



Transition vers l'agroécologie (TVA) dans une ferme familiale en vue d'améliorer la sécurité alimentaire et nutritionnelle, la résilience et le bien-être des ménages à Kinshasa

Roger Kizungu Vumilia^{1,2*}, Victor Mobula Meta², David Bugeme Mugisho^{1,5}, Espoir Bisimwa Basenge^{1,6}, Jean Claude Lukombo^{1,3}, Serge Ndjadi Shakanye⁴, Henock Ngoyi Lumanu², Gertrude Pongi Khonde, Jean Pierre Kabongo Thsiabukole^{1,3}, Freddy Masheka Bahinge¹, Alphonse Balezi Zihahirwa⁶, Jules Ntamwira Bagula¹, Amand Mbuya Kankolongo^{1,3}, Antoine Mumba Djamba^{1,3}, Pèlerin Kimwanga Nkeny^{1,3}

⁽¹⁾Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomiques (INERA). Direction Générale. BP 2037 Kinshasa (RDC). E-mail : kizunguvumilia@gmail.com

⁽²⁾Université de Kinshasa. Faculté des Sciences Agronomiques. BP 117 Kinshasa XI (RDC)

⁽³⁾Université Pédagogique Nationale. Faculté des Sciences Agronomiques. BP 8815 Kinshasa I (RDC)

⁽⁴⁾Université Evangélique en Afrique de Bukavu. Faculté des Sciences Agronomiques et Environnement. BP 3323 Bukavu (RDC)

⁽⁵⁾Université de Lubumbashi. Faculté des Sciences Agronomiques. BP 1825 Lubumbashi (RDC)

⁽⁶⁾Université Catholique de Bukavu. Faculté des Sciences Agronomiques. BP 285 Bukavu (RDC).

Reçu le 14 mai 2021, accepté le 03 juillet 2021, publié en ligne le 24 juillet 2021

RESUME

Description du sujet. La littérature est silencieuse sur les exemples qui révèlent les effets de la TVA sur la sécurité alimentaire, la résilience et le bien être dans des fermes familiales à Kinshasa en particulier et en Afrique Subsaharienne en général. C'est dans ce contexte que cette recherche a été réalisée.

Objectif. L'objectif de cette étude est d'analyser les avantages issus du processus de la TVA dans une ferme familiale urbaine productrice de légumes en monoculture, en cultures mixtes et tournée vers le marché à circuit long.

Méthodes. Les données sur les productions ont été obtenues par la méthode d'échantillonnage de boule de neige sur 22 producteurs du site maraîcher de Kimwenza. La collecte des données a été effectuée de 2016 à 2020 et les marges brutes ont été calculées. Les données de production de la Ferme d'Application des Résultats de la Recherche (FARRE) ont été obtenues par pesage quotidien entre mars 2020 et mai 2021.

Résultats. La TVA, par ses pratiques à la FARRE, montrent une tendance vers l'amélioration de la sécurité alimentaire, la résilience et le bien-être du fermier. Elle permet le recouvrement des valeurs sociales, la création d'un lieu esthétique, la formation humaine et l'écotourisme. Elle valorise la participation à la production globale et contribue à protéger l'avenir collectif.

Conclusion. L'étude recommande les marchés à circuit court qui reconnecte les producteurs et les consommateurs les plus proches. Elle révèle la nécessité de la bonne gouvernance des terres pour un développement durable de l'activité.

Mots-clés : Agroécologie, souveraineté alimentaire, environnement marginal, système de production durable, Kinshasa.

ABSTRACT

Transition to agroecology (TVA) into a family farm to improve food and nutritional security, resilience and household well-being in Kinshasa

Description of the subject: The literature is silent on examples that reveal the effects of TVA on food security, resilience and well-being on family farms in Kinshasa in particular and in sub-Saharan Africa in general. It is in this context that this study was carried out.

Objective. The objective of this study is to analyze the advantages resulting from the TVA process in an urban family farm producing vegetables in monoculture, mixed crops and oriented towards the long-circuit market.

Methods. The production data were obtained by the snowball sampling method on 22 producers at the Kimwenza market garden site. Data collection was carried out from 2016 to 2020 and gross margins were calculated. The production data of the FARRE farm were obtained by daily weighing between March 2020 and May 2021.

Results. TVA, through its practices on the FARRE farm, shows a trend towards improving food security, resilience and farmer well-being. It allows the recovery of social values, the creation of an aesthetic place, human training and ecotourism. It values participation in global production and helps protect the collective future.

Conclusion. The study recommends short-circuit markets that reconnect the closest producers and consumers. It reveals the need for good land governance for sustainable development of the activity.

Keywords: Agroecology, food sovereignty, marginal environment, sustainable production system.

1. INTRODUCTION

Les agriculteurs en général et les petits exploitants agricoles en particulier, partout dans le monde, ont la réputation d'être des innovateurs et des expérimentateurs dynamiques. Ils adoptent des nouvelles pratiques quand ils y voient un avantage et restent attachés à celles qui font preuve de durabilité (Altieri, 2004 ; Altieri et Toledo, 2011).

