and Farmers ' Health in Tanzania : Analysis on Maize Subsector. *Global Social Welfare*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s40609-022-00243-w>
- Archibald, M. E. (2007). An organizational ecology of national self-help/mutual-aid organizations. *Nonprofit and Voluntary Sector Quarterly*, 36(4), 598–621. <https://doi.org/10.1177/0899764006297666>
- Armanda, D. T., Guinée, J. B., & Tukker, A. (2019). The second green revolution: Innovative urban agriculture's contribution to food security and sustainability – A review. *Global Food Security*, 22(August), 13–24. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.08.002>
- Arshad, A., Ashraf, M., Sundari, R. S., Qamar, H., Wajid, M., & Hasan, M. ul. (2020). Vulnerability assessment of urban expansion and modelling green spaces to build heat waves risk resiliency in Karachi. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 46(September 2019), 101468. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2019.101468>
- Asante, L. A., & Helbrecht, I. (2019). Changing urban governance in Ghana : the role of resistance practices and activism in Kumasi Changing urban governance in Ghana: the role of resistance. *Urban Geography*, 40(10), 1568–1595. <https://doi.org/10.1080/02723638.2019.1631109>
- Asirvatham, R., Demi, S. M., & Ezezika, O. (2022). Are sub-Saharan African national food and agriculture policies nutrition-sensitive? A case study of Ethiopia, Ghana, Malawi, Nigeria, and South Africa. *Agriculture and Food Security*, 11(1). <https://doi.org/10.1186/s40066-022-00398-x>
- Aslam, A., Rana, I. A., & Bhatti, S. S. (2021). The spatiotemporal dynamics of urbanisation and local climate: A case study of Islamabad, Pakistan. *Environmental Impact Assessment Review*, 91(February), 106666. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2021.106666>
- Assogba-Komlan, F., Anihouvi, P., Achigan, E., Sikirou, R., Boko, A., Adje, C., Ahle, V., Vodouhe, R., & Assa, A. (2007). Pratiques culturelles et teneur en éléments

- anti nutritionnels (nitrates et pesticides) du *Solanum macrocarpum* au sud du Benin. *African Journal of Food Agriculture Nutrition and Development*, 7(4), 1–21.
- Atibu, E. K., Devarajan, N., Laffite, A., Giuliani, G., Salumu, J. A., Muteb, R. C., Mulaji, C. K., Otamonga, J. P., Elongo, V., Mpiana, P. T., & Poté, J. (2016). Assessment of trace metal and rare earth elements contamination in rivers around abandoned and active mine areas. The case of Lubumbashi River and Tshamilemba Canal, Katanga, Democratic Republic of the Congo. *Chemie Der Erde*, 76(3), 353–362. <https://doi.org/10.1016/j.chemer.2016.08.004>
- Aubry, C., Ramamonjisoa, J., Dabat, M., Rakotoarisoa, J., Rakotondraibe, J., & Rabeharisoa, L. (2012). Land Use Policy Urban agriculture and land use in cities : An approach with the multi-functionality and sustainability concepts in the case of Antananarivo (Madagascar). *Land Use Policy*, 29(2), 429–439. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2011.08.009>
- Aura, S. (2016). Determinants of the adoption of integrated soil fertility management technologies in Mbale division, Kenya. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 16(1), 10697–10710. <https://doi.org/10.18697/ajfand.73.15735>
- Awad, A., & Hussain, M. A. (2022). Youth in the Labour Market: Does Inequality of Opportunity Matter? The Experience of the Democratic Republic of Congo and Madagascar. *Journal of the Knowledge Economy*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s13132-022-00902-5>
- Awuah, K. G. B., & Abdulai, R. T. (2022). Urban Land and Development Management in a Challenged Developing World: An Overview of New Reflections. *Land*, 11(1), 1–12. <https://doi.org/10.3390/land11010129>
- Ayim, C., Kassahun, A., Addison, C., & Tekinerdogan, B. (2022). Adoption of ICT innovations in the agriculture sector in Africa: a review of the literature. *Agriculture & Food Security*, 11(1), 1–16. <https://doi.org/10.1186/s40066-022-00364-7>
- Azunre, G. A., Amponsah, O., Peprah, C., Takyi, S. A., & Braimah, I. (2019). A review of the role of urban agriculture in the sustainable city discourse. *Cities*, 93(April), 104–119. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.04.006>
- Bajkacz, S., Ligor, M., Baranowska, I., & Buszewski, B. (2021). Separation and determination of chemopreventive phytochemicals of flavonoids from brassicaceae plants. *Molecules*, 26(16), 1–17. <https://doi.org/10.3390/molecules26164734>
- Balandi, J. B., Pierre, J., Meniko, P., Hulu, T., Sambieni, K. R., Sikuzani, Y. U., Bastin, J., Musavandalo, C. M., Elangi, J., Molo, L., Selemani, T. M., Mweru, J. M., & Bogaert, J. (2023). Urban Sprawl and Changes in Landscape Patterns : The Case of Kisangani City and Its Periphery (DR Congo). *Land*, 12,2066, 1–14. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/land12112066>

- Balasha, A. M., & Nsele, M. K. (2019). (PDF) *Pesticide Use Practices by Chinese Cabbage Growers in Suburban Environment of Lubumbashi (DR Congo): Main Pests, Costs and Risks*. 2(December), 56–64. <https://doi.org/10.12691/jaaepa-2-1-8>
- Bedrani, S. (2012). L ' Etat et la vulgarisation agricole. *Cahiers Options Méditerranéennes*, 12(4), 5–12. <https://doi.org/http://om.ciheam.org/om/pdf/c02-4/94400039.pdf>
- Benitez, C. I. A. J., & Sola, R. S. F. (2023). Urbanization effect of homogenization on ground-dwelling arachnids ' diversity in natural forest and peatland remnants. *Journal of Insect Conservation*, 283–294.
- Bernard, T., Lambert, S., Macours, K., & Vinez, M. (2023). Impact of small farmers ' access to improved seeds and deforestation in DR Congo. *Nature Communications*, February 2022, 1–14. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-37278-2>
- Bibri, S. E., & Krogstie, J. (2019). A scholarly backcasting approach to a novel model for smart sustainable cities of the future: strategic problem orientation. *City, Territory and Architecture*, 6(1), 1–20. <https://doi.org/10.1186/s40410-019-0102-3>
- Bijman, J., & Wijers, G. (2019). Exploring the inclusiveness of producer cooperatives. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 41, 74–79. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2019.11.005>
- Birner, R., Davis, K., Pender, J., Nkonya, E., Ekboir, J., Mbabu, A., Spielman, D. J., Horna, D., Cohen, M., Birner, R., Davis, K., Pender, J., Nkonya, E., Ekboir, J., Mbabu, A., Spielman, D. J., Horna, D., Nkonya, E., & Anandajayasekeram, P. (2009). From Best Practice to Best Fit: A Framework for Designing and Analyzing Pluralistic Agricultural Advisory Services Worldwide From Best Practice to Best Fit: A Framework for Designing and Analyzing Pluralistic Agricultural Advisory Services Worldwide. *Journal of Agricultural Education and Extension*, 8622. <https://doi.org/10.1080/13892240903309595>
- Bizikova, L., Nkonya, E., Minah, M., Hanisch, M., Turaga, R. M. R., Speranza, C. I., Karthikeyan, M., Tang, L., Ghezzi-Kopel, K., Kelly, J., Celestin, A. C., & Timmers, B. (2020). A scoping review of the contributions of farmers' organizations to smallholder agriculture. *Nature Food*, 1(10), 620–630. <https://doi.org/10.1038/s43016-020-00164-x>
- Bosma, R. H., Ha, T. T. P., Hiep, T. Q., Phuong, N. T. H., Ligtenberg, A., Rodela, R., & Bregt, A. K. (2020). Changing opinion, knowledge, skill and behaviour of Vietnamese shrimp farmers by using serious board games. *Journal of Agricultural Education and Extension*, 26(2), 203–221. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2019.1671205>
- Boudjabi, S., & Chenchouni, H. (2023). Heliyon Comparative effectiveness of exogenous organic amendments on soil fertility , growth , photosynthesis and

- heavy metal accumulation in cereal crops. *Heliyon*, 9(4), e14615. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14615>
- Bouزيد, A., Boudedja, K., Cheriet, F., Bouchetara, M., & Mellal, A. (2020). Facteurs influençant l'adoption de l'innovation en agriculture en Algérie. Cas de deux cultures stratégiques : le blé dur et la pomme de terre. *Cahiers Agricultures*, 29, 15. <https://doi.org/10.1051/cagri/2020013>
- Brom, P., Engemann, K., Breed, C., Pasgaard, M., Onaolapo, T., & Svenning, J. C. (2023). A Decision Support Tool for Green Infrastructure Planning in the Face of Rapid Urbanization. *Land*, 12(2). <https://doi.org/10.3390/land12020415>
- Bryld, E. (2003). Potentials , problems , and policy implications for urban agriculture in developing countries. *Agriculture and Human Values*, 20, 79–86. <https://doi.org/https://doi.org/10.1023/A:1022464607153>
- Buhaug, H., & Urdal, H. (2013). An urbanization bomb? Population growth and social disorder in cities. *Global Environmental Change*, 23(1), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2012.10.016>
- Cadilhon, J., Moustier, P., Poole, N. D., Tam, T. G., & Fearne, A. P. (2006). Traditional vs . Modern Food Systems ? Insights from Vegetable Supply Chains to Ho Chi Minh City (Vietnam). *Development Policy Review*, 24(1), 31–49. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1467-7679.2006.00312.x>
- Caka, F. (2022). Prospects for Mainstreaming Urban Agriculture in Kosovo in support of sustainable urban development. *International Journal of Environmental Impacts: Management, Mitigation and Recovery*, 5(1), 23–37. <https://doi.org/10.2495/ei-v5-n1-23-37>
- Candemir, A., Duvaleix, S., & Latruffe, L. (2021). AGRICULTURAL COOPERATIVES AND FARM SUSTAINABILITY – A LITERATURE REVIEW. *Journal OfEconomic Surveys*, 00(0), 1–27. <https://doi.org/10.1111/joes.12417>
- Chatzitheodoridis, F., Melfou, K., Kontogeorgos, A., & Kalogiannidis, S. (2022). Exploring Key Aspects of an Integrated Sustainable Urban Development Strategy in Greece: The Case of Thessaloniki City. *Smart Cities*, 6(1), 19–39. <https://doi.org/10.3390/smartcities6010002>
- Chuchird, R., Sasaki, N., & Abe, I. (2017). Influencing factors of the adoption of agricultural irrigation technologies and the economic returns: A case study in Chaiyaphum Province, Thailand. *Sustainability (Switzerland)*, 9(9). <https://doi.org/10.3390/su9091524>
- Chuma, G. B., Mondo, J. M., Ndeko, A. B., Bagula, E. M., Lucungu, P. B., Bora, F. S., Karume, K., Mushagalusa, G. N., Schmitz, S., & Biolders, C. L. (2022). Farmers' knowledge and Practices of Soil Conservation Techniques in Smallholder Farming Systems of Northern Kabare, East of D.R. Congo. *Environmental Challenges*, 7(April). <https://doi.org/10.1016/j.envc.2022.100516>

- Collier, P., & Dercon, S. (2014). African Agriculture in 50 Years : Smallholders in a Rapidly Changing World? *World Development*, 63(June 2009), 92–101. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2013.10.001>
- Costa, D. Da, Faustino-Eslava, D. V., & Ancog, R. C. (2022). Effects of Slash-and-Burn Practices on Soil Quality at Different Landscape Positions in the Raumoco Watershed, Municipality of Lautem, Timor-Leste. *Open Journal of Ecology*, 12(07), 483–498. <https://doi.org/10.4236/oje.2022.127026>
- Cush, P., & Varley, T. (2013). Cooperation as a survival strategy among west of Ireland small-scale mussel farmers. *Maritime Studies*, 12(1), 1–17. <https://doi.org/10.1186/2212-9790-12-11>
- Dafuleya, G., Tregenna, F., & Patel, L. (2021). The Role of Household Networks in Mutual Assistance and Emergency Relief: Evidence from Zimbabwe. *The Journal of Developing Areas*, 55(4), 27–47. <https://doi.org/10.1353/jda.2021.0077>
- Danso-Abbeam, G., Dagunga, G., & Ehiakpor, D. S. (2020). Rural non-farm income diversification: implications on smallholder farmers' welfare and agricultural technology adoption in Ghana. *Heliyon*, 6(11), e05393. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05393>
- Datt, G., & Ravallion, M. (1998). Farm productivity and rural poverty in India. *Journal of Development Studies*, 34(4), 62–85. <https://doi.org/10.1080/00220389808422529>
- David, P., Roemer, C., Anibaldi, R., & Rundle-thiele, S. (2022). Factors enabling and preventing farming practice change: An evidence review ☆. *Journal of Environmental Management*, 322(November 2021), 115789. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115789>
- De Bon, H., Parrot, L., & Moustier, P. (2009). Sustainable urban agriculture in developing countries: A review. *Sustainable Agriculture*, 30, 619–633. https://doi.org/10.1007/978-90-481-2666-8_38
- De Herde, V., Baret, P. V., & Maréchal, K. (2020). Coexistence of Cooperative Models as Structural Answer to Lock-Ins in Diversification Pathways: The Case of the Walloon Dairy Sector. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4(December). <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.584542>
- De Herde, V., Maréchal, K., & Baret, P. V. (2019). Lock-ins and agency: Towards an embedded approach of individual pathways in the Walloon dairy sector. *Sustainability (Switzerland)*, 11(16), 1–19. <https://doi.org/10.3390/su11164405>
- De Nys-Ketels, S. (2022). Colonial policing and urban space in the notorious Commune Rouge of Lubumbashi, Democratic Republic of Congo. *Urban History*, 49(1), 129–148. <https://doi.org/10.1017/S0963926820000838>
- De Zeeuw, H., Van Veenhuizen, R., & Dubbeling, M. (2011). The role of urban agriculture in building resilient cities in developing countries. *Journal of Agricultural Science*, 149(S1), 153–163.

