

Évaluation de la durabilité des exploitations maraîchères au Sud-Kivu (Est de la République Démocratique du Congo)

Serge S. Ndjadi^{1,2,*}, Léonard E. Ahoton², Roger V. Kizungu³, Aliou Saidou⁴, Yannick Mugumaarhahama⁵, Arsène C. Mushagalusa⁵, Francine B. Safina¹ et Gustave N. Mushagalusa¹

¹ Département de phytotechnie, Faculté des sciences agronomiques et environnement, Université évangélique en Afrique, BP 3323, Bukavu, Sud-Kivu, RDC

² Laboratoire de biologie végétale, École des sciences et techniques de production végétale, Faculté de sciences agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 526 RP, Cotonou, Bénin

³ Institut national pour l'étude et la recherche agronomique, BP 2037, Kinshasa, RDC

⁴ Laboratoire de sciences du sol, École des sciences et techniques de production végétale, Faculté de sciences agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 526 RP, Cotonou, Bénin

⁵ Département de zootechnie, Faculté des sciences agronomiques et environnement, Université évangélique en Afrique, BP 3323, Bukavu, Sud-Kivu, RDC

Résumé – Le maraîchage est actuellement un secteur où certaines pratiques d'agriculture moderne comme la culture pure et l'utilisation des produits de synthèse se développent, mais sont de plus en plus questionnées. L'évaluation de la durabilité de ces pratiques n'a pas encore fait l'objet d'études dans les régions montagneuses du Sud-Kivu, à l'Est de la République démocratique du Congo. Pour y remédier, la durabilité de 368 unités de production maraîchère choisies de manière aléatoire et stratifiée a été évaluée grâce à l'outil « Indicateur de la durabilité de la production maraîchère » (IPDM). Les résultats obtenus font ressortir trois types d'exploitations dont 44 % sont de grande taille, 52 % de taille moyenne et 5 % de petite taille. Il a été constaté que, sur un maximum de 100 points possibles, les exploitations de petite taille obtiennent des scores de durabilité de 60 %, 53 % et 57 % sur les trois dimensions respectives de la durabilité : agroécologique, socio-territoriale et économique. Sur toutes ces dimensions, les grandes exploitations n'atteignent pas 50 %. Ces résultats montrent que les grandes exploitations, plus modernes, sont cependant moins durables. Afin de pérenniser le maraîchage au Sud-Kivu, il apparaît donc nécessaire de promouvoir l'intensification écologique, la diversification intégrée et la promotion des intrants locaux auprès des différents types d'exploitation, et en particulier des plus grandes, engagées dans des techniques intensives mais peu durables.

Mots clés : agriculture durable / sécurité alimentaire / système de culture / maraîchage

Abstract – **Assessment of the sustainability of market gardening farms in South Kivu (Eastern Democratic Republic of Congo)**. Market gardening is currently a sector in which certain modern agricultural practices such as pure cropping and use of pesticides are developing, but are more and more questioned. The sustainability of such practices has not yet been evaluated in the highland regions of South-Kivu in the Eastern Democratic Republic of the Congo. To fill this gap, the sustainability of 368 randomly selected and stratified vegetable farms was assessed using the “Indicator of Sustainability of Vegetable Production” tool. Three types of farms were identified: 44% are large farms, 52% are medium farms and 5% are small farms. It was found that the small farms scored 60%, 53% and 57%, respectively on the three dimensions of sustainability: agro-ecological, socio-territorial and economic. On these three dimensions, large farm scores did not exceed 50%. These results show that the larger farms, oriented toward modernization, are less sustainable. In order to sustain market gardening in South-Kivu, it appears necessary to promote ecological intensification, integrated diversification and use of local inputs for all farm types, and especially for the large ones, engaged in intensive but not sustainable practices.

Keywords: sustainable agriculture / food security / cropping system / market gardening

*Auteur de correspondance : ndjadishakanye@gmail.com

1 Introduction

Le maraîchage est un secteur en croissance du fait de l'augmentation des besoins alimentaires (Maseko *et al.*, 2017). Mais cette croissance ne se fait pas toujours en accord avec les principes d'une agriculture saine et durable, qui utilise rationnellement les ressources du milieu en tenant compte des générations futures (Velten *et al.*, 2015).

En Afrique tropicale, il existe des travaux sur la durabilité du maraîchage notamment ceux de Cissé *et al.* (2003), Traoré *et al.* (2006), Ahouangninou (2013), ou Assogba-Komlan *et al.* (2007) en Afrique de l'Ouest et ceux de Bayendi *et al.* (2017) en Afrique centrale. Cependant, il n'existe pas de travaux équivalents en République démocratique du Congo (RDC).

Au Sud-Kivu, à l'Est de la RDC, le maraîchage constitue un secteur en plein essor et suscite un intérêt croissant du fait de la forte demande en légumes (Rushigira, 2017). Cependant, la plupart des producteurs optent pour des systèmes productivistes privilégiant la quantité plutôt que la qualité, et ne garantissant pas toujours la durabilité de la production. C'est le cas par exemple de la culture pure (c'est-à-dire une seule espèce sur la parcelle, par opposition aux cultures associées), de la monoculture (répétition dans le temps d'une même culture sur un même terrain) et de l'utilisation des engrais et pesticides de synthèse. Ces pratiques peuvent conduire à la dégradation de la fertilité des sols, la recrudescence des maladies et des ravageurs, la pollution des eaux et du sol, et l'accumulation de certains produits toxiques dans les récoltes (Ouédraogo *et al.*, 2019). En maraîchage, Baidoo *et al.* (2012) montrent que l'utilisation répétée des insecticides induit la résistance de certains ravageurs à ces produits.

À l'inverse, le maraîchage basé sur les principes de l'agroécologie favorise l'auto-fonctionnalité de l'écosystème en termes de gestion de la fertilité, de protection intégrée et de qualité des récoltes. Cette auto-fonctionnalité rend le système peu dépendant de l'extérieur, résilient et durable (Sala *et al.*, 2015). De nombreuses recherches ont exploité le potentiel des cultures intercalaires pour une gestion durable et saine des maladies et des ravageurs des plantes maraîchères. Baidoo *et al.* (2012) ont ainsi utilisé l'oignon en association avec le chou pour gérer les parasites de ce dernier, avec des résultats satisfaisants. D'autres recherches ont exploité la diversité végétale intégrée, par exemple cultures maraîchères-légumineuses pour la gestion de la fertilité du sol (Daryanto *et al.*, 2015). Soulignons, par ailleurs, qu'il est reconnu que les systèmes de cultures plus diversifiés et intégrés offrent une pluralité des espèces produites, contribuant ainsi à l'équilibre alimentaire, nutritionnel et socioéconomique (Vlachostergios *et al.*, 2010).