La transition vers l'agroécologie (TVA) d'une exploitation agricole consiste à procéder à sa refonte progressive vers une agriculture multifonctionnelle (Rosset, 1999) et vers un système alimentaire plus durable, équitable, inclusif et résilient (Achterberg, 2021 ; Kerr, 2021). Elle procède par une application des trois principes interdépendants suivants : (1) utiliser les services écosystémiques plutôt que d'importer des intrants, (2) minimiser les pressions environnementales, et (3) contribuer au maximum au maintien de la biodiversité et de la qualité du paysage (Runhaar, 2021).

La TVA est justifiée dans les conditions de forte croissance démographique, d'intenses interventions humaines sur la nature et de ce fait, de forte dégradation des services écosystémiques en général et d'épuisement des ressources en particulier (Melchior, 2021). Elle s'explique dans les villes vulnérables exposées aux perturbations environnementales et socioéconomiques (Minengu, 2018 ; Gulyas et Edmondson, 2021). Elle est souhaitable d'une part, dans un environnement de production défavorable (routes, irrigation, gouvernance, marché efficient, etc.) et d'autre part, de faible accès aux facilités (distribution des terres, accès aux crédits, formation, éducation, santé, etc.) (Wegner et Zwart, 2011 ; da Silva, 2021).

Certains auteurs scientifiques et politiques présentent la TVA de l'agriculture familiale urbaine comme une alternative à l'agriculture conventionnelle. Ils argumentent qu'elle peut contribuer à une décentralisation et donc à une participation plus large à la production alimentaire

(Gulyas et Edmondson, 2021; Poggi, 2021 ; da Silva, 2021). L'effet de la TVA sur les rendements des cultures et des animaux a fait l'objet des recherches agronomiques depuis les années 1920. Son incidence sur la sécurité alimentaire et nutritionnelle a été revue par Kerr (Kerr, 2021). Son effet sur l'accès aux aliments locaux a été vécu durant la période où le COVID 19 a sévi et pendant laquelle les villes, inondées des populations (Meerow, 2016), ont survécu au choc de rupture de stock au Nord et au Sud de la planète (Gulyas et Edmondson, 2021).

Beaucoup de témoignages de l'impact de la TVA sur la sécurité alimentaire à l'échelle d'une ferme viennent de l'Asie (Vinodakumar, 2017 ; Archer *et al.*, 2019 ; Johansen, 2019) et de l'Amérique du Sud (Lucantoni, 2020). La littérature est silencieuse sur les exemples qui révèlent les effets de la TVA sur la sécurité alimentaire, la résilience et le bien être en Afrique subsaharienne en général et spécialement en RD Congo et dans des fermes familiales en particulier. Ce gap de connaissances a été soulevé par le Ministère de l'agriculture lors des travaux de préparation des états généraux de l'agriculture en février 2020 pendant lesquels, une recommandation a été adressée à l'Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomiques (INERA) et aux Universités afin de définir un modèle et une dimension de ferme en RDC.

La Ferme d'Application des Résultats de la Recherche (FARRE), considérée ici comme un dispositif permanent de recherche, n'est pas certes représentative des fermes familiales. Elle en a pourtant les caractéristiques communes comme : (1) la vulnérabilité face aux éventuels risques, (2) la subordination aux marchés des intrants et des extrants, (3) les multiples stratégies de survie des membres (Lucantoni, 2020). Elle offre un exemple intéressant avec ses données.

De 1979 à 1998, beaucoup d'auteurs ont tiré la sonnette d'alarme sur la "*relation inverse entre la taille des exploitations et la production agricole*" due essentiellement à une utilisation inefficente des

terres (Carter, 1984 ; Rosset, 1999 ; Minengu, 2018). En 1998, la Commission nationale des petites exploitations agricoles du Ministère américain de l'agriculture (USDA, 1998) avait publié un rapport historique "A Time to Act", qui a exposé la valeur publique des petites exploitations agricoles. Ce dernier a montré les vertus importantes des petites exploitations agricoles à savoir : (i) la diversité, (ii) les avantages pour l'environnement, (iii) l'autonomisation et la responsabilité communautaire, (iv) la place des familles dans la pérennisation de la culture agricole, (v) la connexion aux aliments et la conscience de leur lien à l'agriculture et (vi) comme fondement de l'économie.

En 1999, la FAO a sensibilisé le monde sur le lien entre les multiples fonctions de petites exploitations agricoles dans le tiers monde et l'agriculture durable (FAO, 1999). La même année, Rosset (1999) a montré que les petites exploitations sont de loin plus productives que les grandes. Cela est dû : (1) aux cultures diverses et leur intégration, (2) à l'utilisation rationnelle de toute une parcelle, (3) à la composition riche des récoltes, (4) à l'utilisation rationnelle de l'irrigation, (5) à la qualité de la main d'œuvre souvent familiale et très engagée, (6) aux intrants non achetés et disponibles dans la ferme, et (7) à l'utilisation rationnelle des autres ressources. Rosset (1999) pointe les effets dramatiquement négatifs sur la viabilité des petits agriculteurs du monde entier de l'Accord sur l'agriculture (AoA) de l'Organisation mondiale du commerce (OMC).