- <https://doi.org/10.1017/S0021859610001279>
- Delgado, C. (2018). Contrasting practices and perceptions of urban agriculture in Portugal. *International Journal of Urban Sustainable Development*, 10(2), 170–185. <https://doi.org/10.1080/19463138.2018.1481069>
- Deresse, M., & Zerihun, A. (2018). Financing challenges of smallholder farmers: A study on members of agricultural cooperatives in Southwest Oromia Region, Ethiopia. *African Journal of Business Management*, 12(10), 285–293. <https://doi.org/10.5897/ajbm2018.8517>
- Deribew, K. T. (2020). Spatiotemporal analysis of urban growth on forest and agricultural land using geospatial techniques and Shannon entropy method in the satellite town of Ethiopia, the western fringe of Addis Ababa city. *Ecological Processes*, 9(1). <https://doi.org/10.1186/s13717-020-00248-3>
- Dessie, A. B., Abteaw, A. A., & Koye, A. D. (2019). Analysis of Smallholder Farmers' Cooperation in Eucalyptus Woodlot Production in Wegera District, Northern Ethiopia. *Small-Scale Forestry*, 18(3), 291–308. <https://doi.org/10.1007/s11842-019-09418-4>
- Diederer, P., Van Meijl, H., Wolters, A., & Bijak, K. (2003). Innovation adoption in agriculture: innovators, early adopters and laggards. *Cahiers d'Economie et Sociologie Rurales*, 67(1), 29–50. <https://doi.org/10.3406/reae.2003.1714>
- Ding, L., & Kinnucan, H. W. (2011). This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search . Help ensure our sustainability . *Journal of Gender, Agriculture and Food Security*, 1(3), 1–22. <https://doi.org/10.7160/aol.2018.100409>. Introduction
- Donkor, E., Owusu, V., Owusu-Sekyere, E., & Ogundeji, A. A. (2018). The adoption of farm innovations among rice producers in Northern Ghana: Implications for sustainable rice supply. *Agriculture (Switzerland)*, 8(8). <https://doi.org/10.3390/agriculture8080121>
- Dozono, T. (2022). Mutual Aid, Cooperatives, and Abolition. *Annals of Social Studies Education Research for Teachers*, 3(1), 41–49. <https://doi.org/10.29173/assert37>
- Eelco, J., & Wertheim-heck, S. C. O. (2022). Land Use Policy Feeding the city : A social practice perspective on planning for agriculture in. *Land Use Policy*, 117(March), 106104. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106104>
- Egidi, G., Salvati, L., & Vinci, S. (2020). The long way to tipperary: City size and worldwide urban population trends, 1950–2030. *Sustainable Cities and Society*, 60(December 2019), 102148. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102148>
- Eistrup, M., Sanches, A. R., Muñoz-Rojas, J., & Correia, T. P. (2019). A “young farmer problem”? Opportunities and constraints for generational renewal in farm management: An example from southern Europe. *Land*, 8(4), 1–13. <https://doi.org/10.3390/land8040070>
- El-Kholei, A. O., & Yassein, G. (2022). Professionals' perceptions for designing

- vibrant public spaces: Theory and praxis. *Ain Shams Engineering Journal*, 13(5), 101727. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2022.101727>
- Erasu Tufa, D., & Lika Megento, T. (2022). Conversion of farmland to non-agricultural land uses in peri-urban areas of Addis Ababa Metropolitan city, Central Ethiopia. *GeoJournal*, 87(6), 5101–5115. <https://doi.org/10.1007/s10708-021-10553-9>
- Esmail, S., & Oelbermann, M. (2022). Investigating Farmer Perspectives and Compost Application for Soil Management in Urban Agriculture in Mwanza, Tanzania. *Frontiers in Soil Science*, 2(June), 1–19. <https://doi.org/10.3389/fsoil.2022.905664>
- Estenne, G. (2022). *Cartographie des infrastructures vertes de Lubumbashi, l'importance de la prise en compte des variations saisonnières de la signature spectrale*. [Université de Liège-Gembloux Agro-bio]. <https://doi.org/http://hdl.handle.net/2268.2/15446>
- Fajobi, T. A., Raheem, O. A., & Olajide, F. (2022). Food is inevitable but the land is mismanaged: exploring the impacts of local actors utilization of land resources on food security in Nigeria. *GeoJournal*, 88(1), 971–984. <https://doi.org/10.1007/s10708-022-10670-z>
- Ferraton, N., & Touzard, I. (2009). Comprendre l'agriculture familiale. Diagnostic des systèmes de production. In *Agricultures tropicales en poche* (Éditions Q).
- Filov, L., Mihaljevi, M., Hiller, E., Pilkov, Z., & Spirov, V. (2022). *Chemosphere Metal (loid) concentrations, bioaccessibility and stable lead isotopes in soils and vegetables from urban community gardens*. 305(June). <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.135499>
- Fischer, G., Darkwah, A., Kamoto, J., Kampanje-Phiri, J., Grabowski, P., & Djenontin, I. (2020). Sustainable agricultural intensification and gender-biased land tenure systems: an exploration and conceptualization of interactions. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 1–20. <https://doi.org/10.1080/14735903.2020.1791425>
- Francesconi, N., Wouterse, F., & Namuyiga, D. B. (2021). Agricultural cooperatives and covid-19 in southeast africa. The role of managerial capital for rural resilience. *Sustainability (Switzerland)*, 13(3), 1–13. <https://doi.org/10.3390/su13031046>
- Frija, A., Sghaier, M., Fetoui, M., Dhehibi, B., & Sghaier, M. (2023). Pathways for improving rangeland governance under constraining land tenure systems: Application of a participatory Bayesian Belief approach. *Land Use Policy*, 126(December 2022), 106519. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106519>
- Garrett, N., & Lintzer, M. (2010). Can Katanga's mining sector drive growth and development in the DRC? *Journal of Eastern African Studies*, 4(3), 400–424. <https://doi.org/10.1080/17531055.2010.517408>

- Gebreawerria, G., Meredith, G., Langan, S., & Regassa, N. (2014). Economic analysis of factors influencing adoption of motor pumps in Ethiopia. *Journal of Development and Agricultural Economics*, 6(12), 490–500. <https://doi.org/10.5897/JDAE2014>.
- Gebrtetsadik, Y. H. (2022). Impact of rural, non-farm activities on smallholder farmers' income-poverty in Eastern zone of Tigray Region, Ethiopia. *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*, 0(0), 1–8. <https://doi.org/10.1080/20421338.2020.1857543>
- George, B., Mao, S., & Qiao, F. (2022). Technology in Society Does agricultural training and demonstration matter in technology adoption? The empirical evidence from small rice farmers in Tanzania. *Technology in Society*, 70(December 2021), 102024. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2022.102024>
- Girma, Y., & Kuma, B. (2022). A meta analysis on the effect of agricultural extension on farmers ' market participation in Ethiopia. *Journal of Agriculture and Food Research*, 7, 100253. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2021.100253>
- Gockowski, J., Mbazo, J., Mbah, G., & Fouda, T. (2008). African traditional leafy vegetables and the urban and peri-urban poor. *Food Policy*, 28(2003), 221–235. [https://doi.org/10.1016/S0306-9192\(03\)00029-0](https://doi.org/10.1016/S0306-9192(03)00029-0)
- Goodfellow, T., & Goodfellow, T. (2017). Seeing Political Settlements through the City: A Framework for Comparative Analysis of Urban Transformation. *Development and Change*, 49(1), 199–222. <https://doi.org/10.1111/dech.12361>
- Guerin, T. G. (1994). Constraints to the adoption of innovations in agricultural research and environmental management: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture*.
- Gugissa, D. A., Abro, Z., & Tefera, T. (2022). Achieving a Climate-Change Resilient Farming System through Push–Pull Technology: Evidence from Maize Farming Systems in Ethiopia. *Sustainability (Switzerland)*, 14(5). <https://doi.org/10.3390/su14052648>
- Guo, L., Guo, S., Tang, M., Su, M., & Li, H. (2022). Financial Support for Agriculture , Chemical Fertilizer Use , and Carbon Emissions from Agricultural Production in China. *International Journal of Environmental Research and Public Health Article*, 19. <https://doi.org/10.3390/ijerph19127155>
- Guo, L., Li, H., Cao, X., Cao, A., & Huang, M. (2021). Effect of agricultural subsidies on the use of chemical fertilizer. *Journal of Environmental Management*, 299(August), 113621. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113621>
- Guteta, D., & Abegaz, A. (2016). Determinants of Integrated Soil Fertility Management adoption under annual cropping system in Arsamma watershed, southwestern Ethiopian Highlands. *African Geographical Review*, 35(2), 95–116. <https://doi.org/10.1080/19376812.2015.1088390>
- Hawes, J. K., Gounaridis, D., & Newell, J. P. (2022). Landscape and Urban Planning Does urban agriculture lead to gentrification? *Landscape and Urban Planning*,

- 225(April), 104447. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2022.104447>
- Hellin, J. (2012). Agricultural extension, collective action and innovation systems: Lessons on network brokering from Peru and Mexico. *Journal of Agricultural Education and Extension*, 18(2), 141–159. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2012.655967>
- Hoang, L. A., Castella, J. C., & Novosad, P. (2006). Social networks and information access: Implications for agricultural extension in a rice farming community in northern Vietnam. *Agriculture and Human Values*, 23(4), 513–527. <https://doi.org/10.1007/s10460-006-9013-5>
- Hortense Kalenga Kalamo, Nassim Moula, Jean-Christophe Kashala, S. V. (2012). Activités agricoles familiales dans la ville de Lubumbashi (R.D. Congo). *2nd Scientific Meeting of the Faculty of Veterinary Medicine, University of Liège, Belgium*, November 19, 2012, 4000. http://orbi.ulg.be/bitstream/2268/132242/1/poster_kalenga.pdf
- Hosseinpour, N., Kazemi, F., & Mahdizadeh, H. (2022). A cost-benefit analysis of applying urban agriculture in sustainable park design. *Land Use Policy*, 112(May 2019), 105834. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105834>
- Hui, S. C. M. (2011). Green roof urban farming for buildings in high-density urban cities. *World Green Roof Conference, March*, 1–9. http://www.mech.hku.hk/bse/greenroof/110318_WGRC2011_Hainan_SamHui_fullpaper.pdf
- Ibrahim, M., El-Zaart, A., & Adams, C. (2018). Smart sustainable cities roadmap: Readiness for transformation towards urban sustainability. *Sustainable Cities and Society*, 37(October 2017), 530–540. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.10.008>
- Ingutia, R., & Sumelius, J. (2022). Determinants of food security status with reference to women farmers in rural Kenya. *Scientific African*, 15, e01114. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2022.e01114>
- Isgren, E., Clough, Y., Murage, A., & Andersson, E. (2023). Are agricultural extension systems ready to scale up ecological intensification in East Africa? A literature review with particular attention to the Push-Pull Technology (PPT). *Food Security*, 1399–1420. <https://doi.org/10.1007/s12571-023-01387-z>
- Jablonski, B. B. R., Key, N., Hadrich, J., Bauman, A., Campbell, S., Thilmany, D., & Sullins, M. (2022). Opportunities to support beginning farmers and ranchers in the 2023 Farm Bill. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 44(3), 1177–1194. <https://doi.org/10.1002/aapp.13256>
- Jansen, L. J. M., & Kalas, P. P. (2023). Improving Governance of Tenure in Policy and Practice: Agrarian and Environmental Transition in the Mekong Region and Its Impacts on Sustainability Analyzed through the ‘Tenure-Scape’ Approach. *Sustainability*, 15(3), 1773. <https://doi.org/10.3390/su15031773>
- Jansuwan, P., & Zander, K. K. (2022). Multifunctional farming as successful pathway

- for the next generation of Thai farmers. *PLoS ONE*, 17(4 April). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0267351>
- Jayne, T. S., Snapp, S., Place, F., & Sitko, N. (2019). Sustainable agricultural intensification in an era of rural transformation in Africa. *Global Food Security*, 20(December 2017), 105–113. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.01.008>
- Jjagwe, J., Chelimo, K., Karungi, J., Komakech, A. J., & Lederer, J. (2020). Comparative Performance of Organic Fertilizers in Economic Results. *Journal of Agronomy*, 10(69), 1–15.
- Kabirigi, M., Abbasiharofteh, M., Sun, Z., & Hermans, F. (2022a). The importance of proximity dimensions in agricultural knowledge and innovation systems: The case of banana disease management in Rwanda. *Agricultural Systems*, 202(July), 103465. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2022.103465>
- Kabirigi, M., Abbasiharofteh, M., Sun, Z., & Hermans, F. (2022b). The importance of proximity dimensions in agricultural knowledge and innovation systems: The case of banana disease management in Rwanda. *Agricultural Systems*, 202(August), 103465. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2022.103465>
- Kangogo, D., Dentoni, D., & Bijman, J. (2021). Adoption of climate-smart agriculture among smallholder farmers: Does farmer entrepreneurship matter? *Land Use Policy*, 109(August), 105666. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105666>
- Kanosvamaha, T. P., & Tevera, D. (2023). Urban community gardens in Cape Town, South Africa: navigating land access and land tenure security. *GeoJournal*, 88(3), 3105–3120. <https://doi.org/10.1007/s10708-022-10793-3>
- Kasanda, M., Arsene, M. B., Helene, K. J., Mwine, N., & Jules, F. (2016). Maraichage périurbain à Lubumbashi: modes d'accès à la terre et gestion des superficies agricoles [Periurban track farming at Lubumbashi: access ways to land and agricultural areas management]. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 14(1), 27–36.
- Kasongo, L., Mukalay, M., Useni, S., & Nyembo, K. (2013). Réponse de la culture de soja (*Glycine max* L. (Merril) à l'apport des biomasses vertes de *Tithonia diversifolia* (Hemsley) A. Gray comme fumure organique sur un Ferralsol à Lubumbashi, R.D. Congo. *Journal of Applied Biosciences*, 63(1), 4727. <https://doi.org/10.4314/jab.v63i1.87247>
- Keeley, K. O., Wolz, K. J., Adams, K. I., Richards, J. H., Hannum, E., Fleming, S. von T., & Ventura, S. J. (2019). Multi-party agroforestry: Emergent approaches to trees and tenure on farms in the Midwest USA. *Sustainability (Switzerland)*, 11(8), 1–22. <https://doi.org/10.3390/su11082449>
- Kesonga, N. M. (2017). *Enquête sur l'usage des matières fertilisantes en agriculture urbaine et périurbaine de Lubumbashi (République Démocratique du Congo)* [Travail de fin d'étude (Master's Thesis), Université de Liège, Gembloux Agro-Bio Tech]. <https://doi.org/http://hdl.handle.net/2268.2/3019>.
- Kesonga Nsele, M., Dogot, T., & Maréchal, K. (2023). Unraveling the role of informal