La coexistence de formes de maraîchage faisant un large appel aux intrants chimiques de synthèse importés avec des formes s'engageant dans la perspective d'une transition agroécologique progressive nous a conduit à évaluer les pratiques actuelles des exploitations maraîchères du Sud-Kivu à l'aune des standards d'une agriculture durable. Pour cela, nous avons utilisé différents critères de durabilité permettant, à travers une approche quantitative, de noter différents critères de durabilité pour des exploitations aux caractéristiques diverses.

2 Méthodologie

2.1 Zone d'étude

La présente étude a été conduite en RDC, dans la Province du Sud-Kivu, sur le territoire de Kabare (Fig. 1). Ce territoire est situé au Sud-Ouest du lac Kivu, entre 28°45' et 28°55' de longitude et 2°30' et 2°50' de latitude Sud.

Il présente une alternance de collines et de vallées. Le sol est d'origine volcanique, riche en humus, mais dégradé à certains endroits suite à l'érosion et à la surexploitation. La texture du sol est généralement à prédominance argileuse avec peu de sable. Ce territoire est soumis à un climat tropical humide composé d'une saison pluvieuse de 9 mois (septembre à mai) et d'une courte saison sèche de 3 mois (juin à août). La température annuelle moyenne est de 19,5°C et l'humidité relative varie entre 68 % et 75 %, offrant un climat favorable à une diversité de cultures maraîchères (Balagizi *et al.*, 2013).

2.2 Méthodes

2.2.1 Échantillonnage et collecte des données

Pour avoir un échantillon représentatif, le nombre d'exploitations étudiées a été obtenu en utilisant l'approximation normale de la distribution binomiale (Dagnelie, 1998)

dont la formule est $N = \frac{P_i(1-P_i) \times U_{1-\frac{\alpha}{2}}^2}{d^2}$; avec : N : le nombre d'exploitations étudiées; P_i : la proportion des ménages maraîchers; $U_{1-\frac{\alpha}{2}}^2$: la valeur du carré du quantile qui est de 3,84 pour un percentile de 0,975 et d : la marge d'erreur prévue (5%).

À partir des valeurs de P issues des résultats de la phase exploratoire, 368 producteurs ont été retenus. La proximité avec la ville de Bukavu, chef-lieu de la province du Sud-Kivu et le dynamisme des activités maraîchères ont orienté le choix des groupements (en RDC, le groupement est une subdivision administrative de niveau 4: province, territoire, secteur, groupement et localité). Nous avons ainsi retenu les groupements de Mudaka, Miti, Bughore, Bushwira et Irhambi-Katana. La méthode aléatoire stratifiée a permis la distribution de l'échantillon au prorata du nombre global des maraîchers dans chaque groupement. Ainsi, nous avons retenu 90 exploitations à Mudaka, 78 à Miti, 70 à Bughore, 66 à Irhambi-Katana et 64 à Bushwira.

L'enquête auprès des ménages a été menée du 15 juin au 30 septembre 2018. Les informations recueillies concernent les caractéristiques socioéconomiques et techniques des ménages (sexe, activités principales, superficie, type de main-d'œuvre, systèmes de culture pratiqués, fertilisants utilisés, contraintes majeures, etc.).

Pour recueillir les données sur la durabilité, le questionnaire intégrait aussi éléments nécessaires à l'utilisation de la méthode IPDM décrite ci-dessous.

2.2.2 Évaluation de la durabilité

Pour rendre opérationnel le concept d'agriculture durable, il est nécessaire de disposer d'indicateurs d'évaluation de la durabilité (Barbier et Santiago, 2010). Plusieurs méthodes existent dans la littérature et proposent de nombreux indicateurs. Nous avons identifié trois grands types de