Depuis lors, les USA se sont lancés dans la TVA et actuellement, 75 % des fermes ont au plus 4 ha et 50 % ont au plus 2 ha (USDA, 2021). Aussi, le Gouvernement américain est en négociation avec les grandes fermes de plus de 2500 ha pour tendre vers une TVA car ne produisant que 30 \$/mois/ha alors que celles qui sont à l'échelle humaine (moins de 2 ha) produisent paradoxalement 3700 \$/mois/ha (Rosset 1999). C'est le cas en RD Congo où une ferme qui fait la monoculture de maïs, et en une saison, réalise un rendement de 4 tonnes/ha, vend la tonne à 700 \$ soit une recette de 2800 \$/ha/an. Avec une charge mensuelle de 200 \$ (semences, main d'œuvre, fertilisants, pesticides, entretien machines...), soit 2400 \$/an, le bénéfice est de 400 \$/ha/an soit 33,33 \$/ha/mois.

En 2005, Altieri et Nicholls ont présenté les cinq principes qui guident une TVA: (1) diversifier les gènes et les espèces dans le temps et dans l'espace, (2) améliorer les interactions biologiques bénéfiques et les synergies entre les composantes d'agrobiodiversité qui favorisent la promotion des processus écologiques clés et les services écosystémiques (Altieri et Rosset, 1996), (3) améliorer le recyclage de la biomasse et optimiser la disponibilité des nutriments et équilibrer le flux

de nutriments, (4) garantir des conditions de sol favorables à la croissance des plantes notamment en gérant la matière organique et en améliorant l'activité biotique du sol, (5) minimiser les pertes dues aux flux de radiation solaire, de l'air et de l'eau à travers la gestion du microclimat, de la collecte de l'eau, et la gestion du sol en augmentant la couverture du sol (Altieri et Nicholls, 2005). La production agroécologique vise à réduire à un niveau minimum l'utilisation de tous les intrants chimiques ou biologiques qui ne sont pas produits au sein même de l'exploitation et d'introduire les cultures annuelles (Rosset *et al.*, 2011).

En 2014, l'ONU a proclamé l'année internationale de l'agriculture familiale pratiquée par 500 millions de familles aussi bien au Nord qu'au Sud de la planète (FAO 2014). Elle renseigne en plus que 90 % utilisent la main-d'œuvre familiale et que 84 % sont à petite échelle soit moins de 2 ha (FAO, 2014 ; Lucantoni, 2020). La FARRE a été encouragée par la révélation de la FAO qui stipule que les fermes familiales produisent 80 % de la nourriture mondiale en termes de valeur. Il a été également prouvé en 2014 que si la micro-ferme est gérée selon les principes de la permaculture (Simmons, 1980) fondée sur les principes agroécologiques, elle garantirait la sécurité alimentaire et nutritionnelle (Conrad, 2014).

En 2015, aux USA, Ferguson (2015) a montré qu'une exploitation diversifiée a une productivité par unité de main-d'œuvre très élevée permet d'assurer le salaire minimum garanti (SMIG) avec six cultures et un élevage intégré. En 2016 dans la ville de Paris, Morel (2016) a indiqué la possibilité de professionnaliser cette agriculture et générer des salaires décents de l'ordre du SMIG avec un temps de travail acceptable de 7 heures/jour.

En 2018, la FAO a défini les 10 éléments qui caractérisent une ferme en TVA : (1) la diversité; (2) la co-création de connaissances et d'approches transdisciplinaires pour l'innovation; (3) les synergies; (4) l'efficacité; (5) le recyclage; (6) l'équilibre; (7) la valeur humaine et sociale; (8) la culture et les traditions alimentaires; (9) la gouvernance des terres et des ressources naturelles; (10) l'économie circulaire (FAO, 2018).

En 2019, un Groupe d'Experts de Haut Niveau (HPLN ; 2019) a étendu les 10 éléments de la FAO à 13 principes agroécologiques: (1) le recyclage; (2) la réduction des intrants; (3) la santé du sol; (4) la santé animale; (5) la biodiversité; (6) la synergie; (7) la diversification économique; (8) la co-création de connaissances; (9) les valeurs sociales et les régimes alimentaires; (10) l'équité; (11) la connectivité; (12) la gouvernance des terres et des ressources naturelles; (13) la participation (Muñoz, 2021).

Concernant le souci de mise à l'échelle, une étude récente a confirmé le potentiel économique de l'agroécologie dans les pays à grand revenu et sur des grandes exploitations modernes (Van der Ploeg *et al.*, 2019). En 2020, Lucantoni a témoigné comment sa ferme initialement axée sur la production du tabac en monoculture au Cuba a adopté la TVA et a permis une indépendance face aux coopératives, une réduction manifeste de la pauvreté, une amélioration sensible de la sécurité alimentaire, une amélioration de la gestion écologique des ressources productives, une autonomisation plus grande, et une envie de promouvoir et de vulgariser les lois protectrices (Altieri, 2002 ; Lucantoni, 2020).

Il est à signaler tout de même que ce système, même si on n'en parle pas assez, assure la sécurité alimentaire et le bien-être de plus de 1,4 milliard de personnes qui n'ont pas été touchées par les technologies modernes de l'agriculture et qui vivent dans des environnements marginaux et des zones à risque des pluies (Altieri, 2002 ; 2011 ; D'Annolfo *et al.*, 2017). Kerr (2021), dans un article de revue a conclu que les pratiques agroécologiques ont un impact sur la sécurité alimentaire et nutritionnelle. Il n'y a pas à proprement parler, un ensemble des pratiques appelées agroécologiques. Le processus est non linéaire et les systèmes ne passent pas nécessairement par étapes séquentielles (Kerr, 2021). Il n'y a pas de frontière marquée entre ce qui est agroécologique et ce qui ne l'est pas.