- mutual aid networks in maintaining urban farms in Lubumbashi, Democratic Republic of Congo. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7(August), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1248937>
- Kien, L. (2021). Armed Conflict and Child Weight in DR Congo. *Advances in Public Health*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/6931096>
- Kisetu, E., Hakimu, B., Elias, W., Madulu, P., & Anatory, C. (2022). Exploring urban green packages as part of Nature-based Solutions for climate change adaptation measures in rapidly growing cities of the Global South. *Journal of Environmental Management*, 310(February), 114786. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.114786>
- Kitiaka, B. (2014). L'Expérience Du Projet D'Horticulture En Zone Urbaine Et Périurbaine De La Fao Sur La Sécurisation De L'Accès Aux Ressources (Terre Et Eau) En République Démocratique Du Congo. *Acta Horticulturae*, 1021, 285–288. <https://doi.org/10.17660/actahortic.2014.1021.25>
- KOUMA, B., KAIRE, M., DABO, H., SISSOKO, P., DIAWARA, Alamir Sinna TOURE, B., & GUINDO, S. S. (2018). Facteurs influençant l'adoption des techniques de conservation des eaux et des sols : cas des cordons pierreux et du zai dans les exploitations agricoles du cercle de Bankass au Mali. *Symposium Malien Sur Les Sciences Appliquées (MSAS)*, September, 548–556.
- Kudadjie, D. C. A. & C. (2016). Agricultural Informational Flow in Informal Communication Networks of Farmers in Ghana. *Journal of Development and Communication Studies*, 4(2), 443–453. <https://doi.org/10.4314/jdcsv4i2.4>
- Kumar Singh, D., & Sobti, R. (2022). Long-range real-time monitoring strategy for Precision Irrigation in urban and rural farming in society 5.0. *Computers and Industrial Engineering*, 167(February), 107997. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.107997>
- Kushitor, S. B., Badu, M., Kushitor, M. K., & Currie, P. (2019). “ Working with little :” Access to market infrastructure and its effect on food handling and food safety among vegetable traders in an African city. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.724190>
- Kutiwa, S., Boon, E., & Devuyt, D. (2010). Urban Agriculture in Low Income Households of Harare: An Adaptive Response to Economic Crisis. *Journal of Human Ecology*, 32(2), 85–96. <https://doi.org/10.1080/09709274.2010.11906325>
- Kwadzo, M., & Quayson, E. (2021). Factors influencing adoption of integrated soil fertility management technologies by smallholder farmers in Ghana. *Heliyon*, 7(7), e07589. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07589>
- Kydd, J., Dorward, A., Morrison, J., & Cadisch, G. (2004). Agricultural development and pro-poor economic growth in sub-Saharan Africa: Potential and policy. *Oxford Development Studies*, 32(1), 37–57. <https://doi.org/10.1080/1360081042000184110>

- Lambrecht, I., Vanlauwe, B., & Maertens, M. (2016). Agricultural extension in eastern democratic republic of congo: Does gender matter? *European Review of Agricultural Economics*, 43(5), 841–874. <https://doi.org/10.1093/erae/jbv039>
- Lengai, G. M. W., Fulano, A. M., & Muthomi, J. W. (2022). *Improving Access to Export Market for Fresh Vegetables through Reduction of Phytosanitary and Pesticide Residue Constraints*.
- Li, Y., Huang, H., & Song, C. (2022). The nexus between urbanization and rural development in China: Evidence from panel data analysis. *Growth and Change*, 53(3), 1037–1051. <https://doi.org/10.1111/grow.12535>
- Lindemann-Matthies, P., & Brieger, H. (2016). Does urban gardening increase aesthetic quality of urban areas? A case study from Germany. *Urban Forestry and Urban Greening*, 17, 33–41. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2016.03.010>
- Liu, T., & Wu, G. (2022). Does agricultural cooperative membership help reduce the overuse of chemical fertilizers and pesticides? Evidence from rural China. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(5), 7972–7983. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-16277-0>
- Liu, Y., Shi, R., Peng, Y., Wang, W., & Fu, X. (2022). Impacts of Technology Training Provided by Agricultural Cooperatives on Farmers' Adoption of Biopesticides in China. *Agriculture (Switzerland)*, 12(3), 1–17. <https://doi.org/10.3390/agriculture12030316>
- Loison, S. A., & Loison, S. A. (2015). Rural Livelihood Diversification in Sub-Saharan Africa : A Literature Review Rural Livelihood Diversification in Sub-Saharan Africa : A Literature Review. *The Journal of Development Studies*, 51(9), 1125–1138. <https://doi.org/10.1080/00220388.2015.1046445>
- Lovell, S. T. (2010). Multifunctional urban agriculture for sustainable land use planning in the United States. *Sustainability*, 2(8), 2499–2522. <https://doi.org/10.3390/su2082499>
- Lucas, V., Gasselin, P., Thomas, F., & Vaquié, P.-F. (2015). Coopération agricole de production : quand l'activité agricole se distribue entre exploitation et action collective de proximité. *L'agriculture En Famille : Travailler, Réinventer, Transmettre*, 201. <https://doi.org/10.1051/978-2-7598-1192-2.c012>
- Luciens Nyembo Kimuni, Marlene Kisimba Mwali, Theodore Mwamba Mulembo, Jonas Lwalaba Wa Lwalaba, Antoine Kanyenga Lubobo, Becker Ntumba Katombe, M. M. M., & Louis, B. L. (2014). Effets de doses croissantes des composts de fumiers de poules sur le rendement de chou de Chine (*Brassica chinensis* L.) installé sur un sol acide de Lubumbashi. *Journal of Applied Biosciences*, 77, 6509– 6522 ISSN.
- Lutandula, M. S., & Mpanga, F. I. (2022). *The Global Environmental Engineers State of the Environment and Its Impacts on the Urban Agriculture of Edible Plants in the City of Lubumbashi*. 24, 33–48.
- Lutz, J., Smetschka, B., & Grima, N. (2017). Farmer cooperation as a means for

- creating local food systems-Potentials and challenges. *Sustainability (Switzerland)*, 9(6). <https://doi.org/10.3390/su9060925>
- Lwin, C. S., Seo, B., Kim, H., & Owens, G. (2018). Soil Science and Plant Nutrition Application of soil amendments to contaminated soils for heavy metal immobilization and improved soil quality — a critical review. *Soil Science and Plant Nutrition*, 64(2), 156–167. <https://doi.org/10.1080/00380768.2018.1440938>
- Macrorie, R., Marvin, S., Smith, A., & While, A. (2022). A Common Management Framework for European Smart Cities? The Case of the European Innovation Partnership for Smart Cities and Communities Six Nations Forum. *Journal of Urban Technology*, 0(0), 1–18. <https://doi.org/10.1080/10630732.2022.2121558>
- Madlener, R., & Sunak, Y. (2011). Impacts of urbanization on urban structures and energy demand: What can we learn for urban energy planning and urbanization management? *Sustainable Cities and Society*, 1(1), 45–53. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2010.08.006>
- Mairura, F. S., Musafiri, C. M., Kiboi, M. N., Macharia, J. M., Ng’etich, O. K., Shisanya, C. A., Okeyo, J. M., Mugendi, D. N., Okwuosa, E. A., & Ngetich, F. K. (2021). Determinants of farmers’ perceptions of climate variability, mitigation, and adaptation strategies in the central highlands of Kenya. *Weather and Climate Extremes*, 34, 100374. <https://doi.org/10.1016/j.wace.2021.100374>
- Malik, R., & Ali, M. (2015). The Impact of Urbanization on Agriculture Sector : A Case Study of Peshawar , Pakistan. *Journal of Resources Development and Management*, 8, 79–86.
- Malukisa Nkuku, A. (2017). Gouvernance hybride des parkings publics à Lubumbashi : quand la fiscalité informelle supporte la fiscalité formelle. *Canadian Journal of African Studies*, 51(2), 275–291. <https://doi.org/10.1080/00083968.2017.1307124>
- Markelova, H., Meinzen-Dick, R., Hellin, J., & Dohrn, S. (2009). Collective action for smallholder market access. *Food Policy*, 34(1), 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2008.10.001>
- Martini, E., Roshetko, J. M., & Paramita, E. (2017). Can farmer-to-farmer communication boost the dissemination of agroforestry innovations? A case study from Sulawesi, Indonesia. *Agroforestry Systems*, 91(5), 811–824. <https://doi.org/10.1007/s10457-016-0011-3>
- Mawois, M., Aubry, C., & Le Bail, M. (2011). Can farmers extend their cultivation areas in urban agriculture? A contribution from agronomic analysis of market gardening systems around Mahajanga (Madagascar). *Land Use Policy*, 28(2), 434–445. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2010.09.004>
- McGrane, S. J. (2016). Impacts of urbanisation on hydrological and water quality dynamics, and urban water management: a review. *Hydrological Sciences*

- Journal*, 61(13), 2295–2311. <https://doi.org/10.1080/02626667.2015.1128084>
- Meena, B. S. (2010). Communication Sources Credibility and Utilization Pattern Among Farmers. *Raj. J. Extn. Edu.*, 40–43.
- Meert, H., Van Huylbroeck, G., Vernimmen, T., Bourgeois, M., & van Hecke, E. (2005). Farm household survival strategies and diversification on marginal farms. *Journal of Rural Studies*, 21(1), 81–97. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2004.08.007>
- Meinzen-dick, A. R. Q. R., Raney, T. L., & Croppenstedt, A. (2014). Gender in Agriculture. In *Gender in Agriculture*. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-8616-4>
- Mekonnen, D. K., Yimam, S., Arega, T., Matheswaran, K., & Schmitter, P. M. V. (2022). Relatives, neighbors, or friends: Information exchanges among irrigators on new on-farm water management tools. *Agricultural Systems*, 203(September), 103492. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2022.103492>
- Melaku, B. S., Sefereh, E. Y., Emunu, M. H., & Wassie, D. Y. (2024). Application of communication strategies in the diffusion of agricultural innovations and technologies: the case of Amhara Regional Agricultural Research Institute, Ethiopia. *Cogent Social Sciences*, 10(1). <https://doi.org/10.1080/23311886.2024.2306704>
- Mengistie, B. T., Mol, A. P. J., & Oosterveer, P. (2017). Pesticide use practices among smallholder vegetable farmers in Ethiopian Central Rift Valley. *Environment, Development and Sustainability*, 19(1), 301–324. <https://doi.org/10.1007/s10668-015-9728-9>
- Meyers, D. C., Durlak, J. A., & Wandersman, A. (2012). The Quality Implementation Framework: A Synthesis of Critical Steps in the Implementation Process. *American Journal of Community Psychology*, 50(3–4), 462–480. <https://doi.org/10.1007/s10464-012-9522-x>
- Mhache, E. P., & Lyamuya, E. (2019). The Role of Urban Agriculture in Alleviating Poverty Facing Women in Tanzania: A Review. *Huria Journal Vol. 26(2) September, 2019*, 26(2), 267–285.
- Minengu, J. D. D., Mwengi, I., & Maleke, M. (2018). Agriculture familiale dans les zones péri-urbaines de Kinshasa : analyse , enjeux et perspectives (synthèse bibliographique). *Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture*, 1(1), 60–69.
- Ministère de l'Agriculture. (2008). *Code Agricole, l'outil majeur pour organiser le développement durable de la R.D. Congo*.
- Mohammed, M., & Shallo, L. (2020). *Impact of Adopting Motor Pump Technology on Smallholder Farmers ' Income : Empirical Evidence from Southern Ethiopia*. 10(4), 241–256. <https://doi.org/10.5923/j.economics.20201004.04>
- Mok, H., Williamson, V. G., Grove, J. R., Burry, K., Barker, S. F., & Hamilton, A. J. (2014). Strawberry fields forever ? Urban agriculture in developed countries : a

- review. *Agron. Sustain. Dev.*, 21–43. <https://doi.org/10.1007/s13593-013-0156-7>
- Molinario, G., Hansen, M., Potapov, P., Tyukavina, A., & Stehman, S. (2020). Contextualizing Landscape-Scale Forest Cover Loss in. *Land*, 9(23), 1–22.
- Möllers, J., Traikova, D., Bîrhală, B. A. M., & Wolz, A. (2018). Why (not) cooperate? A cognitive model of farmers' intention to join producer groups in Romania. *Post-Communist Economies*, 30(1), 56–77. <https://doi.org/10.1080/14631377.2017.1361697>
- Moore, M., Gould, P., & Keary, B. S. (2003). Global urbanization and impact on health. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 206(4–5), 269–278. <https://doi.org/10.1078/1438-4639-00223>
- Moore, E. V., Singh, N., Serra, R., & Mckune, S. L. (2022). women ' s empowerment , and increasing egg consumption in children under five in rural Burkina Faso : Observations from a cluster randomized controlled trial. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. <https://doi.org/https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.1034618>
- Mpinda, M. T., Zakari, S., Abass, O. K., Nsokimieno, E. M. M., Sebagenzi, G. D., Basheke, L. L., Kesonga, M., Nkomerwa, H. de P. I., Khonde, R., & wa Kasangij, P. K. (2017). Characterization of Household Wastes in D.R. Congo, a Case Study of Lubumbashi. *American Journal of Environmental Sciences*, 13(3), 277–288. <https://doi.org/10.3844/ajessp.2017.277.288>
- Mponela, P., Tamene, L., Ndengu, G., Magreta, R., Kihara, J., & Mango, N. (2016). Determinants of integrated soil fertility management technologies adoption by smallholder farmers in the Chinyanja Triangle of Southern Africa. *Land Use Policy*, 59, 38–48. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.08.029>
- Mpundu, Mubemba, M., Sikuzani, Y. U., Kimuni, L. N., & Colinet, G. (2014). Effets d'amendements carbonatés et organiques sur la culture de deux légumes sur sol contaminé à Lubumbashi (RD Congo). *Biotechnology, Agronomy and Society and Environment*, 18(3), 367–375.
- Mpundu, M. M., Useni, S., Mwamba, M., Kateta, M. G., Mwansa, M., Ilunga, K., Kamenga, K. C., Kyungu, K., & Nyembo, K. . (2013). Teneurs en éléments traces métalliques dans les sols de différents jardins potagers de la ville minière de Lubumbashi et risques de contamination des cultures potagères. *Journal of Applied Biosciences*, 66, 5106–5113.
- Mugwe, J., Mugendi, D., Mucheru-Muna, M., Merckx, R., Chianu, J., & Vanlauwe, B. (2009). Determinants of the decision to adopt integrated soil fertility management practices by smallholder farmers in the central highlands of Kenya. *Experimental Agriculture*, 45(1), 61–75. <https://doi.org/10.1017/S0014479708007072>
- Muhaya, B. B., & Badarhi, B. B. (2022). Trace metal contamination of groundwater and human health risk in Katuba and Kenya municipalities of Lubumbashi city,