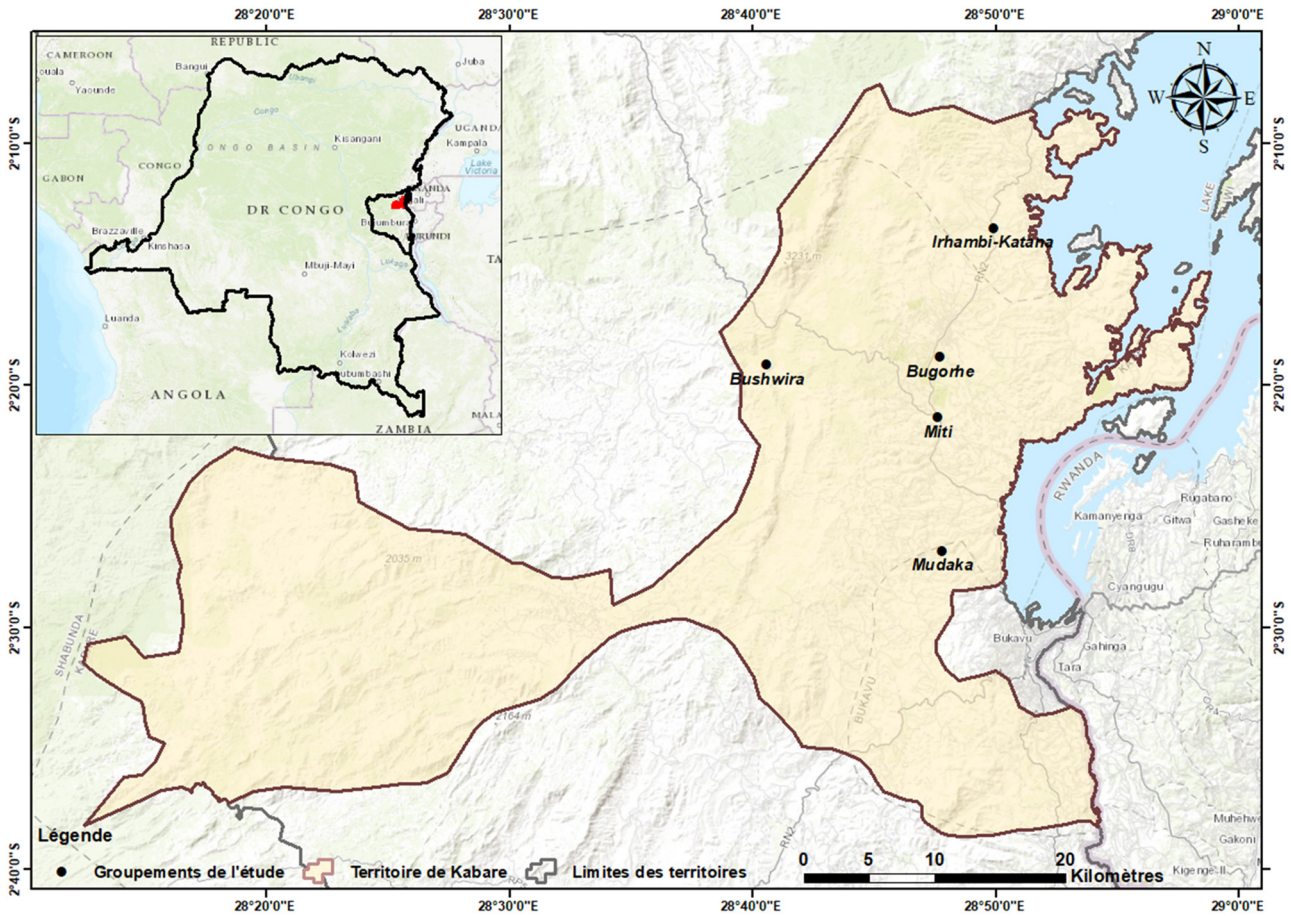


Fig. 1. Carte du territoire de Kabare.
Fig. 1. Map of the Kabare territoire.

différences entre ces méthodes : la nature des indicateurs (quantitative ou qualitative), l'échelle d'application (macro ou micro) et les dimensions de durabilité considérées (dimension environnementale, sociale et économique).

La méthode IDEA (Indicateurs de la durabilité des exploitations agricoles ; [Zahm et al., 2019](#)) aurait pu paraître indiquée. Cependant, IDEA n'est pas adaptée aux types d'exploitations trop spécialisées, telles que le maraîchage, l'horticulture, la viticulture ([Rigby et Caceres, 2001](#)). Pour remédier à ce problème, [Ahouangninou \(2013\)](#) a proposé, en se basant sur IDEA, une méthode plus adaptée au maraîchage en Afrique tropicale, l'Indicateur de la durabilité de la production maraîchère (IDPM). Elle permet une évaluation quantitative des itinéraires et intègre, comme IDEA, les 3 dimensions de la durabilité (agroécologique, socio-territoriale et économique). La dimension économique comprend quatre composantes, les deux autres trois chacune. Les composantes de la dimension agroécologique comprennent en moyenne 5 indicateurs, celles de la dimension socio-territoriale en comptent 6, et celles de la dimension économique, 2. En tout, la méthode est constituée de 3 dimensions, 10 composantes et 40 indicateurs à renseigner pour évaluer la durabilité des exploitations maraîchères.

Chacune des trois dimensions de la durabilité a le même poids, avec un total de points attribués pouvant varier de 0 à 100. La note attribuée à un indicateur est la somme des points

par critère. Elle est comprise entre zéro et une valeur maximale propre à chaque élément, reflétant son importance dans le système. Cette borne maximale figure dans les tableaux 2, 3 et 4. Le score d'une composante est la somme cumulée des scores des indicateurs qui la constituent. Le score d'une dimension est la somme de ses composantes. À partir de 50 % de la valeur maximale, l'indicateur, la composante ou la dimension peut être qualifié de durable puisqu'il satisfait au moins à la moitié des conditions de durabilité attendues.

2.2.3 Utilisation et analyse statistique des résultats

La durabilité d'une exploitation est jugée pour chaque dimension considérée. Comme dans IDEA ([Zahm et al., 2019](#)), la dimension ayant la plus petite valeur est la dimension limitante. Les trois dimensions ne se compensent donc pas. Les scores des unités élémentaires, secondaires et tertiaires de durabilité ont été calculés et appréciés par rapport à la valeur maximale considérée.

Nous avons eu recours aux analyses statistiques multivariées qui sont utilisées couramment pour identifier les variables explicatives qui peuvent aider à regrouper les individus en groupes homogènes ([Alvarez et al., 2018](#)). Dans notre étude, ces analyses ont principalement permis de regrouper les exploitations agricoles en grappes homogènes qui représentent les types

Tableau 1. Caractéristiques socioéconomiques et techniques des exploitations maraîchères de Kabare.**Table 1.** Socioeconomic and technical characteristics of market gardening farms in Kabare.

		Types I (43,75 %)	Types II (51,6 %)	Types III (4,62 %)
Variabiles	Modalités	Fréquence	Fréquence	Fréquence
Groupement	Bughore	22	6	10
	Bushwira	18	11	5
	Katana	12	34	5
	Miti	22	9	68
	Mudaka	27	41	12
Sexe	Féminin	44	34	65
	Masculin	56	66	35
Statut foncier	Achat	100	38	3
	Location	0	57	40
	Héritage	0	5	57
Activités principales	Commerce	58	8	0
	Maraîchage	40	61	51
	Autres cultures	3	31	49
Superficie	< 0,25 ha	4	30	76
	0,25–0,50 ha	15	26	18
	0,50–1 ha	23	30	4
	> 1 ha	58	4	0
Main-d'œuvre	Familiale	30	58	80
	Salarié	70	32	12
	Communautaire	0	10	8
Systèmes	Pure	96	74	12
	Association	4	26	88
Motivation	Faible espace	0	8	51
	Diversification	0	20	44
	Facilité	78	31	0
Fertilisants	Pas de raisons	22	41	5
	Minéral	60	36	25
	Organique	31	51	62
Moyen de lutte	Aucun	8	12	12
	Chimique	76	54	15
	Organique	18	32	56
Contraintes	Aucun	6	14	28
	Climatiques	9	20	20
	Phyosanitaires	56	35	8
	Marché	35	35	11
	Terrain	0	10	60

d'exploitation en fonction des différents aspects de la durabilité. L'analyse en composantes principales (ACP) a été appliquée à l'ensemble des indicateurs de durabilité des trois dimensions considérées afin de pouvoir décrire l'ensemble des données en utilisant un petit nombre de variables fictives, tout en conservant autant d'informations que possible et donc moyennant une perte d'information limitée (Alvarez *et al.*, 2018). Une classification ascendante hiérarchique a ensuite été appliquée sur ces composantes principales pour identifier les grappes qui minimisent la variabilité en leur sein et maximisent les différences entre les grappes. Pour conserver autant que possible la variabilité des données, nous avons choisi de faire la classification en utilisant les treize premières composantes principales, qui représentent près de 69 % de l'inertie totale du jeu des données. Le nombre de composantes principales à conserver a été décidé sur la base du critère de Kaiser et toutes

celles dépassant une valeur propre de 1 ont été retenues (Köbrich *et al.*, 2003). Les analyses statistiques ont été effectuées sous R, version 3.5.1 (R Development Core Team, 2018).