En revanche, les pratiques agricoles peuvent être classifiées sur un large spectre, plus ou moins agroécologiques selon que les principes agroécologiques sont appliqués ou pas. Étant donné que l'agroécologie englobe une gamme de principes qui varient à la fois dans l'espace et dans le temps, les TVA ont été décrites comme une série de niveaux, de l'adoption de pratiques agricoles et de systèmes de culture à une refonte plus complexe et complète du système alimentaire (Gliessman, 2021). Ils sont reconnus par l'exploitation des processus écologiques par opposition à l'achat des intrants, ils sont équitables, respectueux de l'environnement, adaptés localement et contrôlables, ils favorisent la gestion des interactions positives entre les composantes plutôt que de se focaliser sur une technologie spécifique (HLPE, 2019).

Pour montrer le bien-être des bénéficiaires directs et indirects de la ferme, la méthode en cascades a été employée (Haines-Young et Potschin, 2010 ; Gos, 2013 ; Rives, 2016). L'application des pratiques agroécologiques entraîne des structures, des organisations spatiales et fonctionnelles, des processus biophysiques et la dynamique des écosystèmes constitués par les composantes d'une ferme. Ces structures génèrent des fonctions

auxquelles sont associés les services écosystémiques qui ont des relations symétriques. En effet, plusieurs fonctions peuvent contribuer à un service écosystémique, et une fonction peut être à l'origine de plusieurs services écosystémiques (De Bello *et al.*, 2010 ; Gaba, 2015).

L'objectif de cette étude est d'analyser les avantages issus du processus de la TVA d'une ferme familiale urbaine initialement productrice des légumes en monoculture ou en cultures mixtes et tournée vers le marché à circuit long. L'analyse se concentre d'une part, sur la manière dont la production agricole se diversifie, s'intensifie et d'autre part, comment la sécurité alimentaire et nutritionnelle ainsi que les conditions de vie des membres de la FARRE et de leurs clients sont améliorées de 2016 à 2021. Le but est de susciter un enthousiasme et une passion (Dorin, 2021) du plus grand nombre de personnes qui aimeraient s'installer en agriculture professionnelle et souveraine, vis-à-vis de ce modèle, par un choix délibéré ou par obligation économique de quelque nature soit-elle.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Présentation du site d'étude

La FARRE occupe 1 hectare des terres marginales (Figure 1). Les coordonnées géographiques de ses quatre bornes sont respectivement : 15,293386, -4,479510 (Sud-Est), 15,293902, -4,478197 (Nord-Est), 15,293113, -4,477937 (Nord-Ouest), 15,292742, -4,479131 (Sud-Ouest).

Elle est située dans l'une des vallées encaissées en « V », à pente raide, le long de l'un des affluents de la rivière Lukaya. La ferme est caractérisée par une pente dans les directions Est-Ouest et Sud-Nord. Le sol du site de l'étude possède un pH moyen de 4,79 en surface (0-25 cm) et de 4,59 en profondeur (26-60 cm) et sa teneur en matière organique varie autour de 2,79 % en surface et 1,98 % en profondeur. La granulométrie est caractérisée par 89,82 %, 8,20 % et 1,82 % respectivement de sable, de limon et d'argile en surface et 89,87 %, 7,74 % et 2,24% en profondeur (Alifua et Mafuka, 2020). Le sol a une très faible teneur en colloïdes minéraux altérables ce qui présage un niveau de fertilité chimique très faible, une faible structuration du sol et une faible capacité de rétention en eau. La FARRE a un climat de type tropical chaud et humide. La saison des cultures à précipitations moyennes supérieures à l'évapotranspiration va de janvier à mi-mai et d'octobre à décembre. La nappe d'eau souterraine n'est pas profonde et sa fluctuation saisonnière n'est pas perceptible.

La FARRE, comme plusieurs espaces à cette échelle d'un hectare sur les versants des ruisseaux et rivières, a trois zones écologiques. La première à

l'Ouest, le bas fond, est très humide et la nappe phréatique monte jusqu'à saturation de tout le profil du sol et peut atteindre la surface sur une largeur allant jusqu'à 5 m. Elle longe le ruisseau et capte toutes les eaux recyclées par infiltration en hauteur. La deuxième est intermédiaire rappelant la présence d'un lambeau forestier par la présence d'une biodiversité résiduelle dont l'espèce caractéristique est *Musanga cecropioides* R.Br. ex Tedlie (CECROPIACEAE) sur près de 10 m. La troisième, à l'Est, est sèche de type savane arbustive sur près de 45 m. Cependant, malgré l'abondance de l'eau en saison pluvieuse, les besoins d'irrigation demeurent persistants suite à la faible capacité de rétention en eau du sol.