- Southeastern Democratic Republic of Congo. *African Journal of Environmental Science and Technology*, 16(3), 91–110. <https://doi.org/10.5897/AJEST2021.3087>
- Muhaya, V. N., Chuma, G. B., Kavimba, J. K., Cirezi, N. C., Mugumaarhahama, Y., Fadiala, R. M., Kanene, C. M., Kabasele, A. Y. Y., Mushagalusa, G. N., & Karume, K. (2022a). Uncontrolled urbanization and expected unclogging of Congolese cities: Case of Bukavu city, Eastern DR Congo. *Environmental Challenges*, 8(April). <https://doi.org/10.1016/j.envc.2022.100555>
- Muhaya, V. N., Chuma, G. B., Kavimba, J. K., Cirezi, N. C., Mugumaarhahama, Y., Fadiala, R. M., Kanene, C. M., Kabasele, A. Y. Y., Mushagalusa, G. N., & Karume, K. (2022b). Uncontrolled urbanization and expected unclogging of Congolese cities: Case of Bukavu city, Eastern DR Congo. *Environmental Challenges*, 8(January). <https://doi.org/10.1016/j.envc.2022.100555>
- Muhie, S. H. (2022). Novel approaches and practices to sustainable agriculture. *Journal of Agriculture and Food Research*, 10(August), 100446. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100446>
- Mujinya, B. B., Mees, F., Boeckx, P., Bodé, S., Baert, G., Erens, H., Delefortrie, S., Verdoodt, A., Ngongo, M., & Van Ranst, E. (2011). The origin of carbonates in termite mounds of the Lubumbashi area, D.R. Congo. *Geoderma*, 165(1), 95–105. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2011.07.009>
- Mulume Bonnke, S., Dontsop Nguezet, P. M., Nyamugira Biringanine, A., Jean-Jacques, M. S., Manyong, V., & Bamba, Z. (2022). Farmers' credit access in the Democratic Republic of Congo: Empirical evidence from youth tomato farmers in Ruzizi plain in South Kivu. *Cogent Economics and Finance*, 10(1). <https://doi.org/10.1080/23322039.2022.2071386>
- Mununga, K. F., Raulier, P., Colinet, G., Ngoy Shutcha, M., Mpundu Mubemba, M., & Jijakli, M. H. (2023). Assessment of Heavy Metal Pollution of Agricultural Soil, Irrigation Water, and Vegetables in and Nearby the Cupriferous City of Lubumbashi, (Democratic Republic of the Congo). *Agronomy*, 13(2), 357. <https://doi.org/10.3390/agronomy13020357>
- Muriqi, S., Fekete-Farkas, M., & Baranyai, Z. (2019). Drivers of cooperation activity in Kosovo's agriculture. *Agriculture (Switzerland)*, 9(5), 1–12. <https://doi.org/10.3390/agriculture9050096>
- Mushagalusa, A. B. (2019). Drivers of Adoption of Integrated Pest Management among Small-scale Vegetable Farmers in Lubumbashi, Adoption of integrated pest management among vegetable farmers in Lubumbashi View project Pesticides use among suburban vegetable farmers in Lubumbashi: r. *American Journal of Rural Development*, 7(2), 53–59. <https://doi.org/10.12691/ajrd-7-2-2>
- Mushagalusa, A. B., & Nkulu, J. (2020). Déterminants d'adoption des techniques de production et protection intégrées pour un maraîchage durable à Lubumbashi, République démocratique du Congo. *Cahiers Agricultures*, 29.

- <https://doi.org/10.1051/cagri/2020012>
- Mushagalusa Balasha et Kesonga Nsele. (2019). Evaluation de la performance économique des exploitations de chou de Chine (*Brassica chinensis* L.) en maraîchage à Lubumbashi en République Démocratique du Congo. *Rafea*, 2(1), 76–83. <https://doi.org/http://www.rafea-congo.com> Dépôt
- Musosa, L., Shekede, M. D., Gwitira, I., Chirisa, I., Tevera, D., & Matamanda, A. R. (2022). Auditing the spatial and temporal changes in urban cropland in Harare metropolitan Province , Zimbabwe. *African Geographical Review*, 00(00), 1–16. <https://doi.org/10.1080/19376812.2022.2128834>
- Mutangala, N., Ndiaye, M., Kaseba, A. N., Mukeng, C., Cilundika, P. M., & Mukomena, E. S. (2021). Occupational Hearing Hazards among Informal Sector Welders in Lubumbashi, Democratic Republic of Congo. *Health*, 13(09), 995–1009. <https://doi.org/10.4236/health.2021.139075>
- Muteya, H. K., Nghonda, D. D. N., Malaisse, F., Waselin, S., Sambiéni, K. R., Kaleba, S. C., Kankumbi, F. M., Bastin, J. F., Bogaert, J., & Sikuzani, Y. U. (2022). Quantification and Simulation of Landscape Anthropization around the Mining Agglomerations of Southeastern Katanga (DR Congo) between 1979 and 2090. *Land*, 11(6). <https://doi.org/10.3390/land11060850>
- Mutshail. (2010). Project for the Development of Urban and Peri-urban Horticulture (UPH) in Lubumbashi (DRC). *SENAHUP/FAO UPH Project, Lubumbashi, September*, 90–97.
- Mutshail. (2014). Aperçu Technologique Sur L’Horticulture Urbaine Et Périurbaine De La Rdc - Cas De La Ville De Lubumbashi. *Acta Horticulturae*, 1021, 243–257. <https://doi.org/10.17660/actahortic.2014.1021.20>
- Mutua-Mutuku, M., Nguluu, S. N., Akuja, T., Lutta, M., & Bernard, P. (2017). Factors that influence adoption of integrated soil fertility and water management practices by smallholder farmers in the semi-Arid areas of eastern Kenya. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 20(1), 141–153.
- Mutwiwa, T., Chimbwando, F., & Pompei, I. (2022). The Impact of Intermediaries on the Marketing of Horticultural Products in Zimbabwe: A Case Study of Harare Mbare Musika. *Journal of Global Economy, Business and Finance*, 4(9), 54–62. [https://doi.org/10.53469/jgebfbf.2022.04\(09\).13](https://doi.org/10.53469/jgebfbf.2022.04(09).13)
- Nagib, G., & Nakamura, A. C. (2020). Urban agriculture in the city of São Paulo: New spatial transformations and ongoing challenges to guarantee the production and consumption of healthy food. *Global Food Security*, 26(May), 100378. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100378>
- Nakasone, E., & Torero, M. (2016). A text message away: ICTs as a tool to improve food security. *Agricultural Economics (United Kingdom)*, 47, 49–59. <https://doi.org/10.1111/agec.12314>
- Nassirou Ba, M. (2016). Strategic Agricultural Commodity Value Chains in Africa for Increased Food: The Regional Approach for Food Security. *Agricultural*

- Sciences*, 07(09), 549–585. <https://doi.org/10.4236/as.2016.79055>
- Nchanji, E. B., & Nchanji, Y. K. (2022). Urban farmers coping strategies in the wake of urbanization and changing market in Tamale, Northern Ghana. *Land Use Policy*, 121(August), 106312. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106312>
- Ndjadi, S. S., Ahoton, L. E., Kizungu, R. V., Saidou, A., Mugumaarhahama, Y., Mushagalusa, A. C., Safina, F. B., & Mushagalusa, G. N. (2021). Assessment of the sustainability of market gardening farms in South Kivu (Eastern of Democratic Republic of Congo). *Cahiers Agricultures*, 30. <https://doi.org/10.1051/cagri/2020050>
- Neema, Ciza, A., Stany, V., Lebailly, P., & Azadi, H. (2022). Agricultural Development in the Fight against Poverty: The Case of South Kivu, DR Congo. *Land*, 11(4), 1–24. <https://doi.org/10.3390/land11040472>
- Negatu, W., & Parikh, A. (1999). The impact of perception and other factors on the adoption of agricultural technology in the Moret and Jiru Woreda (district) of Ethiopia. *Agricultural Economics*, 21(2), 205–216. <https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.1999.tb00594.x>
- Ning, G., Powell, G., Marquez, B., Deng, H., Iu, A., Fabella, M., Salonga, R. B., Ashardiono, F., & Cartagena, J. A. (2022). A review on urban agriculture: technology, socio-economy, and policy Grace. *Heliyon*, 8(February), e11583. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11583>
- Nkosi, D. S., Moyo, T., & Musonda, I. (2022). Unlocking Land for Urban Agriculture: Lessons from Marginalised Areas in Johannesburg, South Africa. *Land*, 11(10). <https://doi.org/10.3390/land11101713>
- Nsele, M. K., Nkulu, J., Fyama, M., Maréchal, K., & Dogot, T. (2022). Factors Influencing the Sustained Adoption of Innovative Techniques by Urban Farmers in Lubumbashi, Democratic Republic of Congo. *Agriculture*, 1–19. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/agriculture12081157>
- Ntumba, N., John, T. K., Muyasa, E. M., & Bibich, K. A. (2015). Le maraîchage et l'accès aux facteurs de production dans le contexte socio-économique de Lubumbashi [The market gardening and the access to the factors of production in the context socioeconomic of Lubumbashi]. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 13(3), 527–537.
- Ochieng, J., Afari-Sefa, V., Muthoni, F., Kansime, M., Hoeschle-Zeledon, I., Bekunda, M., & Thomas, D. (2022). Adoption of sustainable agricultural technologies for vegetable production in rural Tanzania: trade-offs, complementarities and diffusion. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 20(4), 478–496. <https://doi.org/10.1080/14735903.2021.1943235>
- Okwu, O. J., & Daudu, S. (2011). Extension communication channels' usage and preference by farmers in Benue State, Nigeria. *Journal of Agricultural Extension and Rural Development*, 3(5), 88–94.

- Olahan, A. (2010). ménages pauvres dans le complexe spatial du district d ' Abidjan
MENAGES PAUVRES DANS LE COMPLEXE SPATIAL DU DISTRICT D
' ABIDJAN. *Vertigo*, 10, 0–15.
<https://doi.org/https://doi.org/10.4000/vertigo.10005>
- Oliveira, D. De, & Oliveira, L. De. (2022). Commercial urban agriculture : A review for sustainable development. *Sustainable Cities and Society*, 87(October 2021), 104185. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.104185>
- Omulo, G., & Kumeh, E. M. (2020). Farmer-to-farmer digital network as a strategy to strengthen agricultural performance in Kenya: A research note on 'Wefarm' platform. *Technological Forecasting and Social Change*, 158(May), 120120. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120120>
- Onyishi, C. N., Igbo, E. U. M., & Uwakwe, E. E. (2022). Surviving amidst barriers: Community based organizations and rural farmers' access to informal credit in Southeast Nigeria. *Local Development & Society*, 3(2), 187–203. <https://doi.org/10.1080/26883597.2021.1941205>
- Orsini, F., Kahane, R., Nono-Womdim, R., & Gianquinto, G. (2013). Urban agriculture in the developing world: A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 33(4), 695–720. <https://doi.org/10.1007/s13593-013-0143-z>
- Ortiz-Miranda, D., Moreno-Pérez, O., Arnalte-Mur, L., Cerrada-Serra, P., Martinez-Gomez, V., Adolph, B., Atela, J., Ayambila, S., Baptista, I., Barbu, R., Bjørkhaug, H., Czekaj, M., Duckett, D., Fortes, A., Galli, F., Goussios, G., Hernández, P. A., Karanikolas, P., Machila, K., ... Yeboah, R. (2022). The future of small farms and small food businesses as actors in regional food security: A participatory scenario analysis from Europe and Africa. *Journal of Rural Studies*, 95(August 2021), 326–335. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2022.09.006>
- Ortmann, G. F., & King, R. P. (2007). Agricultural cooperatives I: History, theory and problems. *Agrekon*, 46(1), 18–46. <https://doi.org/10.1080/03031853.2007.9523760>
- Osumanu, I. K., & Ayamdoo, E. A. (2022). Has the growth of cities in Ghana anything to do with reduction in farm size and food production in peri-urban areas? A study of Bolgatanga Municipality. *Land Use Policy*, 112(October 2021), 105843. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105843>
- Ouko, K. O., Ogola, J. R. O., Ng'on'ga, C. A., & Wairimu, J. R. (2022). Youth involvement in agripreneurship as Nexus for poverty reduction and rural employment in Kenya. *Cogent Social Sciences*, 8(1). <https://doi.org/10.1080/23311886.2022.2078527>
- Owusu, V., Asante, A. V., & Pavelic, P. (2013). Assessing the factors influencing groundwater irrigation technology adoption in Ghana. *Irrigation Management, Technologies and Environmental Impact*, December, 181–192.
- Oyetunde-Usman, Z. (2022). Heterogenous Factors of Adoption of Agricultural

- Technologies in West and East Africa Countries: A Review. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6(March), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.761498>
- Pearson, L. J., Pearson, L., & Pearson, C. J. (2011). Sustainable urban agriculture: Stocktake and opportunities. *Urban Agriculture: Diverse Activities and Benefits for City Society*, 5903, 7–19. <https://doi.org/10.3763/ijas.2009.0468>
- Peng, H., & Pang, T. (2019). A mutual-aid mechanism for supply chains with capital constraints. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 14(4), 304–312. <https://doi.org/10.1080/17509653.2019.1578275>
- Pergola, M., Persiani, A., Palese, A. M., Di Meo, V., Pastore, V., D'Adamo, C., & Celano, G. (2018). Composting: The way for a sustainable agriculture. *Applied Soil Ecology*, 123(December 2016), 744–750. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2017.10.016>
- Peša, I. (2020). Crops and Copper: Agriculture and Urbanism on the Central African Copperbelt, 1950–2000. *Journal of Southern African Studies*, 46(3), 527–545. <https://doi.org/10.1080/03057070.2020.1750872>
- Petit, P., & Mutambwa, G. M. (2005). ‘La Crise’: Lexicon and Ethos of the Second Economy in Lubumbashi. *Africa*, 75(4), 467–487. <https://doi.org/10.3366/afr.2005.75.4.467>
- Pingali, P. (2015). Agricultural policy and nutrition outcomes – getting beyond the preoccupation with staple grains. *Food Security*, 7(3), 583–591. <https://doi.org/10.1007/s12571-015-0461-x>
- Plateau, L., Roudart, L., Hudon, M., & Maréchal, K. (2021). Opening the organisational black box to grasp the difficulties of agroecological transition. An empirical analysis of tensions in agroecological production cooperatives. *Ecological Economics*, 185(May 2020). <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2021.107048>
- Poulton, C., Dorward, A., & Kydd, J. (2010). The Future of Small Farms: New Directions for Services, Institutions, and Intermediation. *World Development*, 38(10), 1413–1428. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2009.06.009>
- Pressures, U., Story, A., & City, P. (2022). Transforming the Use of Agricultural Premises under. *Land*, 11, 12. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/land11060866>
- Pypers, P., Sanginga, J. M., Kasereka, B., Walangululu, M., & Vanlauwe, B. (2011). Increased productivity through integrated soil fertility management in cassava-legume intercropping systems in the highlands of Sud-Kivu, DR Congo. *Field Crops Research*, 120(1), 76–85. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2010.09.004>
- Qiao, D., Li, N., Cao, L., Zhang, D., Zheng, Y., & Xu, T. (2022). How Agricultural Extension Services Improve Farmers’ Organic Fertilizer Use in China? The Perspective of Neighborhood Effect and Ecological Cognition. *Sustainability (Switzerland)*. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su14127166> Academic