3 Résultats

3.1 Caractéristiques socioéconomiques et techniques des exploitations maraîchères de Kabare

Le [tableau 1](#) décrit les 3 catégories d'exploitations maraîchères rencontrées à Kabare ; on y observe que :

- le type I regroupe les grandes exploitations et représente 44 % de la taille globale de l'échantillon. Étant supérieures à 1 ha, ces exploitations sont généralement acquises par achat, appartiennent majoritairement à des hommes et sont

Tableau 2. Scores de durabilité agroécologique en fonction des types d'exploitations.**Table 2.** *Agro-ecological sustainability scores by types of farms.*

Composante	Indicateur	Borne	Score par Type			
			TI	TII	TIII	Global
Diversité écologique	Diversité des cultures locales	10	2,3 ± 0,5	4,6 ± 1,8	6,2 ± 2,3	4,4 ± 1,5
	Diversité des cultures exotiques	10	1,1 ± 0,3	2,1 ± 0,5	4,2 ± 0,1	2,5 ± 0,3
	Diversité végétale associée	10	0,9 ± 0,0	0,8 ± 0,2	5,7 ± 1,3	2,5 ± 0,5
	Valorisation patrimoine génétique	5	1,2 ± 0,4	2,9 ± 0,6	3,3 ± 0,5	2,5 ± 0,5
	Préservation de la biodiversité	10	1,0 ± 0,1	1,0 ± 0,0	5,6 ± 1,8	2,5 ± 0,6
	Total	45	6,5 ± 1,3	11,4 ± 3,1	25,0 ± 6,0	14,3 ± 3,4
Organisation spatiale	Assolement	10	6,4 ± 1,8	7,0 ± 2,0	4,2 ± 0,8	6,5 ± 0,9
	Dimension des parcelles	10	3,8 ± 0,9	4,5 ± 1,9	2,1 ± 0,2	4,2 ± 1,0
	Rotation/succession des cultures	5	3,1 ± 1,5	3,2 ± 0,9	4,8 ± 1,1	3,2 ± 1,6
	Total	25	13,3 ± 4,2	14,7 ± 4,8	11,1 ± 0,7	13,9 ± 2,3
Pratiques agricoles	Fertilisation	6	1,9 ± 0,5	3,0 ± 1,5	4,0 ± 0,8	3,4 ± 0,9
	Protection des cultures	6	1,0 ± 0,2	2,6 ± 0,8	3,5 ± 1,1	2,9 ± 0,7
	Protection du sol	3	1,3 ± 0,1	2,0 ± 0,8	3,0 ± 0,8	1,7 ± 0,5
	Gestion de l'eau	4	2,7 ± 0,8	2,6 ± 1,1	3,0 ± 0,9	2,7 ± 0,9
	Dépendance énergétique	3	1,9 ± 1,0	3,0 ± 1,6	3,0 ± 1,3	2,9 ± 1,3
	Gestion de résidus chimiques	4	1,7 ± 0,4	3,0 ± 0,7	4,0 ± 1,0	2,9 ± 0,7
	Gestion de matières organiques	4	2,6 ± 0,9	3,3 ± 1,2	3,7 ± 0,7	3,6 ± 1,2
	Total	30	13,1 ± 3,9	19,5 ± 7,7	24,2 ± 7,6	20,1 ± 6,2
Score total		100	32,9 ± 8,7	45,6 ± 15,6	60,3 ± 14,3	48,3 ± 12,8

TI, TII, TIII : type I, type II, Type III. Les scores sont des valeurs moyennes pour chaque type. Le score global est la moyenne pour toutes les fermes. La borne correspond à la valeur estimée maximale propre à chaque élément dont le poids est fonction de son importance dans le système.

surtout situées dans le groupement de Mudaka. Les producteurs pratiquent souvent le petit commerce comme activité principale et utilisent une main-d'œuvre salariée pour les différentes activités de l'exploitation. Au sein de ces unités de production, le système de culture est à prédominance « culture pure ». Les spéculations pratiquées sont l'oignon, la tomate, l'aubergine, le chou, la carotte, le poireau, la morelle noire africaine, le piment, la courge, l'ail et le céleri. Ce qui justifie le choix de la culture pure plutôt que d'associations de cultures est la facilité qu'elle offre dans sa mise en œuvre. On constate que ces exploitations ont largement recours aux produits chimiques de synthèse pour la fertilisation et la protection phytosanitaire. Comme contraintes majeures rencontrées par les producteurs de ce type, on note des attaques phytosanitaires importantes ainsi que des problèmes liés au marché ;

- le type II regroupe les exploitations de taille moyenne ; elles représentent la plus grande part de l'échantillon, 52 %. Ces exploitations sont situées majoritairement à Mudaka et à Katana. Dans cette classe, les exploitations ont une superficie comprise entre 0,2 et 1 ha. Les exploitations de cette deuxième catégorie appartiennent majoritairement à des hommes et le maraîchage est leur principale activité (61 %) suivi des « autres cultures » (31 %). Du point de vue technique, le système de culture prédominant est la culture pure. Dans ces exploitations, les associations de cultures identifiées sont haricot-chou, amarante-aubergine, aubergine-maïs, oignon-carotte, petit pois-tomate, petit pois-oignon, amarante-maïs, tomate-chou, tomate-maïs, amarante-morelle-manioc, tomate-piment-haricot, piment-courge-céleri-haricot et courge-haricot. Pour

41 % de ces producteurs il n'y a pas de raison spécifique qui les conduit à opter pour l'un ou l'autre système (culture pure ou associations). Les fertilisants utilisés dans ces exploitations sont en grande partie organiques (51 %). Pour répondre aux contraintes phytosanitaires, la lutte chimique est favorisée (54 %). Pour cette lutte biologique, certains produits locaux tels que les cendres de cuisine et des produits végétaux comme les feuilles de cyprès, de tabac, d'eucalyptus et le piment sont utilisés de manière préventive ou curative. Les maladies et les ravageurs, les aléas du marché et les changements climatiques constituent les principales difficultés qui entravent l'activité maraîchère des producteurs de cette catégorie ;

- le type III correspond aux exploitations de petite taille ; elles ne représentent que 5 % de l'échantillon. Elles ont de faibles superficies, inférieures à 0,25 ha et appartiennent à des femmes. Ces exploitations sont majoritairement situées dans le groupement de Miti (68 %). Ces unités de production sont héritées (57 %) ou louées (40 %). La main-d'œuvre employée est familiale et l'activité principale des producteurs (et surtout productrices) est le maraîchage (51 %) et la pratique d'autres cultures (49 %). Le système de cultures majoritaire est l'association, qui est adoptée pour des raisons de faible disponibilité du terrain (51 %) et de diversification des récoltes (44 %). Ces exploitations sont peu consommatrices d'intrants chimiques, que ce soit pour la fertilisation ou pour la protection des cultures. Le manque de terre et les changements climatiques sont les grandes contraintes rencontrées par ces exploitants.