Figure 1. Carte du site d'étude

2.2. Design de la FARRE, pratiques agricoles et fonctions

Le design de la FARRE est conçu pour assurer la sécurité alimentaire, la résilience et le bien-être de 15 ménages, soit 75 personnes à raison de 5 individus/ménages et pour fournir six emplois décents de 42 heures de travail par semaine. Il faut, en ce qui concerne les fruits et légumes, à raison de 400 g/jour/personne, une production de 10,8 tonnes/an. Ce besoin peut être comblé par 1000 m² de maraîchage et 3500 m² d'agroforesterie fruitière. Pour ce qui est du poisson, à raison de la consommation de 20,5 kg/personne/an (FAO, 2016), il faut une production de 1,5 tonne/an. Ceci peut être comblé par 780 m² d'étangs, exploité en polyculture et en permaculture. Concernant la viande, la consommation de 150 g/jour/personne est recommandée soit 4,05 tonne/an. La consommation de 145 œufs/personne/an est conseillée par la FAO. Cette charge peut être supportée par la basse-cour (poules, canards, lapins, cobayes, dindons...) sur 2500 m² et l'élevage des petits ruminants (chèvres, moutons) sur 3500 m² suivant les recommandations de Gasigwa (2017).

La TVA, par la diversification et la création de synergies entre les différentes composantes et activités de la ferme, soutient les fonctions suivantes : (1) la production permanente des aliments et des vitamines essentiels, (2) la création des revenus, (3) la régénération des sols, (4) la

fertilisation des sols, (5) le recyclage des nutriments et des biomasses, (6) la purification et le recyclage de l'eau, (7) la purification de l'air, (8) la valorisation des déchets, et (9) la réduction de l'emploi des insecticides, fertilisants et herbicides chimiques.

Pour y arriver, premièrement, la biodiversité est placée au cœur de ce bien-être. Deuxièmement, certaines pratiques agricoles comme le paillage, la taille régulière, le billonnage et le terrassement suivant les courbes de niveaux sont pratiquées. Il s'en suit des structures biophysiques qui se profilent. Deux organisations spatiales sont implantées. Dans la première, essentiellement en cultures annuelles, fruitière et en maraîchage, les plantes sont cultivées en association, en rotation dans l'espace (cultures intercalaires mixtes) (Ghaley *et al.*, 2005; Pelzer *et al.*, 2012 ; Khonde *et al.*, 2018 ; Pongi *et al.*, 2020) ou dans le temps (culture en relais ou séquentielle) (Baldé *et al.*, 2011). Le nombre d'espèces végétales ou de cultivars associés est de trois avec un écartement de 30 cm x 30 cm et donc peut aller à 6 sur une plate-bande de 10 m² et jusqu'à 60 espèces sur une parcelle de 1000 m² (Zhu *et al.*, 2000; Mundt 2002, Morel 2016). Dans la deuxième organisation, les cultures sont entourées d'un contour boisé en étage (2000 m²) qui commence par une bande d'herbes semées, suivie des haies puis des arbustes enfin des arbres.

La production végétale est associée à la production animale dont le poisson en polyculture, la basse-cour et les petits ruminants tous en polyculture ou en élevage mixte. Dans ces deux organisations, la verticalité est aussi exploitée et sept strates sont employées : (1) le sous-sol (rhizosphère) avec les racines, les tubercules, les rhizomes et les bulbes (-20 cm); (2) le couvre-sol avec les amarantes, les courgettes, les épinards, les oseille, etc. (20 cm) ; (3) la roncière ou buisson bas avec les vivaces (50 cm); (4) les légumes fruits comme le piment et les tomates (80 cm), (5) les céréales comme le maïs, le sorgho et le riz (1,5 m), (6) la sous-canopée avec les arbuste sous arbres (3 m), (7) la canopée, les grands arbres et les plantes grimpanes (10 -15 m).

Une autre structure qui se greffe est celle de l'administration, la formation de l'écotourisme et la recherche-développement. Elle permet à tout moment de réfléchir sur les crises et les solutions alternatives. La cellule recherche-développement permet par les enquêtes, de se référer à l'organisation sociale pour dimensionner le marché, d'installer une culture d'apprentissage constructiviste continue. Elle facilite la mise en pratique effective des principes de l'agroécologie. Elle développe un discours mobilisateur autour de la ferme et permet de chercher les alliés externes, auprès des politiques, des académiques, des

chercheurs et chez les fermiers. Elle analyse le marché et les lois favorables à l'exploitant (Lucantoni, 2020).

2.3. Collecte des données

Les données sur les productions ont été obtenues par la méthode d'échantillonnage de boule de neige sur les sites maraichers de Kimwenza et sur 22 maraichers. La collecte des données a été effectuée de 2016 à 2020 suivant la fiche de Morel (2016) et les marges brutes ont été calculées par la méthode rapportée par Minengu (2018). Les données de production de la FARRE ont été obtenues par pesage quotidien entre mars 2020 et mai 2021.

3. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. Effet de la TVA sur le capital humain

Amélioration de la sécurité alimentaire et nutritionnelle par la diversité de la production de la FARRE

A l'échelle des parcelles maraichères, la TVA assure progressivement la diversification des cultures, les cultures intercalaires, la rotation et le relais des cultures. Elle associe l'agroforesterie au maraîchage. Elle permet l'exploitation de l'eau des sources. Cette diversification des cultures, des animaux et des poissons, les cueillettes, les abattages, les pêches, les recepages multiples dans un cycle sont au cœur d'une intense production de la FARRE. Elle participe à l'amélioration de la sécurité alimentaire et nutritionnelle par sa composante disponibilité des aliments, des nutriments et de l'eau potable. Le tableau 1 donne la production de la FARRE entre le mois de mai 2020 et de mars 2021 pendant la période de confinement suite à la Covid 19.