- QIU, G. yu, LI, H. yong, ZHANG, Q. tao, CHEN, W., LIANG, X. jian, & LI, X. ze. (2013). Effects of Evapotranspiration on Mitigation of Urban Temperature by Vegetation and Urban Agriculture. *Journal of Integrative Agriculture*, 12(8), 1307–1315. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(13\)60543-2](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(13)60543-2)
- Quaye, A. K., Doe, E. K., Amon-Armah, F., Arthur, A., Dogbatse, J. A., & Konlan, S. (2021). Predictors of integrated soil fertility management practice among cocoa farmers in Ghana. *Journal of Agriculture and Food Research*, 5, 100174. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2021.100174>
- Raei, M. Al. (2023). Discover Sustainability Analysing of the sustainable development goals in Damascus University during Syrian crisis using the strategy in the university and the bibliometrics data from SciVal. *Discover Sustainability*. <https://doi.org/10.1007/s43621-023-00140-y>
- Ragasa, C., Ulimwengu, J., & Randriamamonjy, J. (2016). Factors Affecting Performance of Agricultural Extension : Evidence from Democratic Republic of Congo Factors Affecting Performance of Agricultural Extension : Evidence from Democratic Republic of Congo. *Journal of Agricultural Education and Extension*, 0(0), 1–31. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2015.1026363>
- Rao, N., Patil, S., Singh, C., Roy, P., Pryor, C., Poonacha, P., & Genes, M. (2022). Cultivating sustainable and healthy cities: A systematic literature review of the outcomes of urban and peri-urban agriculture. *Sustainable Cities and Society*, 85(February), 104063. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.104063>
- Robert. (2022). Forms of Cooperation and Mutual Aid in a Czech-American Rural Community. *The Southwestern Social Science Quarterly*, 30(3), 183–187.
- Rodima-taylor, D. (2022). Platformizing Ubuntu ? FinTech , Inclusion , and Mutual Help in Africa Platformizing Ubuntu ? FinTech , Inclusion , and Mutual Help in. *Journal of Cultural Economy*. <https://doi.org/10.1080/17530350.2022.2040569>
- Rodima-Taylor, D. (2012). Social innovation and climate adaptation: Local collective action in diversifying Tanzania. *Applied Geography*, 33(1), 128–134. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2011.10.005>
- Rodima-Taylor, D. (2014). Passageways of cooperation: Mutuality in post-socialist Tanzania. *Africa*, 84(4), 553–575. <https://doi.org/10.1017/S0001972014000497>
- Royer, H., Yengue, J. L., & Bech, N. (2023). Urban agriculture and its biodiversity: What is it and what lives in it? *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 346(September 2022), 108342. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2023.108342>
- Ruzzante, S., & Bilton, A. (2021). Adoption of agricultural technologies in the developing world: A meta-analysis dataset of the empirical literature. *Data in Brief*, 38, 107384. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2021.107384>
- Schindler, J., Graef, F., & König, H. J. (2015). Methods to assess farming sustainability in developing countries. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(3), 1043–1057. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0305-2>

- Schmidt, S. (2012). Getting the policy right: Urban agriculture in Dar es Salaam, Tanzania. *International Development Planning Review*, 34(2), 129–145. <https://doi.org/10.3828/idpr.2012.9>
- Senyolo, M. P., Long, T. B., Blok, V., & Omta, O. (2018). How the characteristics of innovations impact their adoption: An exploration of climate-smart agricultural innovations in South Africa. *Journal of Cleaner Production*, 172, 3825–3840. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.06.019>
- Serebrennikov, D., Thorne, F., Kallas, Z., & McCarthy, S. N. (2020). Factors influencing adoption of sustainable farming practices in Europe: A systemic review of empirical literature. *Sustainability (Switzerland)*, 12(22), 1–23. <https://doi.org/10.3390/su12229719>
- Setsoafia, E. D., Ma, W., & Renwick, A. (2022). Effects of sustainable agricultural practices on farm income and food security in northern Ghana. *Agricultural and Food Economics*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/s40100-022-00216-9>
- Shahri, M., & Javaheri, B. (2022). Investigating the Factors Affecting Urbanization Rates in Iranian Provinces: Spatial Econometric Method. 11(42), 49–60. <https://doi.org/10.34785/J011.2022.599>
- Shema, A. I., & Abdulmalik, H. (2022). Urban Vertical Farming as a Path to Healthy and Sustainable Urban Built Environment. 2022, 67–88. <https://doi.org/10.17932/IAU.ARCH.2015.017/arch>
- Shirima, V. (2022). Cogent Business & Management Critical Success Factors for the Better Performance of Agricultural Marketing Co-operative Societies in Rombo District, Tanzania: Are Members Aware of Them? Critical Success Factors for the Better Performance of Agricultura. <https://doi.org/10.1080/23311975.2022.2144703>
- Shutchu, M. N., Faucon, M. P., Kamengwa Kissi, C., Colinet, G., Mahy, G., Ngongo Luhembwe, M., Visser, M., & Meerts, P. (2015). Three years of phytostabilisation experiment of bare acidic soil extremely contaminated by copper smelting using plant biodiversity of metal-rich soils in tropical Africa (Katanga, DR Congo). *Ecological Engineering*, 82, 81–90. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2015.04.062>
- Simtowe, F., Zeller, M., & Diagne, A. (2009). The impact of credit constraints on the adoption of hybrid maize in Malawi. *Revue d'études En Agriculture et Environnement*, 90(1), 5–22. <https://doi.org/10.3406/reae.2009.1960>
- Skar, S. L. G., Pineda-martos, R., Timpe, A., Pölling, B., Bohn, K., & Külvik, M. (2020). Urban agriculture as a keystone contribution towards securing sustainable and healthy development for cities in the future. 2(1), 1–27. <https://doi.org/10.2166/bgs.2019.931>
- Slijper, T., Urquhart, J., Poortvliet, P. M., Soriano, B., & Meuwissen, M. P. M. (2022). Exploring how social capital and learning are related to the resilience of Dutch arable farmers. *Agricultural Systems*, 198(January).

- <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2022.103385>
- Smidt, H. J., & Jokonya, O. (2022). Factors affecting digital technology adoption by small-scale farmers in agriculture value chains (AVCs) in South Africa. *Information Technology for Development*, 28(3), 558–584. <https://doi.org/10.1080/02681102.2021.1975256>
- Sogang, T. N., & Monkouop, Y. (2022). Past, Present and Future of Urban Agriculture in Cameroon: Major Contemporary Challenges (1993-2017). *Journal of Agricultural Chemistry and Environment*, 11(01), 1–14. <https://doi.org/10.4236/jacen.2022.111001>
- Sookhtanlou, M., Allahyari, M. S., & Surujlal, J. (2022). Health Risk of Potato Farmers Exposed to Overuse of Chemical Pesticides in Iran. *Safety and Health at Work*, 13(1), 23–31. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2021.09.004>
- Sotamenou, J., & Parrot, L. (2013). Sustainable urban agriculture and the adoption of composts in Cameroon. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 11(3), 282–295. <https://doi.org/10.1080/14735903.2013.811858>
- Specht, K., Siebert, R., Hartmann, I., Freisinger, U. B., Henckel, D., Walk, H., & Dierich, A. (2014). Urban agriculture of the future : an overview of sustainability aspects of food production in and on buildings. *Agric Hum Values*, 33–51. <https://doi.org/10.1007/s10460-013-9448-4>
- Sumbo, D. K., Anane, G. K., & Inkoom, D. K. B. (2023). ‘Peri-urbanisation and loss of arable land’: Indigenes’ farmland access challenges and adaptation strategies in Kumasi and Wa, Ghana. *Land Use Policy*, 126(December 2022), 106534. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106534>
- Sutherland, L. A., & Burton, R. J. F. (2011). Good farmers, good neighbours? The role of cultural capital in social capital development in a Scottish farming community. *Sociologia Ruralis*, 51(3), 238–255. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9523.2011.00536.x>
- Tabe-ojong, M. P. J., & Tabe-ojong, M. P. J. (2022). Do producer organisations promote environmental sustainability through organic soil investments? Evidence from Cameroon Do producer organisations promote environmental sustainability through organic soil investments? Evidence from Cameroon. *Journal of Development Effectiveness*, 00(00), 1–23. <https://doi.org/10.1080/19439342.2022.2130961>
- Tambwe, N., Rudolph, M., & Greenstein, R. (2011). “Instead of begging, i farm to feed my children”: Urban agriculture - An alternative to copper and Cobalt in Lubumbashi. *Africa*, 81(3), 391–412. <https://doi.org/10.1017/S000197201100043X>
- Tamsan, H., & Yusriadi, Y. (2022). Uncertain Supply Chain Management Quality of agricultural extension on productivity of farmers : Human capital perspective. *Uncertain Supply Chain Management*, 10, 625–636. <https://doi.org/10.5267/j.uscm.2021.11.003>

- Tangtong, C., Yoosook, W., Kongtip, P., & Woskie, S. (2022). Risk factors associated with hand tractor related injuries among rice farmers in Thailand. *Human and Ecological Risk Assessment*, 28(1), 43–57. <https://doi.org/10.1080/10807039.2021.2014301>
- Tapia, C., Randall, L., Wang, S., & Aguiar Borges, L. (2021). Monitoring the contribution of urban agriculture to urban sustainability: an indicator-based framework. *Sustainable Cities and Society*, 74, 103130. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103130>
- Tata, J. S., & McNamara, P. E. (2016). Social factors that influence use of ICT in agricultural extension in Southern Africa. *Agriculture (Switzerland)*, 6(2). <https://doi.org/10.3390/agriculture6020015>
- Tene, G., Havard, M., & Temple, L. (2013). Déterminants socio-économiques et institutionnels de l'adoption d'innovations techniques concernant la production de maïs à l'ouest du Cameroun. *Tropicicultura*, 31(2), 137–142.
- Teye, E. S., & Quarshie, P. T. (2022). Impact of agricultural finance on technology adoption, agricultural productivity and rural household economic wellbeing in Ghana: a case study of rice farmers in Shai-Osudoku District. *South African Geographical Journal*, 104(2), 231–250. <https://doi.org/10.1080/03736245.2021.1962395>
- Thomaier, S., Specht, K., Henckel, D., Dierich, A., Siebert, R., Freisinger, U. B., & Sawicka, M. (2015). Farming in and on urban buildings: Present practice and specific novelties of zero-acreage farming (ZFarming). *Renewable Agriculture and Food Systems*, 30(1), 43–54. <https://doi.org/10.1017/S1742170514000143>
- Thornbush, M. (2015). Urban agriculture in the transition to low carbon cities through urban greening. *AIMS Environmental Science*, 2(3), 852–867. <https://doi.org/10.3934/environsci.2015.3.852>
- Tieges, Z., Georgiou, M., Smith, N., Morison, G., & Chastin, S. (2022). Investigating the association between regeneration of urban blue spaces and risk of incident chronic health conditions stratified by neighbourhood deprivation: A population-based retrospective study, 2000–2018. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 240(January). <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2022.113923>
- Timpanaro, G., Pecorino, B., Chinnici, G., Bellia, C., Cammarata, M., Cascone, G., & Scuderi, A. (2023). Exploring innovation adoption behavior for sustainable development of Mediterranean tree crops. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1092942> OPEN
- Tiwari, S., Sindel, B. M., Smart, N., Coleman, M. J., Fyfe, C., Lawlor, C., Vo, B., & Kristiansen, P. (2022). Hand weeding tools in vegetable production systems: an agronomic, ergonomic and economic evaluation. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 20(4), 659–674. <https://doi.org/10.1080/14735903.2021.1964789>

- Town, C., Africa, S., Kanosvamhira, T. P., Town, C., Africa, S., & Kanosvamhira, T. P. (2023). *How do we get the community gardening?: grassroots perspectives from urban gardeners in grassroots perspectives from urban gardeners in*. <https://doi.org/10.1080/08873631.2023.2187509>
- Tshibambe, G. N. (2013). Congo (DRC), migration , 1960 to present. *The Encyclopedia of Global Human Migration*. <https://doi.org/10.1002/9781444351071.wbeghm147>
- Tshomba, K. J., Nkulu, M. F. J., & Kalambaie, B. M. M. M. (2020). Analyse de la dépendance alimentaire aux importations des ménages dans trois communes de la ville de Lubumbashi , RDC. *International Journal of Multidisciplinary and Current Research*, 8(June), 388–396. [https://doi.org/DOI : https://doi.org/10.14741/ijmcr/v.8.3.7](https://doi.org/DOI:https://doi.org/10.14741/ijmcr/v.8.3.7)
- Tshomba K J, J. T., Mugalu, L. N., Ndaye, F. N., Arsène, M. B., Musaya, E. M., & Fyama, J. N. M. (2015). The functions of market gardening in the socio-economic context of Lubumbashi in DR Congo. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 11(2), 291–302.
- Twase, I., Miiro, R. F., Matsiko, F., Ndaula, S., & Ssamula, M. (2022). *Mediation of perceived content validity on motivation and training transfer among smallholder farmers in Central Uganda*. 55–68. <https://doi.org/10.1111/ijtd.12236>
- Useni, S. Y., Louis, B., Antoine, K., Lukangila, A., Matthieu, M., Nathan, K., Jerry, M., Mpundu, M., & Nyembo, K. (2014). Problématique de la valorisation agricole des biodéchets dans la ville de Lubumbashi : Identification des acteurs, pratiques et caractérisation des déchets utilisés en maraîchage. *Journal of Applied Biosciences*, 76(1), 6326. <https://doi.org/10.4314/jab.v76i1.5>
- Useni Sikuzani, Cabala Kaleba, Nkuku Khonde, Amisi Mwana, Malaisse, B. et M. K. (2017). Vingt-cinq ans de monitoring de la dynamique spatiale des espaces verts en réponse à l’urbanisation dans les communes de la ville de Lubumbashi (Haut-Katanga, R.D. Congo). *Tropicultura*, 4, 300–311.
- Useni Sikuzani, Y., Sambiéni Kouagou, R., Maréchal, J., Ilunga wa Ilunga, E., Malaisse, F., Bogaert, J., & Munyemba Kankumbi, F. (2018). Changes in the Spatial Pattern and Ecological Functionalities of Green Spaces in Lubumbashi (the Democratic Republic of Congo) in Relation With the Degree of Urbanization. *Tropical Conservation Science*, 11. <https://doi.org/10.1177/1940082918771325>
- Useni, Y. S., Kaleba, S. C., Halleux, J. M., Bogaert, J., & Kankumbi, F. M. (2018). Caractérisation de la croissance spatiale urbaine de la ville de Lubumbashi (Haut-Katanga, R.D. Congo) entre 1989 et 2014. *Tropicultura*, 36(1), 99–108.
- Useni, Y. S., Kalenga, A. M., Mleci, J. Y., Nghonda, N. T., Malaisse, F., & Bogaert, J. (2022). Assessment of Street Tree Diversity , Structure and Protection in Planned and Unplanned Neighborhoods of Lubumbashi City (DR Congo).