Tableau 3. Scores de durabilité socio-territoriale en fonction des types d'exploitations.**Table 3.** Socio-territorial sustainability scores by types of farms.

Composante	Indicateur	Borne	Score par type			Global
			TI	TII	TIII	
Développement humain	Équilibre alimentaire	7	4,7±1,4	4,2±0,8	4,2±2,6	4,4±1,6
	Formation	4	1,2±0,2	1,8±0,3	2,0±0,4	1,7±0,3
	Cadre de travail	7	4,0±1,0	3,5±0,8	1,8±0,2	3,1±0,6
	Qualité de vie	5	3,5±0,3	2,7±0,4	2,5±0,5	2,9±0,4
	Hygiène et sécurité au travail	8	4,4±1,1	2,7±0,5	1,0±0,3	2,7±1,9
	Isolement géographique/socioculturel	3	2,9±0,7	2,8±0,4	2,3±0,2	3,0±0,6
	Total	34	20,7±3,8	17,7±3,2	13,8±4,2	17,4±3,7
Gestion de la production	Qualité des aliments	12	3,5±0,5	6,6±1,2	6,8±1,5	5,6±1,0
	Gestion déchets non organiques	8	4,5±0,9	7,6±1,3	7,8±1,5	6,6±1,2
	Accueil clients et visiteurs	3	2,1±0,5	2,3±0,4	2±0,8	2,1±0,5
	Accès à l'espace	4	3,8±0,4	1,9±0,2	0,6±0,3	2,1±0,3
	Force réseau consommateurs	3	1,7±0,2	0,9±0,4	1,2±0,1	1,3±0,2
	Information qualité consommateur	3	1,7±0,2	1,2±0,3	1,6±0,4	1,5±0,1
	Total	33	17,3±2,7	20,5±3,8	20±4,6	19,2±3,7
Emploi et développement local	Valorisation par la filière courte	5	2,7±0,3	3,2±0,5	2,9±0,2	2,9±0,3
	Contribution à l'emploi	7	1,6±0,3	3,2±0,5	6,0±0,8	3,6±0,5
	Travail collectif	6	0,4±0,2	2,6±0,5	3,1±0,2	2,0±0,3
	Pérennité probable	3	1,0±0,1	0,8±0,1	2,3±0,4	1,4±0,2
	Acceptabilité voisinage et autres	3	1,3±0,3	1,9±0,1	2,6±0,3	1,9±0,2
	Implication sociale	7	2,0±0,1	1,6±0,2	1,3±0,4	1,6±0,2
	Participation/politiques-normes	2	0,9±0,0	0,7±0,1	0,5±0,0	0,7±0,0
	Total	33	9,9±1,3	14,0±2,0	18,7±2,3	14,2±1,6
Score total		100	47,9±7,8	52,2±9,0	52,5±11,1	50,7±9,3

TI, TII, TIII : type I, type II, Type III. Les scores sont des valeurs moyennes pour chaque type. Le score global est la moyenne pour toutes les fermes. La borne correspond à la valeur estimée maximale propre à chaque élément dont le poids est fonction de son importance dans le système.

3.2 Variation de la durabilité des exploitations maraîchères de Kabare

3.2.1 Durabilité agroécologique

Pour le premier type d'exploitations (grands producteurs), le score de durabilité est de 33 % (Tab. 2). Ces exploitations n'enregistrent une durabilité importante que du point de vue de la composante « organisation spatiale », pour laquelle les indicateurs « assolement » et « rotation ou succession des cultures » sont bons. Dans la composante « pratiques agricoles », les scores de durabilité sont bons pour les indicateurs « dépendance énergétique », « gestion de l'eau » et « gestion de la matière organique ».

Pour le deuxième type (producteurs de taille moyenne), la note de durabilité globale est de 46%. La composante « organisation spatiale » avec ses deux indicateurs, « assolement » et « rotation ou succession des cultures » et la composante « pratiques agricoles » avec tous ses indicateurs à l'exception de la « protection des cultures » sont les points forts de ce type en termes de durabilité.

Pour le troisième type (petits producteurs), la situation est globalement durable (60%). Pour la composante « diversité écologique », les indicateurs « diversité des cultures locales », « diversité végétale associée », « valorisation du patrimoine génétique » et « préservation de la biodiversité » sont bons. Dans la « diversité des cultures locales », nous retrouvons les légumes indigènes de la région dont la morelle noire africaine,

l'oseille, le taro, le gombo, les diverses variétés d'amarante, d'aubergine et de courge. Mais on trouve aussi des cultures exotiques comme le chou chinois, le concombre, le navet, le persil, le brocoli et le radis. Pour la composante « organisation spatiale », ces exploitations sont limitées par les indicateurs « assolement » et « dimensions des parcelles ». La composante « pratiques agricoles » est durable au regard de tous ses indicateurs.

3.2.2 Durabilité socio-territoriale

Le premier type d'exploitations (grandes) n'est pas durable pour cette dimension (Tab. 3), même si le score est proche de la moyenne (48%). Pour la composante « développement humain », ces exploitations ne sont limitées que par l'indicateur « formation », indiquant que les producteurs ont de faibles capacités pour les activités maraîchères. Pour la composante « gestion de la production », l'indicateur « qualité des aliments » est limitant car les méthodes biologiques sont peu mises à contribution dans le processus productif. Au niveau de la composante « emploi et développement local », tous les indicateurs sont limitants à l'exception de l'indicateur « valorisation par la filière courte ».

Le deuxième type d'exploitations (de taille moyenne) est durable à 52 % avec comme point fort la composante « gestion de la production » (20 points sur 33 requis). Les indicateurs « qualité des aliments », « gestion des déchets non organiques » ainsi que « l'accueil des clients et visiteurs » sont aussi des

Tableau 4. Scores de durabilité économique en fonction des types d'exploitations.**Table 4.** Economic sustainability scores by types of farms.