Tableau 1. Production consommée et vendue, mai 2020-mars 2021

Culture	Autoconsommation (kg)	Vente (kg)	Total (kg)
Amarante	13,00	242,51	255,51
Aubergine	12,00	63,00	75,00
Banane (dessert et plantain)	6,50	111,63	118,13
Canard		7,80	7,80
Celerie		67,00	67,00
Choux De Chine	14,00	20,00	34,00
Ciboule	1,00	11,00	12,00
Courgette	22,00	105,83	127,83
Epinard	11,00	88,76	99,76
Feuilles Haricot		2,00	2,00
Feuilles de manioc	181,39	174,40	355,79
Gombo fruit	9,10	73,10	82,20
Gombo feuille	6,00	9,34	15,34
Haricot vert		87,90	87,90
Kikalakasa	3,00		3,00
Maïs	10,80	10,91	21,71
Feuilles de patate douce (Matembele)	219,72	847,76	1067,48

Morelle		50,00	50,00
Noix de palme	75,74		75,74
Oseille	15,96	73,59	89,55
Papaye	116,37	182,91	299,27
Petiron	2,00	10,32	12,32
Piment vert	1,00	22,00	23,00
Pointe noire	10,00	50,00	60,00
Poisson		12,00	12,00
Poivron		0,55	0,55
Feuilles de manioc pilées (Pondu)	7,00	64,00	71,00
Tomate	4,00	188,99	192,99
Total général	741,57	2577,28	3318,85

En effet, sur 35 Plates-bandes de 10 m² et avec 27 espèces, la production a été de 3,3 tonnes dont 78 % vendus pendant cette période. La projection sur la cible de 75 plates-bandes (1000 m²), permet de prédire que la production de 7 tonnes/an sera atteinte si toutes les conditions restent les mêmes. Avec les 297 arbres fruitiers répertoriés en septembre 2021, y compris les cacaoyers, les 11 tonnes/an des fruits et légumes requis pour nourrir 15 ménages seront atteintes. Elles contribueront ainsi entre 8250 et 10890 kcal par jour requis pour 75 personnes.

Par ailleurs, l'élevage associé des canards, poules, lapins et poissons va enrichir le panier en viande, en œufs et donc en protéines et en vitamines. Aussi, l'organisation en billons et en terrasses en amont favorise deux services aujourd'hui non rémunérés : le filtrage de l'eau disponible dans le bas fond et le stockage du carbone du sol (Dorin, 2021).

Renforcement de la sécurité alimentaire et nutritionnelle par l'accès aux aliments.

Le fermier et ses riverains accèdent de manière physique et économique à la production de la ferme, sans entraver les autres besoins comme la scolarisation, les soins médicaux et le logement (De Schutter 2010). Il est ainsi délivré d'acheter les produits agrochimiques. Ses animaux ont aussi accès aux aliments issus notamment des déchets du maraîchage, du contour arboré (*Leucaena leucocephala*, *Pennisetum purpureum*...) et des plantes médicinales.

Aussi, ses produits sont frais, exemptés des résidus des pesticides et fertilisants, et contiennent des nutriments jusqu'à 30 % de plus que ceux qui sont produits avec des engrais chimiques. L'accès en quantité et en qualité à ces produits améliore la santé des fermiers et les conditions sociales (Muñoz, 2021). Il contribue à la diminution des maladies non transmissibles comme l'obésité, la cardiopathie, l'hypertension et le diabète (Parot, 2021).

Consolidation de la sécurité alimentaire par la stabilité de la production

L'exploitation des trois écologies de la ferme et les pratiques des paillages et de l'arrosage goutte à goutte permettent la stabilité de la production en saison de pluies et en contre saison et entraîne une résilience d'une part, face à la fluctuation des prix intersaison, et d'autre part, aux chocs climatiques.

Affermissement de la sécurité alimentaire par l'utilisation des aliments peu communs et la souveraineté alimentaire

La diversification des activités à la FARRE permet l'utilisation des aliments locaux et non disponibles dans le système agroalimentaire classique comme le Kikalakasa (*Psophocarpus scandes*), le matembele «feuilles de patate douce» (*Ipomea batatas*) ou les feuilles de manioc (*Manihot glazovii*).

Dans les étangs, la polyculture multitrophique participe à l'utilisation des poissons non communs dans les étalages des marchés. Elle contribue à la souveraineté alimentaire et la prise de conscience à la participation à la production globale.

Amélioration de la résilience du fermier et de ses clients

Partant du principe qu'aucun bioagresseur n'a la capacité d'attaquer toutes les espèces à la fois, la diversification des productions donne au fermier non seulement une plus grande résilience au choc biotique voire économique et climatique (Dorin, 2021), mais également une grande capacité à se remettre des perturbations dus aux différents chocs (Altieri et Nicholls, 2009; DeSchutter, 2010; Machín *et al.*, 2010; Parmentier, 2014; Gaba, 2015).

3.2. Effets de la TVA sur le capital finance

Augmentation de la productivité globale

La TVA, par les pratiques agroécologiques, favorise une grande productivité par unité de surface, de main-d'œuvre et de temps.

De cette façon, la même superficie qui accueille l'aubergine et dont le sol est couvert par l'amarante relayé par l'oseille pendant le cycle de l'aubergine a donné des résultats présentés au tableau 2 et calculé sur base de la méthodologie de Minengu (2018), à partir des données de l'ACF (2009) et de celles de cette étude.