- Sustainability* 2022, 14, 3830. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su14073830>
- Useni, Y. S., Malaisse, F., Yona, J. M., Mwamba, T. M., & Bogaert, J. (2021). Diversity, use and management of household-located fruit trees in two rapidly developing towns in Southeastern D.R. Congo. *Urban Forestry and Urban Greening*, 63(June), 127220. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127220>
- Vansant, E. C., Kerr, R. B., Sørensen, H., Phiri, I., Ola, T., Vansant, E. C., Westengen, O. T., & Kerr, R. B. (2022). Exchange and experimentation : community seed banks strengthen farmers ' seed systems in Northern Malawi farmers ' seed systems in Northern Malawi. *International Journal of Agricultural Sustainability*. <https://doi.org/10.1080/14735903.2022.2122254>
- Vernooy, R. (2022). Does crop diversification lead to climate-related resilience? Improving the theory through insights on practice. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 46(6), 877–901. <https://doi.org/10.1080/21683565.2022.2076184>
- Wang, X., Wang, D., Wu, S., Yan, Z., & Han, J. (2023). Cultivated land multifunctionality in undeveloped peri-urban agriculture areas in China : Implications for sustainable land management. *Journal of Environmental Management*, 325(PA), 116500. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116500>
- Waqas, M., Hashim, S., Humphries, U. W., Ahmad, S., Noor, R., Shoaib, M., Naseem, A., Hlaing, P. T., & Lin, H. A. (2023). Composting Processes for Agricultural Waste Management: A Comprehensive Review. *Processes*, 11(3), 1–24. <https://doi.org/10.3390/pr11030731>
- Wedajo, D. Y., & Jilito, M. F. (2020). Innovating social connectedness for agricultural innovations in eastern Ethiopia. *Cogent Food and Agriculture*, 6(1). <https://doi.org/10.1080/23311932.2020.1809943>
- Wei, G., Kong, X., & Wang, Y. (2022). Will Joining Cooperative Promote Farmers to Replace Chemical Fertilizers with Organic Fertilizers? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(24). <https://doi.org/10.3390/ijerph192416647>
- Weidner, T., Yang, A., & Hamm, M. W. (2019). Consolidating the current knowledge on urban agriculture in productive urban food systems : Learnings , gaps and outlook. *Journal of Cleaner Production*, 209, 1637–1655. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.004>
- Wertheim-heck, S. C. O., Spaargaren, G., & Vellema, S. (2014). Food safety in everyday life : Shopping for vegetables in a rural city in Vietnam. *Journal of Rural Studies*, 35, 37–48. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2014.04.002>
- Wiggins, S., Kirsten, J., & Llambí, L. (2010). The Future of Small Farms. *World Development*, 38(10), 1341–1348. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2009.06.013>

- Wulandhari, N. B. I., Gölgeci, I., Mishra, N., Sivarajah, U., & Gupta, S. (2022). Exploring the role of social capital mechanisms in cooperative resilience. *Journal of Business Research*, 143(January), 375–386. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.01.026>
- Xiao, X. D., Dong, L., Yan, H., Yang, N., & Xiong, Y. (2018). The influence of the spatial characteristics of urban green space on the urban heat island effect in Suzhou Industrial Park. *Sustainable Cities and Society*, 40(April), 428–439. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.04.002>
- Yan, D., Liu, L., Liu, X., & Zhang, M. (2022). Global Trends in Urban Agriculture Research: A Pathway toward Urban Resilience and Sustainability. *Land*, 11(1), 1–17. <https://doi.org/10.3390/land11010117>
- Yang, Z., Hao, P., Liu, W., & Cai, J. (2016). Peri-urban agricultural development in Beijing: Varied forms, innovative practices and policy implications. *Habitat International*, 56, 222–234. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2016.06.004>
- Yousafzai, S., Saeed, R., Rahman, G., & Farish, S. (2022). Spatio - temporal assessment of land use dynamics and urbanization : linking with environmental aspects and DPSIR framework approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 81337–81350. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-21393-6>
- Zasada, I. (2011). Land Use Policy Multifunctional peri-urban agriculture — A review of societal demands and the provision of goods and services by farming. *Land Use Policy*, 28(4), 639–648. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2011.01.008>
- Zeza, A., & Tasciotti, L. (2010). Urban agriculture, poverty, and food security: Empirical evidence from a sample of developing countries. *Food Policy*, 35(4), 265–273. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2010.04.007>
- Zhang, B., Fu, Z., Wang, J., & Zhang, L. (2019). Farmers’ adoption of water-saving irrigation technology alleviates water scarcity in metropolis suburbs: A case study of Beijing, China. *Agricultural Water Management*, 212(January 2018), 349–357. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.09.021>
- Zhang, X., Wang, J., Song, W., Wang, F., Gao, X., Liu, L., Dong, K., & Yang, D. (2022). Decoupling Analysis between Rural Population Change and Rural Construction Land Changes in China. *Land*, 11(2). <https://doi.org/10.3390/land11020231>
- Zhong, C., Hu, R., Wang, M., Xue, W., & He, L. (2020). The impact of urbanization on urban agriculture : Evidence from China. *Journal of Cleaner Production*, 276, 122686. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122686>
- Zhong, Z., Jia, F., Long, W., & Chen, K. Z. (2022). Risk sharing, benefit distribution and cooperation longevity: sustainable development of dairy farmer cooperatives in China. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 20(5), 982–997. <https://doi.org/10.1080/14735903.2022.2041229>
- Zhou, G. (2021). *The Mutual-Support Model of Elderly Care for Aged Farmers in*

Shandong Province. 517(Sschr 2020), 973–978.
<https://doi.org/10.2991/assehr.k.210121.189>

Zongo, Diarra, Barbier, Zorom, Y. and Thomas. D. (2015). FARMERS ' PRACTICES AND WILLINGNESS TO ADOPT SUPPLEMENTAL IRRIGATION IN BURKINA FASO Beteo Zongo International Institute for Water and Environmental Engineering , Burkina Faso Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Internati. *International Journal of Food and Agricultural Economics*, 3(1), 101–117.
<https://doi.org/10.22004/ag.econ.200129>

Annexes

Annexe 1. Questionnaire d'enquête et suivis des producteurs 2019
Performance économique de la production du chou chinois et profil des agriculteurs
dans les chaînes de valeur des cultures maraîchères de Lubumbashi, RD Congo
Fiche Numéro.....Date de l'enquête le

Nom du site/commune	
Année de création	
Propriétaire du site	
Nombre d'association maraîchère	
Nombre d'exploitations par site (estimation)	

1. Description du profil socioéconomique des maraîchers

Genre	1. Masculin 2. Féminin
Age	..... Ans
Niveau d'étude	1. Analphabète 2. Primaire 3. Secondaire 4. Universitaire
Etat civil	1. Célibataire 2. Marié 3. Divorcé 4. Veuf/ve
Régime matrimonial	1. Monogamie 2. Polygamie
Groupe ethnique	1. Luba (Katanga) 2. Baluba (Kasaï) 3. Bemba 4.Tabwa 5. Autres...
Religion	1. Protestant 2.Catholique 3. Réveil 4. Musulman 5. Autres...
L'exploitant est-il chef du ménage ?	1. Oui 2.Non
Si non, quelle l'activité du chef de ménage ?	
Quelle est la taille du ménage de l'exploitant ?..... Personnes	
Quelle est la place du maraîchage dans votre ménage ? 1. Principale 2.Secondaire	
Quelle est votre activité secondaire ?.....	
Quelle est votre principale activité pendant la saison de pluie ?	
Si le maraîchage est votre activité secondaire, quelle est votre activité principale ?	
Combien d'années avez-vous dans le maraîchage ? Ans	
Appartenez-vous à une association des producteurs ? 1. Oui 2. Non	
Avez-vous bénéficié un encadrement en maraîchage ? 1. Oui 2. Non	
Si oui, Quel (s) est (sont) le (s) nom de l'organisme qui vous a encadré ?.....	
Quelle a été le but de la formation ? 1. Pratique innovante 2. Agrobusiness 3. Autres...	

Appliquez-vous les connaissances apprises ? 1. Oui 2. Non
Si non, pourquoi n'appliquez-vous pas ces connaissances ? 1. Manque de moyen (argent) 2. Pas de compétence 4. Autres.....
Quelle est votre principale motivation pour l'agriculture urbaine ? 1. Chômage 2. Récréation 3. Pauvreté 4. Sécurité foncière 5. Divertissement 6. Autres
Au vu des contraintes, aimeriez-vous intégrer des pratiques innovantes dans votre système de production actuel ? 1. Oui 2. Non
Si oui, Quelle genre d'innovation aimeriez-vous intégrer ? 1. Hors saison 2. Organisation marché 3. Irrigation 4. Compostage 5. Agro-écologie 6. Autres...

2. Structure de l'exploitation et gestion de facteur de production

Quel est le système de culture appliquez-vous? 1. Monoculture 2. Association de culture 3. Assolement
Qu'est-ce qui motive votre choix d'une culture ? 1. Le prix du marché 2. Demande des acheteurs

Utilisation des facteurs de production

Accès au financement agricole

Avez-vous les moyens nécessaires pour financer vos activités ? 1. Oui 2. Non
Si non, comment faites-vous pour financer vos activités ?
Avez-vous accès facile au crédit des institutions de micro finances ? 1. Oui 2. Non
Quelle est votre principale source de financement ? 1. Fond propre 2. Crédit 4. Autre...
Quelle est votre principale mode d'épargne ? 1. Tontine 2. Familiale (caisse) 3. Banque 5. N'épargne pas
Quel a été votre capital de départ ?..... CDF

Gestion de terrain

Quel est votre mode d'acquisition du terrain ? 1. Location 2. Propriétaire 3. Héritage 4. Don 5. Autre...
Combien d'argent dépensez-vous par an pour le terrain ? (CDF)
Avez-vous un problème d'insécurité foncière ? 1. Oui 2. Non

Technique culturale et accès à l'eau

Quel type de technique culturale utilisez-vous ?	
Cultures	Techniques
	1. Technique de repiquage 2. Technique de semoir direct

	1. Technique de repiquage 2. Technique de semoir direct
	1. Technique de repiquage 2. Technique de semoir direct
Si technique de repiquage, la quelle faites-vous	
Cultures	Techniques
	1. à la ligne 2. en vrac
	1. à la ligne 2. en vrac
	1. à la ligne 2. en vrac
Quel est le moyen par lequel votre champ accède à l'eau ? 1. Puits 2. Rivière 3. REGIDEZO 4. Marrais 5. Motopompe 6. Autres...	
Si vous utilisez les puits, sont-ils 1. Individuel ou 2. Collectif	
Quelle quantité d'eau apportée vous par jour ?..... (Litre)	
Quelle est votre fréquence d'arrosage par jour ? (fois)	
Combien d'argent dépensez-vous par cycle de production pour arroser ? (CDF)	
Quelle est votre perception sur la qualité de l'eau ? 1. Bonne 2.mauvaise	
Quel est votre principal indicateur pour apprécier la qualité de l'eau d'arrosage ? 1. Couleur 2. Odeur 3. Présence des organismes vivant dans l'eau 4. Autre...	
Avez-vous des pratiques de purification de l'eau ? 1. Oui 2.Non	
Si oui lesquelles ?.....	

La main d'œuvre

Phase de production	M.O Familiale				M.O Salarié		
	Enfant		Adulte		H	F	Prix unitaire
	H	F	H	F			
Préparation du sol							
Pépinière							
Formation des plates-bandes							
Semis							
Application des engrais							
Application des Produits Phytosanitaire							
Arrosage							

Récolte							
En moyenne combien d'heures par jours vous consacrez dans votre exploitation ?							
Combien des jours par semaine vous travaillez dans votre exploitation ?							
Par rapport à la main d'œuvre utilisée, faites-vous souvent face à quel(s) problème(s)?							
1. insuffisance des moyens financiers pour les payer 2. la main d'œuvre est trop couteuse 3. main d'œuvre initialement moins expérimentée par rapport à l'activité 4. non-respect des engagements 5. Indisponibilité de la main d'œuvre locale 6. autres ...							

Quantification des outils

Matériel agricole	Nombre	Prix d'achat (CDF)	Année d'acquisition
Houe			
Machette			
Seau			
Arrosoir			
Binette			
Bidon			
Autres à préciser			

Quantification des semences

Cultures	Quel type des semences utilisez-vous ?	Quantité (kg)	Coût (CDF)
	1. Améliorées 2. Non améliorées		
	1. Améliorées 2. Non améliorées		
	1. Améliorées 2. Non améliorées		
	1. Améliorées 2. Non améliorées		
Où achetez-vous les semences que vous utilisez ?		1. Boutique agricole 2. Fournisseur au champ	
Quel est votre critère de choix des semences ?		1. Cycle court 2. Résistance aux maladies 3. Dispo	

Gestion de la fertilité des sols

Quel est votre perception sur la qualité de votre sol ? 1. Mauvais 2. Bon 3. Très bon 4. Autre...
Quel est l'indicateur le plus marquant pour apprécier un sol fertile selon vous? 1. Productivité 2. Couleur noir 3. Présence de tithonia 4. Présence de lombric 5. Sol meuble 6. Autres.
Quel est l'indicateur le plus marquant pour apprécier un sol non fertile selon vous ? 1. Réduction de la productivité 2. Blanchement ou rougissement du sol 3. Durcissement du sol 4. Présence d'Imperata 5. Jaunissement des feuilles 5. Absence de Lombric 6. Autres...