Composante	Indicateur	Borne	Score par type			
			TI	TII	TIII	Global
Viabilité	Viabilité économique	20	4,2±0,9	4,8±1,5	8,3±0,5	5,8±1,0
	Diversification production	10	3,3±0,2	3,5±0,4	6,0±1,8	4,3±0,8
	Total	30	7,5±1,1	8,3±1,9	14,3±2,3	10,1±1,7
Transmissibilité	Transmissibilité	20	8,0±2,0	9,4±3,3	11,4±2,5	9,6±2,6
	Total	20	8,0±2,0	9,4±3,3	11,4±2,5	9,6±2,6
Indépendance	Autonomie financière	20	7,3±1,0	8,0±1,7	8,4±0,6	7,9±1,1
	Recours aides financières	10	6,2±1,2	6,9±1,8	9,0±1,0	7,4±1,3
	Total	30	13,5±2,2	14,9±3,5	17,4±1,6	15,3±2,4
Efficience	Efficience processus productif	20	6,9±2,6	8,5±2,3	14±2,0	9,8±2,3
	Total	20	6,9±2,6	8,5±2,3	14±2,0	9,8±2,3
Total score échelle		100	35,9±7,9	41,1±11,0	57,1±8,4	44,8±27,3

TI, TII, TIII : type I, type II, Type III. Les scores sont des valeurs moyennes pour chaque type. Le score global est la moyenne pour toutes les fermes. La borne correspond à la valeur estimée maximale propre à chaque élément dont le poids est fonction de son importance dans le système.

points forts. En termes de « développement humain », les indicateurs « formation » ainsi que « l'hygiène et la sécurité au travail » sont des points faibles. Du point de vue « emploi et développement local » seuls les indicateurs « valorisation par la filière courte » et « acceptabilité de l'implantation par le voisinage et autres usagers » sont des points forts.

Le troisième type d'exploitations (les petits) montre un niveau de la durabilité socio-territoriale identique à celui du deuxième type, mais avec un ordre différent de classement des divers éléments. La composante « développement humain » est limitée par les indicateurs « cadre de travail » ainsi que « l'hygiène » et la « sécurité au travail ». Au niveau de la composante « gestion de la production », les exploitations de cette catégorie ont des problèmes « d'accessibilité au site de production » et de faible « interconnexion autour de la production » entre les différents partenaires impliqués dont l'exploitant, les clients, les fournisseurs et autres partenaires. En considérant la composante « emploi et développement local » il se dégage que dans cette série d'indicateurs liés à la production maraîchère, seuls les indicateurs « implication sociale » ainsi que la « participation à l'élaboration des politiques et normes propres au maraîchage » sont faibles. Cela est dû au fait que ces producteurs ne sont pas des leaders dans les mouvements associatifs et ne participent pas à la mise en place des politiques dans le secteur maraîcher.

3.2.3 Durabilité économique

Pour les exploitations du premier type (les grandes), la durabilité économique est de 36 % (Tab. 4). Concernant la composante « viabilité », ces exploitations sont affectées à la fois par les indicateurs « viabilité économique » et « diversification de la production ». De plus, la composante « transmissibilité » est aussi limitante, traduisant le fait que peu de membres de la famille travaillent à temps plein sur l'exploitation et sont susceptibles de pérenniser l'activité maraîchère. Le seul point fort observé pour ce type d'exploitation est la possibilité de recourir aux investissements extérieurs.

Pour les exploitations du deuxième type (taille moyenne), la durabilité économique est estimée à 41 % avec aussi la possibilité de recourir à des appuis financiers extérieurs comme seul point positif.

Les exploitations du troisième type, alors qu'elles sont les plus petites, sont économiquement plus durables, avec une note de 57 %. Soulignons tout de même que ces exploitations sont contraintes par les indicateurs « viabilité économique » et « autonomie financière ». Ces contraintes traduisent la faible maîtrise des coûts de production ainsi qu'un faible niveau de réinjection dans l'exploitation de ressources générées par le cycle productif. Ces exploitations sont aussi durables du point de vue « efficience du processus productif » (14 points sur 20). Cette performance traduit le développement de circuits de commercialisation à cycle court qui réduisent les coûts de distribution et accroissent la rentabilité financière.

4 Discussion

Les résultats obtenus indiquent que les exploitations de petite taille (peu nombreuses : 4,6 %) sont globalement les plus durables. Cela en particulier grâce au maintien d'une forte diversité d'espèces maraîchères sur leurs faibles surfaces, avec une agriculture de type traditionnel, bâtie autour du noyau familial (Van Vliet *et al.*, 2015 ; Morel *et al.*, 2017). Grâce à cette diversité de productions, ils réduisent les contraintes phytosanitaires et leur sensibilité aux aléas du marché.

Les exploitations dites « moyennes » ne sont stables que du point de vue socio-territorial. Ce sont des exploitations qui tendent vers une forme d'agriculture plus intensive en intrants. Ces exploitations doivent faire face à des contraintes phytosanitaires, aux aléas du marché et aux aléas climatiques.

Enfin, nous avons constaté que les exploitations de grande taille ne sont durables sur aucune dimension. Ces unités de production sont basées sur une forme d'agriculture « capitaliste » ; elles appartiennent à des personnes riches, comme des commerçants, qui font appel à de nombreux intrants pour accroître leurs rendements. Ces exploitations doivent aussi

faire face à des contraintes phytosanitaires, aux aléas du marché et aux aléas climatiques.

L'idée souvent répandue que les grandes exploitations sont plus productives et plus durables que les petites exploitations, semble donc ici à remettre en cause. Mais, en fait, cette relation inverse entre la superficie, la productivité et la durabilité a souvent été établie, et nommé « le paradoxe de productivité » (Carter, 1984 ; Cornia, 1985 ; Adamopoulos et Restuccia, 2014).

Ici, les petites fermes réussissent à être les plus durables : biodiversité, bonne utilisation et entretien du paysage, contribution directe à la sécurité alimentaire, à l'emploi et à l'économie locale, et contribution à la cohésion sociale (Rosset, 2000). On rejoint ici les résultats des analyses faites sur les maraîchers parisiens du XIX^e siècle, montrant qu'une superficie cultivée d'environ 1000 m² (0,1 ha) conduite judicieusement (diversité, intégration, bonne gestion de la fertilité, etc.) pouvait suffire pour assurer l'autosuffisance alimentaire, économique et professionnelle d'une personne, avec une charge de travail acceptable ; de plus, ces petites surfaces sont compatibles avec la capacité d'investissement limitée d'un producteur à faible revenu (Guégan et Léger, 2015).