Tableau 2. Production globale en valeur (\$) sur une plate-bande de 1m x 10m (10 m²)

Cultures	Semence (\$)	Matière Organique (\$)	Engrais (\$)	Pesticides (\$)	Main d'Œuvre (\$)	Amortissement (\$)	Total Charges (\$)	Production (kg)	Priv.kg (\$)	Recette (\$)	Marge Brute (\$)
Amarante (<i>Amaranthus spp</i>)	0,14	1,40	0,50	0,10	2,01	0,02	4,17	20	0,35	,00	2,83
Oseille (<i>Hibiscus subsariffa</i>)	0,60	2,10	0,50	0,10	2,40	0,02	5,72	15	1,25	18,75	13,03
Aubergine (<i>Solanum melongena</i>)	0,10	8,40	0,70	0,20	9,10	0,02	18,52	30	1,30	39,00	20,48
Total	0,84	11,90	1,70	0,40	13,51	0,06	28,41	65		64,75	36,34

L'aubergine seule, a produit, après une occupation du sol de 3 mois, 30 kg et une marge brute de 20,48 \$. Associée à l'amarante, relayée par l'oseille qui occupe chacun le sol pendant 1 mois, a ramené la production à 65 kg et un revenu de 36,34 \$, soit un accroissement de 77,4 %. Par cette association, la couverture du sol aura diminué la charge de la main-d'œuvre liée au sarclage et à l'arrosage, soit une économie de 13,51 \$. Si en parallèle, il y a un élevage des poules, une culture de *Tithonia diversifolia*, une compostière, une lombricompostière ou une production de biofertilisant et biopesticide, la composante matière organique sera économisée de 11,90 \$. En économisant sur l'engrais et le pesticide, l'exploitant gagne 2,1 \$. Ce qui accroît le bénéfice à 63,85 \$, soit un accroissement de 212 % par rapport à la production de l'aubergine en monoculture. Globalement, les pratiques agroécologiques permettent l'amélioration du revenu.

Diminution de l'utilisation des intrants

Les haies quant à elles, rendent disponibles les fourrages, les ressources alimentaires aux animaux, aux poissons et aux insectes (Marshall *et al.*, 2006). Ceci contribue à la diminution de recours aux intrants importés donc à l'augmentation du revenu.

3.3. Effets de la TVA sur le capital nature

Amélioration du sol de la ferme

En quatre ans, de 2016 à 2020, l'acidité du sol a diminué passant de « légèrement acide » à « très légèrement acide » (4,9 dans l'horizon 0-25 cm et 4,59 dans l'horizon 26-50 cm). Par conséquent, elle a amélioré la solubilisation des nutriments, l'augmentation de l'activité du sol et la croissance des plantes. L'enfouissement des feuilles de bananier, l'utilisation des poudres d'os, du fumier de porcs permet d'améliorer le niveau du potassium (Gonzálvez et Pomares, 2008; Lucantoni, 2020). Le pourcentage des matières organiques a augmenté sensiblement passant de 0,7 % à 4 % avec l'enfouissement de l'engrais vert, le mulching, le compost et le labour minimum.

La TVA augmente la teneur en humus du sol qui alimente le grand nombre d'organismes au-dessus et en-dessous du sol (Dorin, 2021). Elle instaure la santé du sol et entraîne : (i) une augmentation des rendements, (ii) une diversification de la production, (iii) une stabilisation de la production, (iv) une réduction d'utilisation d'intrants, donc augmentation des revenus. Ce réseau trophique du sol permet d'améliorer la durabilité de la production agricole, la biodiversité, la séquestration du carbone et la disponibilité de l'eau (Dorin, 2021).

Il convient de noter que la majorité des populations rurales pauvres et vulnérables du monde est dans la situation de précarité foncière qui ne favorise pas l'adoption des pratiques pérennes comme l'amélioration des sols ou l'agroforesterie (Mbumba *et al.*, 2020 ; Loch, 2021 ; Parot, 2021). Pourtant, elle dépend fortement de la biodiversité terrestre, aquatique et des services écosystémiques pour leurs moyens de subsistance (FAO, 2018). Devant le phénomène d'accaparement des terres (Parot, 2021), les zones en pente et les bas-fonds où souvent ils louent des terres sont le lieu de prédilection pour les pauvres. Ils sont en dessous d'un seuil de rentabilité pour produire des richesses.

La sécurité de tenure de terre et l'accès à la terre à l'échelle de l'hectare ont permis de mettre en place une production abondante en quantité et en qualité, diversifiée et de créer des conditions de vie de plus en plus décente (De Schutter, 2010).

Amélioration du cheptel de la ferme

La FARRE dispose de 15 lapins, 15 poules, 2 dindons, 2 moutons et 9 canards actuellement en divagation dans la ferme. La TVA, par l'aménagement du logement et du parcours va instaurer la santé des animaux qui entraîne la disponibilité des protéines animales et l'augmentation des rendements. La basse-cour permet la diversification et la stabilisation de la production. L'élevage sur parcours permet aux bêtes de se soigner par les plantes et donc moins de dépenses vétérinaires et partant, plus d'économie de revenus.