Pratiques d'usage des engrais chimiques

Quantité totale des matières fertilisantes utilisées par les maraîchers				
Matières fertilisantes utilisées	Quantité (Kg)	coût d'acquisition (CDF)	Fréquence d'emploi	Lieu d'approvisionnement
UREE				
NPK				
Matières carbonatées				
Quel est votre période idéal pour fertiliser ? 1. en pépinière 2. Pendant la transplantation 3. Après transplantation 4. Autres à préciser.....				
Quel est le matériel utilisé vous pour mesurer les doses des engrais chimique ? 1. Capsule de coca-cola 2. Sans matériel 3. Autres à préciser.....				
Quel est votre mode d'emploi d'engrais chimique ? NPK : 1. A la volée 2. Localisé 3. Fertigation 4. Autres..... UREE : 1. A la volée 2. Localisé 3. Fertigation 4. Autres.....				

Pratiques d'usage des matières organiques

Quelles matières organiques avez-vous utilisés ?				
Matières	Lieu d'approvisionnement	Quantité (Kg)	Prix d'achat CDF	Transport CDF
Fientes				
Copeaux				
Pailles				
Composts				
Fumiers				
Biodéchets				

Résidus de récolte				
Quel outil de protection portez-vous lors d'usage des matières fertilisantes ? 1. Gants 2. Aucun 3. Autres...				
Quelle précaution vous-prenez après l'usage des matières fertilisantes ? 1. lavage avec détergent 2. Lavage sans détergent 3. Ne lave pas les mains 4. Autres...				

Pratiques d'usage des produits phytos

A quel stade de la culture observée vous les attaques ? 1. En pépinière 2. Plantule 3. Phase de récolte			
Citez les principaux ravageurs des cultures observez-vous ?		1..... 2..... 3.....	
Quelles sont les attaques observé vous ? 1. Perforation des feuilles 2. Destruction des racines 3. Infection de la plante 4. Chute de la plante			
Quelle est votre perception sur l'efficacité du produit ?		1. Moins efficaces 2.Efficace 3.tres efficaces	
Où achetez-vous les produits phytos? 1. Boutique agricole 2. Fournisseur 3. Amis 4. Autres			
Nom du produit	Quantité utilisée en litre	Lieu d'approvisionnement	Coût (CDF)
Quelle est votre perception sur l'efficacité du produit ?		1. Moins efficaces 2.Efficace 3.tres efficaces	

Quantification de la production

Cultures	Superficie occupée par la culture m ²	Nombre de plate-bande	Prix d'une plate-Bande	Revenus (CDF)	Nombre total des sacs (kg)	Nombre de jour /Cycle
Chou						
Amarante						
.....						
Total		xxxxx xxxx	Xxxxxx xxxxxxxx	xxxxxx xxxxx	xxxxxxx xxxxx	xxxxxx xxxxx
Quel a été le mois avez-vous débuté avec les activités maraîchère pour cette année ?						
Trouvez-vous votre rendement satisfaisant ? 1. Oui 2. Non						
Quelle est votre perception sur la qualité sanitaire de vos légumes ? 1. Bonne 2. Mauvaise						
Comment vous faites pour améliorer la qualité sanitaire de vos légumes ? 1. utilisation des matières organiques 2. Usage des amendements carbonaté 3. Ne fait rien						
Avez-vous de matériel de stockage et de transformation approprié ? 1. Oui 2. Non						

Commercialisation

Trouvez-vous facilement les clients pour votre production ? 1. Oui 2. Non
Avez-vous des stratégies de fidélisation de votre clientèle ? 1. Oui 2. Non
Si oui, quelles sont vos stratégies ?.....
Où se fait la vente de votre production ? 1. Au champ 2. Au marché 3. A la maison 4. Autre...
Quel est le mode de paiement de votre récolte? 1. Crédit 2. Cash 3. paiement anticipé 4. autre ...
Le plus souvent, qui sont vos client ? 1. Intermédiaire ou commerçants 2. Consommateur ou ménages

3. Autres difficultés

Quelle est votre principale contrainte liée à la production des légumes ?

4. Implication des institutions d'appui et de l'Etat

1. Précarité et coût d'accès au foncier 2. Pauvreté des sols 3. Instabilité des marchés 4. Autres...

Existe-t-il des institutions qui vous accompagnent dans votre activité ? 1. Oui 2. Non
Si oui, il s'agit de : 1. Institutions publique 2. Institutions privées 3. Organisation paysanne 4. ONG
Quel genre d'accompagnement vous apportent-ils ? 1. Formation 2. Vulgarisation des nouvelles techniques 3. apports d'intrants agricoles
Combien des cycles de production ?.....

**Annexe 2. Questionnaire d'enquête et suivis des producteurs 2019
Performance économique de la commercialisation du chou chinois à
Lubumbashi, République Démocratique du Congo**

Nom du marché	
Année de création	

0. Description du profil socioéconomique des consommateurs

Genre	1. Masculin 2. Féminin
Age	..... Ans
Niveau d'étude	1. Analphabète 2. Primaire 3. Secondaire 4. Universitaire
Etat civil	1. Célibataire 2. Marié 3. Divorcé 4. Veuf/ve
Régime matrimonial	1. Monogamie 2. Polygamie
Religion	1. Protestant 2. Catholique 3. Réveil 4. Musulman 5. Autres...
L'acheteur est-il chef du ménage ?	1. Oui 2. Non
Si non, quelle l'activité du chef de ménage ?	.....
Quelle est la taille du ménage de l'acheteur ?	..... Personnes
Aimeriez-vous l'intégration des innovations dans l'achat des légumes ?	Oui 2. Non
Si oui, Quelle genre d'innovation aimeriez-vous ?	1. Vente en Kg 2. Emballage 3. Préparer et conservé en boîte 4. Autres à préciser
Quel est le revenu mensuel du chef de ménage	..... CDF ou USD

Analyse d'achat

Noms des Produits	Quantité (Kg)	Prix d'achat (CDF)
Chou de chine		
Fréquence d'approvisionnement par semaine	.....	Fois
Coût de transport	.....	(CDF)
Emballage	.....	(CDF)
Trouvez-vous facilement les légumes pour acheter ?	1. Oui 2. Non	
Quel est le mode de paiement de vos produits ?	1. Crédit 2. Cash 3. Paiement anticipé 4. Autre ...	

Qu'est-ce qui vous attire chez un vendeur ? 1. Qualité des légumes 2. Connaissance 3. Client 4. Autres à préciser
Avez-vous une idée sur la qualité sanitaire (ETM) de vos légumes ? 1. Oui 2. Non
Quelle est votre perception sur la qualité sanitaire des légumes 1. Bonne 2. Mauvaise
Quelle est votre principal critère de choix de légumes ? 1. Prix 2. Disponibilité 3. Valeur nutritionnelle 4. Taux d'humidité 5. Autres à préciser.....
Perception des consommateurs en rapport avec les conditions de production
Pulvérisation 1. Bonne 2. Mauvais 3. Indiffèrent
Engrais chimique 1. Bonne 2. Mauvais 3. Indiffèrent
Eau d'arrosage 1. Bonne 2. Mauvais 3. Indiffèrent
Zone de production 1. Bonne 2. Mauvais 3. Indiffèrent
Avez-vous accès aux publications scientifiques qui montrent comment les légumes ne sont plus des qualités 1. Oui 2. Non

Annexe 3. Questionnaire d'enquête de suivi 2020
Facteurs d'adoption pérenne des pratiques innovantes par les agriculteurs
urbains de Lubumbashi, RD Congo

1. Information sur le site

Nom du site/commune/ Année de création	
Propriétaire du site / Nombre d'exploitation	
Superficie totale du site	

2. Profil socioéconomique du producteur chef d'exploitation

Les déterminants sociaux	
Genre	1. Masculin ; 2. Féminin
Quel est votre l'âge ?	..... ans
Quel est votre niveau d'instruction (Capital humain) ?	1. Analphabète 2. Primaire 3. Secondaire 4. Universitaire
Quelle est votre ancienneté dans la production maraîchère ?	..... mois ou année
Quel est votre état civil ?	1. Célibataire 2. Marié 3. Divorcé 4. Veuf/ve
Quel est votre régime matrimonial ?	1. Monogamie ; 2. Polygamie
Etes-vous natif de Lubumbashi (Autochtone ou migrant) ?	1. Oui ; 2. Non
Etes-vous membre d'une confession religieuse ?	1. Oui ; 2. Non
Etes-vous membre d'une association socioculturelle ?	1. Oui ; 2. Non
Etes-vous membre d'une ONG ou d'un projet ?	1. Oui ; 2. Non
Etes-vous chef de votre ménage ?	1. Oui ; 2. Non
Quelle est la taille de votre ménage ?	..... Personnes
Les déterminants institutionnels	
Avez-vous déjà été en contact avec des services de l'agriculture (IPAPEL, SNV, SENESEM, SENAHUP, SENAFIC) ?	1. Oui ; 2. Non
Avez-vous déjà reçu une formation en maraîchage ?	1. Oui ; 2. Non

	3. Fiscale (taxes)
Avez-vous accès aux services financiers (Banque ou institution de microfinance) pour soutenir votre exploitation ?	1. Oui ; 2. Non
Si oui, ce crédit permet-il de couvrir l'ensemble de votre coût de production ?	1. Oui ; 2. Non
Sinon, pour quelle raison ?	..... ..... ..... ..... ..... ..... .....
Quel est le nom de l'institution de finance ?	..... ..... ..... ..... .....
Après-vente, procéder vous à l'épargne ?	1. Oui ; 2. Non
Si oui, préciser la nature ?	..... ..... ..... ..... .....
Si non, pourquoi ?	..... ..... ..... ..... .....
Les variables économiques	
Le maraîchage est-il votre activité principale génératrice de revenu ?	1. Oui ; 2. Non
Avez-vous une source de revenu non agricole ?	1. Oui ; 2. Non

Si oui, laquelle ?	1. Commerce 2. Restauration 3. Télécommunication 4. Activité minière 5. Charbonnage
Supportez-vous un coût pour atteindre votre site d'exploitation ?	1. Oui ; 2. Non
Quelle est la superficie emblavée par le producteur ?	..... m ²

3. Perception du producteur face à la FAO et aux innovations promues

Avez-vous confiance à l'accompagnement de la FAO ?	1. Oui ; 2. Non
Si oui, qu'est-ce qui vous motive pour avoir confiance à l'accompagnement de la FAO ?	
Si non, pourquoi ?	
Percevez-vous un intérêt aux innovations (PPI) promues par HUP-FAO?	1. Oui ; 2. Non
Si oui, qu'est ce qui a changé dans votre exploitation ?	..... ..... .....
Quelle est votre perception sur la qualité sanitaire de vos légumes ?	1. Bonne ; 2. Mauvaise
Si mauvaise, serez-vous prêt à adopter une innovation pour améliorer la qualité sanitaire de vos légumes ?	1. Oui ; 2. Non

4. Suivi d'itinéraire technique en rapport avec l'adoption ou non adoption des PPI promues par le projet HUP-FAO

Les principales innovations promues par le projet HUP-FAO	Variables expliqués : Décision ou non d'adopter	Raisons d'adoption ou de non adoption
Facilitation à la jouissance de terre (Statut foncier : faire valoir direct)	1. Oui ; 2. Non	
Augmentation progressive de superficie emblavée	1. Oui ; 2. Non	
Promotion des technologies d'irrigation (motopompe, pompes à pédales, goutte à goutte, aménagement hydro agricoles)	1. Oui ; 2. Non	
Chacun des producteurs devra être propriétaire des principaux outils de travail (Houe, arrosoir, machette ect)	1. Oui ; 2. Non	
Promotion des cultures exotiques (chou de Chine et Chou pommé)	1. Oui ; 2. Non	
Cultures sous tunnel	1. Oui ; 2. Non	
Diversification des cultures	1. Oui ; 2. Non	
Utilisation des fiches techniques des cultures et du tableau synoptique	1. Oui ; 2. Non	
Calendrier agricole des principales cultures maraîchères	1. Oui ; 2. Non	
Préparation des planches ou des caisses à compost (platebande)	1. Oui ; 2. Non	
Promotion des variétés et cultivars améliorés	1. Oui ; 2. Non	
Promotion des fertilisants naturels (fiente de poule, fumier de porc, fumier de bœufs et compost)	1. Oui ; 2. Non	
Promotion des biopesticides dérivés des feuilles de papayer, du tabac, de l'ail, de tephrosia et nord indien	1. Oui ; 2. Non	

Adhésion des producteurs aux associations maraîchères	1. Oui ; 2. Non	
Diversification des sources de revenu autre que le maraîchage (élevage, garderie, commerce, couture)	1. Oui ; 2. Non	
Construction des pavillons dans les marchés situés à proximités des sites maraîchers (accès au marché)	1. Oui ; 2. Non	
Gestion de caisse de proximité (épargne)	1. Oui ; 2. Non	
Production maraîchère toute l'année	1. Oui ; 2. Non	

4. Mode de fonctionnement d'exploitation

i. Accès à la terre

En cas de faire valoir indirect, combien d'argent dépensez-vous par an pour le terrain ? CDF/EURO

ii. Main d'œuvre

Quelle est la principale main d'œuvre utilisée dans votre exploitation ?	1. Familiale 2. Extérieure
Combien des membres du ménage travaillent régulièrement dans l'exploitation ?	..... Personnes
Combien des personnes utilisez-vous comme main d'œuvre extérieure (ME) ?	..... Personnes
Pour un cycle de production combien d'argent dépensez-vous pour la ME ?	..... CDF /EURO
Vous travaillez combien d'heures par jour ?	..... Heures
Un cycle de production vous prend combien des jours ?	..... Jours
Combien des récoltes pour toute la durée du maraîchage ?	..... Récoltes

iii. Quantification des outils

Matériel agricole	Nombre	Prix d'achat (CDF)	Année d'acquisition
Houe			
Machette			
Seau			
Arrosoir			
Binette			
Bidon			

iv. Quantification des semences

Cultures	Quantité (kg)	Coût (CDF)

**V. Gestion de la fertilité des sols
Pratiques d'usage des engrais chimiques**

Quantité totale des matières fertilisantes utilisées par les maraîchers/ Cycle de production		
Matières fertilisantes utilisées	Quantité (Kg)	coût d'acquisition (CDF)
UREE		
NPK		
Matières carbonatées		

1. Pratiques d'usage des matières organiques

Matières	Quantité (Kg)	Prix d'achat CDF	Transport CDF
Fientes			
Copeaux			
Composts			
Fumiers de porc			

v. Pratiques d'usage des produits phytos

Nom du produit	Quantité utilisée en litre	Lieu d'approvisionnement	Coût (CDF)
Utilisez-vous des substances naturelles pour lutter contre les ravageurs ?			1. Oui ; 2. Non
Nom du produit	Quantité utilisée en Kg	Lieu d'approvisionnement	Coût (CDF)

vi. Revenu

Cultures	Revenu (CDF)

Chou de chine	
Total	

vii. Commercialisation

Qui sont vos clients potentiels ?	1. Consommateur 2. Intermédiaire ou commerçant 3. Super marché
Quel est le mode de paiement à la récolte?	1. Crédit 2. Cash 3. paiement anticipé

viii. Autres difficultés

<p>Quelle est votre principale contrainte liée à la production des légumes ?</p> <p>1. Précarité et coût d'accès au foncier 2. Pauvreté des sols 3. Volatilité des prix 4. Autres...</p>
--

Merci infiniment !!