Les pratiques prônées par l'agriculture intensive en intrants et en capital sont en opposition avec les systèmes agroécologiques qui cherchent à favoriser la cohérence entre les composantes végétales pour accroître la protection intégrée, l'auto-fertilité et l'auto-fonctionnalité de l'exploitation (Fernandez *et al.*, 2012). Ces derniers visent la réduction des intrants et le contrôle de la qualité des récoltes (Bayendi *et al.*, 2017). *A contrario*, les systèmes qui limitent la biodiversité et l'intégration au sein des écosystèmes agricoles sont plus sensibles aux risques, moins résilients et de ce fait peu durables (Vlachostergios *et al.*, 2010).

Nos résultats montrent que les exploitations situées dans le groupement de Miti sont plus durables. Or, ce groupement abrite une grande station de l'Institut national pour l'étude et la recherche agronomique (INERA) qui diffuse des technologies d'agriculture durable. Ndjadi *et al.* (2020) montrent aussi qu'il existe une diversité plus importante des espèces maraîchères dans le groupement de Miti par rapport aux groupements où l'on pratique une production maraîchère plus spécialisée et souvent monospécifique.

Les résultats obtenus dans notre étude montrent que les exploitations de taille moyenne et de petite taille ont une durabilité socio-territoriale similaire (53 %). Une tendance semblable a été également observée par Ahouangninou (2013) au Bénin.

Du point de vue économique, il a été constaté que seules les exploitations de petite taille sont durables, avec un score de 57%. Akwasi (2014) souligne la forte corrélation entre le mode de production adopté dans une exploitation et sa durabilité économique. Un système de production économiquement durable doit intégrer les itinéraires techniques qui favorisent la diversité, l'intégration, la résilience et une intensification efficiente. Des pratiques agroécologiques comme les associations cultures maraîchères-légumineuses, la fertilisation organique et la lutte intégrée permettent aussi la durabilité économique de l'activité maraîchère.

Au plan méthodologique, la durabilité a été mesurée dans cette étude sur la base d'une méthode estimative dont les critères d'évaluation sont pondérés sur la base de leur importance estimée. Le défi est, d'une part, de quantifier

correctement le poids de l'indicateur en se basant sur son niveau de pertinence et, d'autre part, de pouvoir noter chaque critère d'évaluation avec précision et réalisme. La force de la méthode IPDM réside dans la diversité de ses 40 indicateurs renseignés et spécifiques au maraîchage, ce qui est considérable. La méthode intègre les itinéraires techniques et les aspects de la durabilité attendus du maraîchage, sous une forme opératoire d'évaluation quantitative. La démarche a donc un certain niveau de solidité et de rationalité et s'appuie sur une expertise spécifique.

5 Conclusion

Rendre quantifiable la notion de durabilité avec des outils méthodologiques appropriés est capital pour pouvoir poser un jugement pertinent sur l'activité maraîchère en termes d'agriculture durable. Cette étude montre que l'outil IPDM, formalisé au Bénin par Ahouangninou *et al.* (2015), est adapté pour quantifier la notion de durabilité dans les agro-écosystèmes maraîchers d'autres régions d'Afrique. Nos résultats mettent en évidence que, dans le Sud-Kivu, les producteurs des exploitations de petite taille sont ceux qui appliquent le plus certains principes agroécologiques comme l'association des cultures, la fertilisation organique et sont ceux qui utilisent le moins d'intrants chimiques pour la protection phytosanitaire. Bien que des efforts restent nécessaires pour améliorer leurs scores de durabilité, ces petites exploitations ont déjà une bonne durabilité, tant agroécologique, que socio-territoriale et économique. Pour les exploitations maraîchères de plus grande taille, il apparaît nécessaire de réorienter leur système de production pour limiter l'utilisation des produits phytosanitaires, favoriser la diversité végétale et les associations de culture.

Remerciements. Les auteurs adressent leurs remerciements pour leurs soutiens à l'Université évangélique en Afrique et au Projet universitaire sur l'amélioration de la qualité de la recherche et de l'enseignement, ainsi qu'à l'ONG Pain pour le Monde.

Références

- Adamopoulos T, Restuccia D. 2014. The size distribution of farms and international productivity differences. *American Economic Review* 104(6): 1667–1697. DOI: [10.1257/aer.104.6.1667](https://doi.org/10.1257/aer.104.6.1667).
- Ahouangninou C. 2013. Durabilité de la production maraîchère au Sud du Bénin : un essai de l'approche systémique. Thèse de doctorat. Bénin: Université d'Abomey Calavi, 333 p. https://agritrop.cirad.fr/572410/1/document_572410.pdf.
- Ahouangninou C, Martin T, Assogba-Komlan F, Cledjo P, Kpenavoun Chogou S, Nouatin G, *et al.* 2015. Évaluation de la durabilité de la production maraîchère au sud du Bénin. *Cahiers du CBRST* 2(7): 98–126. <https://agritrop.cirad.fr/578831/1/AHOANGNINOU%20CBRST%20De%CC%81cembre%202015.pdf>.
- Akwasi AA. 2014. Teaching permaculture to ensure food security in rural South Africa: the case study of Tiger Kloof. *Journal of Human Ecology* 47(3): 251–255. DOI: [10.1080/09709274.2014.11906759](https://doi.org/10.1080/09709274.2014.11906759).
- Alvarez S, Timler C, Michalscheck M, Paas W, Descheemaeker K, Tittonell P, *et al.* 2018. Capturing farm diversity with hypothesis-based typologies: An innovative methodological