Annexe 4. Questionnaire d'enquête et suivis des producteurs 2021
Réseaux informels d'entraide chez les petits producteurs maraîchers de
Lubumbashi, République Démocratique du Congo

Information sur le site

Nom du site/commune	
Nombre d'association maraîchère	

Description du profil socioéconomique des maraîchers

Genre	1. Masculin 2. Féminin
Age (tranche)	..... Ans
Niveau d'étude	1. Analphabète 2. Primaire 3. Secondaire 4. Universitaire
Etat civil	1. Célibataire 2. Marié 3. Divorcé 4. Veuf/ve
Régime matrimonial	1. Monogamie 2. Polygamie
Origine	1. Autochtones 2. Allochtones
Religion	1. Protestant 2. Catholique 3. Réveil 4. Musulman 5. Autres...
L'exploitant est-il chef de ménage ?	1. Oui 2. Non
Si non, quelle l'activité du chef de ménage ?	.....
Quelle est la taille du ménage de l'exploitant ?.....	Personnes
Quelle est la place du maraîchage dans votre ménage ?	1. Principale 2. Secondaire
Quelle est votre activité secondaire ?.....	
Quelle est votre principale activité pendant la saison de pluie ?	.....
Si le maraîchage est votre activité secondaire, quelle est votre activité principale ?	.....
Combien d'années avez-vous dans le maraîchage ?	Ans
Appartenez-vous à une association des producteurs ?	1. Oui 2. Non
Avez-vous bénéficié un encadrement en maraîchage ?	1. Oui 2. Non
Si oui, Quel (s) est (sont) le (s) nom de l'organisme qui vous a encadré ?.....	
Quelle a été le but de la formation ?	1. Pratique innovante 2. Agrobusiness 3. Autres...
Appliquez-vous les connaissances apprises ?	1. Oui 2. Non

Si non, pourquoi n'appliquez-vous pas ces connaissances ? 1. Manque de moyen (argent) 2. Pas de compétence 4. Autres.....	
Nombre d'unité domestique travaillant au champs (nombre des personnes)	
Superficie de l'exploitation (ares)	
Nombre d'heures de travail par jour / nombre de jour par semaine	
Production en Kg/ Revenu en CDF	
Avez-vous eu recours à l'entraide au cours du cycle de production actuel ?	Oui/ Non
Si oui, quelles sont les aspects de l'aide qu'ils avaient reçue,	1.Facteurs de production 2. Savoirs faire agricoles
Quels sont liens sociaux avez-vous mobilisés pour s'entraider ?	1.Parenté 2. Confession religieuse 3. Relation de bon voisinage
Si non, pourquoi n'avez-vous pas eu recours à l'entraide ?	..... .....

Ffinancements des activités maraîchères

Caractéristiques des exploitations		
Question	Modalités	Montant en CDF
Quel est votre mode d'accès aux financements ?	1. Système bancaire officiel 2. Système bancaire non officiel (Ristourne) 3. Entraide entre producteurs 4. Les prêteurs sur gage et courtiers 4. Organisme semi-formel (coopérative d'épargne ou de crédit) 5. Prêt auprès des fournisseur d'intrants 6. Monnaie électronique (MPSA, Orange, Airtel Money)	

Entraide dans le suivis des cultures et de systèmes de production

Questions	Modalités	Principale sources de motivation d'adoption
Quelles principales cultures pratiquées vous ?	1. Chou de Chine 2. Amarante 3. Autres	1. Observation personnelle sur la demande 2. Formation reçu 3. Partage d'expérience entre producteurs 4. Héritage 5. Autres.....
Quel est votre système de culture ?	1. Monoculture 2. Association des cultures 3. Assolement	1. Formation reçu 2. Partage d'expérience entre producteurs (Mutualisation informelle) 3. Héritage 5. Autres.....

Entraide dans les partages de facteurs de production (outils)

Outils	Nombres	Intensité d'échanges
Houe		
Arrosoir		
Machette		
Bèche		
Bassinets		
Seau		
Bidon		
Motopompe		
Main d'œuvre		
Capital financier		
Capital foncier		
Urée		
NPK		
Matières organiques		
Produits phytosanitaires		
Semences		
Autres (à préciser)		

entraide dans les partages de savoirs faire agricoles

Composantes principales de l'itinéraire technique	Techniques pratiquées	Intensité d'échanges
Quel type de labour pratiquez-vous ?	1.labour en planches 2. labour sans planches 3. Autres	
Quel type de semis pratiquez-vous ?	1.semis direct 2. Transplantation 3. Autres ..	
Quel type de sarclage pratiquez-vous ?	1.Manuel 2. Chimique 3. Mécanique 4. Autres	
Quelle méthode de contrôle des ravageurs pratiquez-vous ?	1.Biologique 2. Chimique 3. Extrait des plantes 4. Intégrée 5. Autres	
Quelle méthode de fertilisation pratiquez-vous ?	1.Chimique 2. Matières organique 3. GIFS 4. Autres ..	
Quelle mode de récolte ou de vente pratiquez-vous ?	1.Vente sur pieds aux intermédiaires 2. Récolte puis vente intermédiaires en champs 3. Récolte puis vente au marché	

Merci infiniment !!

Caractéristiques des agriculteurs urbains et périurbains de l'enquête exploratoire

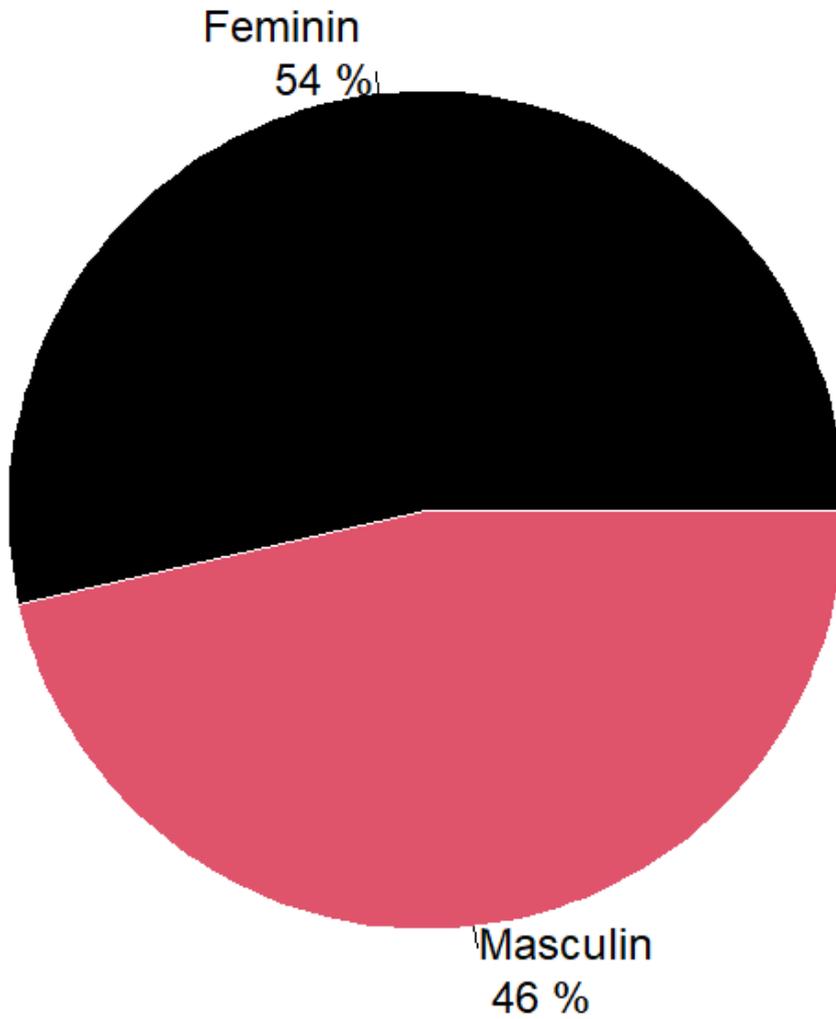


Figure 1 : Répartition des agriculteurs selon leur genre

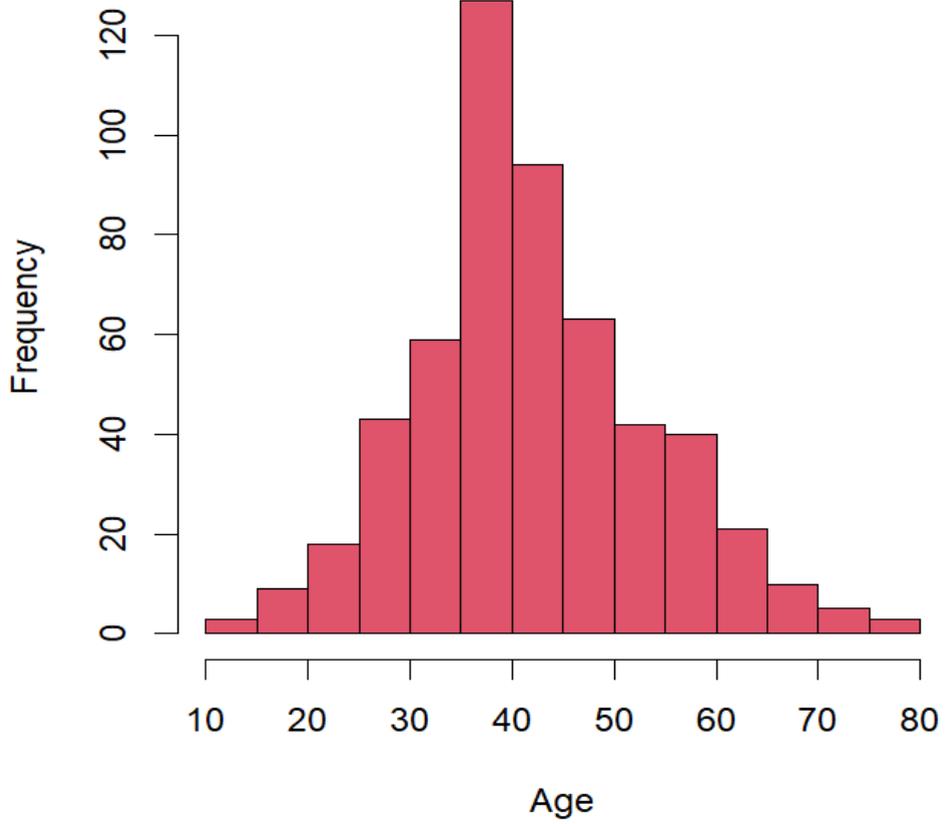


Figure 2 : Répartition des agriculteurs selon leur âge

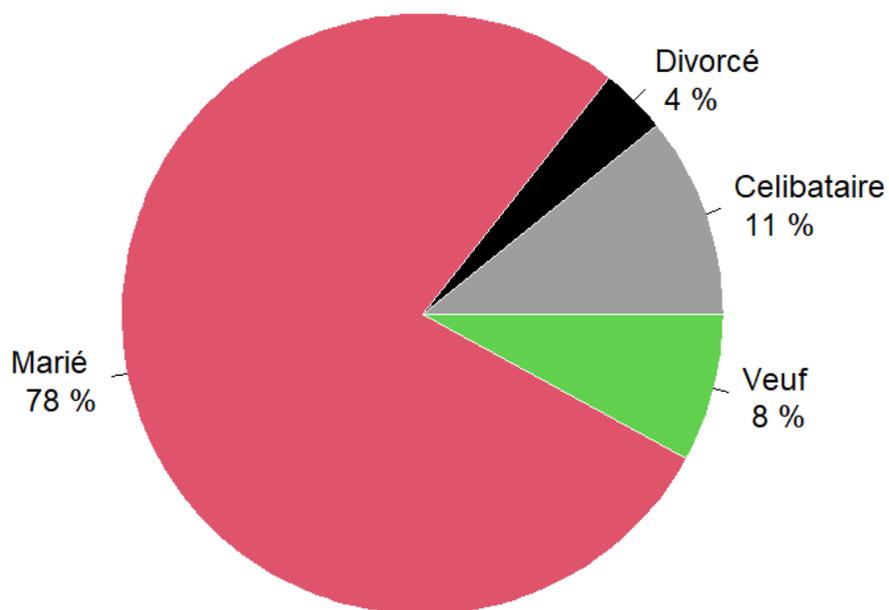


Figure 3 : Répartition des agriculteurs selon leur état civil

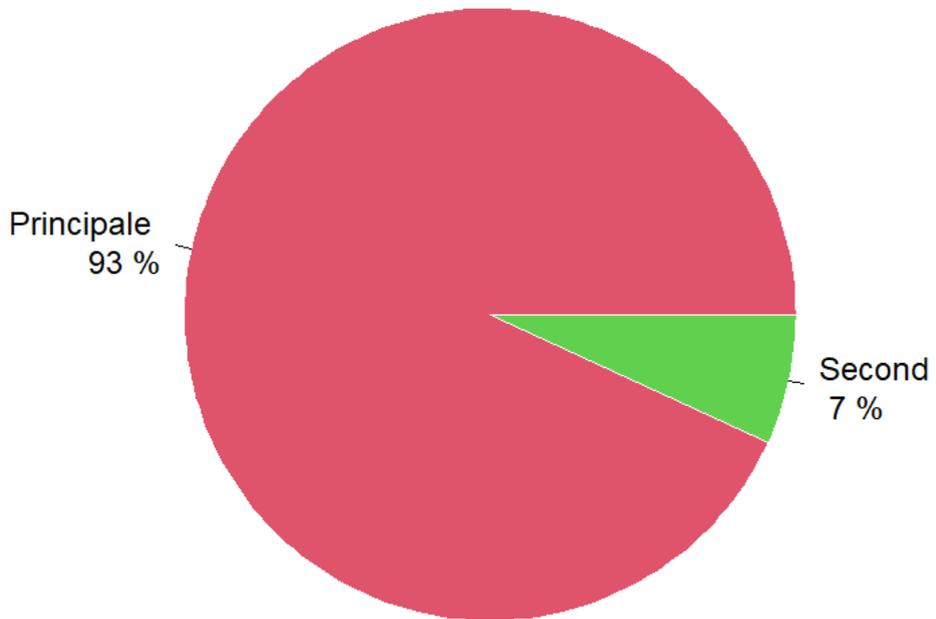


Figure 4 : Considération de l'agriculture par les agriculteurs selon leur source de revenu