- framework for farming system typology development. *PLoS ONE* 13(5): e0194757. DOI: [10.1371/journal.pone.0194757](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194757).
- Assogba-Komlan F, Anihouvi P, Achigan E, Sikirou R, Boko A, Adje C, *et al.* 2007. Pratiques culturales et teneur en éléments antinutritionnels (nitrates et pesticides) de *Solanum macrocarpon* au Sud du Bénin. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development* 7 (4): 1–21.
- Baidoo P, Mochiah M, Apusiga K, 2012. Onion as a pest control intercrop in organic cabbage (*Brassica oleracea*) production system in Ghana. *Sustainable Agriculture Research* 1(1). DOI: [10.5539/sar.v1n1p36](https://doi.org/10.5539/sar.v1n1p36).
- Balagizi I, Ngendakumana S, Namegabe M, Trésor Mirindi A, Bisusa A, Bajope B, *et al.* 2013. Perspectives de gouvernance environnementale durable dans la région de Lwiro (Sud Kivu, République Démocratique du Congo). *VertigO*. DOI: [10.4000/vertigo.13826](https://doi.org/10.4000/vertigo.13826).
- Barbier JM, Santiago L. 2010. Évaluation de la durabilité des systèmes de production agricole : limites de démarches normatives et voies d'amélioration. France: ISDA, 9 p.
- Bayendi S, Ndoutoume A, Francis F. 2017. Le maraîchage périurbain à Libreville et Owendo (Gabon): pratiques culturales et durabilité. *Cahiers Agricultures* 26: 45002. DOI: [10.1051/cagri/2017026](https://doi.org/10.1051/cagri/2017026).
- Carter M. 1984. Identification of the inverse relationship between farm size and productivity: an empirical analysis of peasant agricultural production. *Oxford Economic Papers* 36(1): 131–145.
- Cissé I, Tandia A, Fall S, Diop E. 2003. Usage incontrôlé des pesticides en agriculture périurbaine : cas de la zone de Niayes au Sénégal. *Cahiers Agricultures* 12(3): 181–186.
- Cornia G. 1985. Farm size, land yields and the agricultural production function: an analysis for fifteen developing countries. *World Development* 13(4): 513–534. DOI: [10.1016/0305-750X\(85\)90054-3](https://doi.org/10.1016/0305-750X(85)90054-3).
- Dagnelie P. 1998. Statistique théorique et appliquée. Tome 2 : inférences statistiques à une et deux dimensions. Paris-Bruxelles: De Boeck et Larcier, 659 p.
- Daryanto S, Wang L, Jacinthe PA. 2015. Global synthesis of drought effects on food. *PLoS ONE* 10(6): e127401. DOI: [10.1371/journal.pone.0127401](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0127401).
- Fernandez M, Goodall K, Olson M, Mendez E. 2012. Agroecology and alternative agrifood movements in the United States: towards a sustainable agrifood system. *Agroecology and Sustainable Food System* 37(1): 115–126. DOI: [10.1080/10440046.2012.735633](https://doi.org/10.1080/10440046.2012.735633).
- Guégan S, Léger L. 2015. Maraîchage biologique permaculturel et performance économique. Rapport final 20 octobre 2015. Institut Sylva, 67 p.
- Köbrich C, Rehman T, Khan M. 2003. Typification of farming systems for constructing representative farm models: two illustrations of the application of multi-variate analyses in Chile and Pakistan. *Agricultural Systems* 76(1): 141–157. DOI: [10.1016/S0308-521X\(02\)00013-6](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(02)00013-6).
- Maseko I, Mabhaudhi T, Tesfay S, Tesfamichael H, Fezzehazion M, Du Plooy C. 2017. African leafy vegetables: a review of status, production and utilization in South Africa. *Sustainability* 10(2): 16. DOI: [10.3390/su10010016](https://doi.org/10.3390/su10010016).
- Morel K, San Cristobal M, Léger F. 2017. Small can be beautiful for organic market gardens: An exploration of the economic viability of French microfarms using MERLIN. *Agricultural Systems* 158: 39–49. DOI: [10.1016/j.agsy.2017.08.008](https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.08.008).
- Ndjadi S, Vumilia K, Ahoton L, Aliou S, Bello D, Mugumaarhahama Y, *et al.* 2020. Typology and prospects for the improvement of market gardening systems in South-Kivu, Eastern DR Congo. *Journal of Agricultural Science* 12(6): 136–152. DOI: [10.5539/jas.v12n6p136](https://doi.org/10.5539/jas.v12n6p136).
- Ouédraogo R, Kambiré F, Kestemont M, Bielders C. 2019. Caractériser la diversité des exploitations maraîchères de la région de Bobo-Dioulasso au Burkina Faso pour faciliter leur transition agroécologique. *Cahiers Agricultures* 28: 20. DOI: [10.1051/cagri/2019021](https://doi.org/10.1051/cagri/2019021).
- R Development Core Team. 2018. R statistical software. R: a language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing.
- Rigby D, Caceres D. 2001. Organic farming and the sustainability of agricultural systems. *Agricultural Systems* 68(1): 21–40. DOI: [10.1016/S0308-521X\(00\)00060-3](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(00)00060-3).
- Rosset P. 2000. The multiple functions and benefits of small farm agriculture in the context of global trade negotiations. *Development* 43(2): 77–82. DOI: [10.1057/palgrave.development.1110149](https://doi.org/10.1057/palgrave.development.1110149).
- Rushigira C. 2017. Analyse technico-économique de la production maraîchère à Kamanyola dans la Plaine de la Ruzizi/RDC : contraintes et stratégies d'acteurs. Mémoire de Master de spécialisation en développement, environnement et sociétés. UCL, ESPO, 129 p.
- Sala S, Ciuffo B, Nijkamp P. 2015. A systemic framework for sustainability assessment. *Ecological Economics* 119: 314–325. DOI: [10.1016/j.ecolecon.2015.09.015](https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.09.015).
- Traoré S, Mamadou K, Dembele A, Lafrance P, Mazelliert P, Houenou P. 2006. Contamination de l'eau souterraine par les pesticides en régions agricoles en Côte-d'Ivoire (Centre, Sud et Sud-Ouest). *Journal Africain des Sciences de l'environnement* 1: 1–9.
- Van Vliet JA, Schut A, Reidsma P, Descheemaeker K, Slingerland M, van de Ven G, *et al.* 2015. De-mystifying family farming: features, diversity and trends across the globe. *Global Food Security* 5: 11–18. DOI: [10.1016/j.gfs.2015.03.0012211-9124/&2015](https://doi.org/10.1016/j.gfs.2015.03.0012211-9124/&2015).
- Velten S, Leventon J, Jager N, Newig J. 2015. What is sustainable agriculture? A systematic review. *Sustainability* 7(6): 7833–7865. DOI: [10.3390/su7067833](https://doi.org/10.3390/su7067833).
- Vlachostergios D, Lithourgidis S, Roupakias G. 2010. Adaptability to organic culture system of lentil (*Lens culinaris* Medik) varieties developed from conventional breeding programs. *Agriculture Sciences* 149(1): 85–93. DOI: [10.1017/S002185961000050x](https://doi.org/10.1017/S002185961000050x).
- Zahm F, Ugaglia A, Barbier JM, Boureau H, de l'Homme B, Gafsi M, *et al.* 2019. Évaluer la durabilité des exploitations agricoles. La méthode IDEAv4, un cadre conceptuel combinant dimensions et propriétés de la durabilité. *Cahiers Agricultures* 28: 5. DOI: [10.1051/cagri/2019004](https://doi.org/10.1051/cagri/2019004).

Citation de l'article : Ndjadi SS, Ahoton LE, Kizungu RV, Saidou A, Mugumaarhahama Y, Ciza AM, Safina FB, Mushagalusa GN. 2021. Évaluation de la durabilité des exploitations maraîchères au Sud-Kivu (Est de la République démocratique du Congo). *Cah. Agric.* 30: 15.