Recyclage des nutriments et biomasses

La TVA permet le recyclage des déchets d'une composante à une autre. Les biomasses végétales enfouies contribuent énormément à la formation du complexe adsorbant et donc à la capacité d'échange cationique de ces sols à texture essentiellement sableuse (Kasongo, 2009). Cela a des implications sur la nutrition des plantes et favorise non seulement l'augmentation des rendements dans la globalité, mais aussi la vigueur des plantes et donc leur habilité à résister et à tolérer les insectes et les maladies (Altieri et Nicholls, 2004 ; Lucantoni, 2020).

Les sols qui contiennent la matière organique ainsi recyclée ont une intense activité biologique qui offre généralement une bonne fertilité et constituent un lieu où s'établit une grande chaîne trophique qui fait intervenir des prédateurs des ennemis des plantes (FAO, 2017). La quantité de matière organique va continuer à augmenter avec l'application régulière du compost, de l'humus qui proviendra de la lombricompostière. Cela aura certainement une répercussion sur le revenu et la sécurité alimentaire de la ferme (Altieri *et al.*, 2012).

Diminution de l'utilisation des pesticides chimiques et amélioration de la santé humaine

La TVA par la polyculture peut réguler les ravageurs, brouiller leur système de recherche de nourriture, empêcher leur croissance, leur reproduction ou leur dispersion par la fragmentation de leur habitat. Elle promeut des habitats inadaptés aux ravageurs et le contour boisé qui est le lieu adapté aux auxiliaires de lutte antiparasitaire.

La diversification des cultures a une pression sur les maladies transmissibles par les racines par l'effet allélopathique et par la création de microclimat par une espèce au profit d'une autre. La culture de couverture ou la culture de relais peut aussi contrôler les maladies (Motisi *et al.*, 2009) comme les nématodes des racines (Yeates, 1987; Rodriguez-Cabana et Kloepper, 1998). Les séquences de cultures comprenant des plantes non hôtes peuvent réduire l'inoculum d'agents pathogènes telluriques (Lamondia *et al.*, 2002). Les plantes aux propriétés biocides entraînent une diminution des maladies bactériennes des cultures maraichères (Deberdt *et al.*, 2012).

Les maladies peuvent être évitées par la stratégie push-pull (Cook *et al.*, 2007; Shelton and Badenes-Perez, 2006). En effet, il y a des plantes qui repoussent les insectes et ceux qui attirent les ennemis des insectes. Les stimuli émis par les plantes peuvent être visuels, chimiques ou trophiques. Dans certains cas, une réduction de 90 % des ravageurs et une augmentation de 20 % de rendement peuvent être atteints (Ratnadass *et al.*, 2013). Les effets peuvent être observés jusqu'à 40 m du bord de la parcelle (Nibouche *et al.*, 2012).

La diminution des bioagresseurs entraîne une réduction de l'utilisation des insecticides chimiques et donc participe à la bonne santé de l'Homme et du sol. Ceci épargne le producteur de la forte dépendance à ces intrants souvent importés et donc son coût de production baisse, ce qui le détourne du cycle perpétuel de la dette, des aléas et en conséquence du stress qui l'amène souvent vers les zones urbaines.

Amélioration de la biodiversité, recyclage et synergie

La biodiversité résiduelle et celle apportée participent au recyclage des biomasses, à la synergie entre composantes car elle apporte le fourrage aux animaux. Il en résulte : (i) l'eau et l'air assainis, (ii) les produits sauvages et forestiers consommables (Kerr, 2021).

3.4. Effets de la TVA sur le capital physique

La TVA, par la pratique d'intégration entre les composantes de la ferme améliore l'infrastructure de la ferme. En effet, les plates-bandes maraichères sont approvisionnées par : (a) les déchets ménagers biodégradables, (b) le fumier des troupeaux, et (c) le compost. Les rayons de la boutique de la ferme sont ravitaillés par les produits des plates-bandes et des parcours des animaux et des étangs. Les parcours des animaux et les étangs recevront directement les fumiers des animaux et les déchets des ménages. Les animaux sont nourris des invendus de la boutique, des cultures et des animaux. Les poubelles de ménage reçoivent les déchets des cultures et de l'abattage des animaux. Les compostières sont fournies par les déchets des cultures et les non-vendus de la boutique de la ferme, etc.

3.5. Effets de la TVA sur le capital social

Recouvrement des valeurs sociales

La TVA permet de s'éloigner des normes contraignantes du système agroalimentaire actuel. Elle permet à l'agriculteur de faire ses propres choix quant à ce qu'il faut produire, comment et pour qui (Runhaar, 2021). Elle instaure une autonomisation du fermier qui forge ses valeurs humaines et sociales et contribue à sa dignité. Elle s'accompagne de l'esprit d'équité dans l'accès à la nourriture et au travail (Ferguson 2017), d'inclusion et de justice. Elle permet de surmonter la pauvreté, la faim et la malnutrition, tout en promouvant les droits de l'homme, tels que le droit à l'alimentation, et la gérance de l'environnement. Elle procure de la valeur sociale à l'homme qui découvre qu'il est son propre agent de changement. Elle contribue aux principes d'équité, de la responsabilité sociale, de la participation et de l'autonomisation.

La TVA rétablit la relation entre le producteur et l'acheteur et favorise la co-création des connaissances et le maintien de la valeur humaine et sociale (Achterberg, 2021). A l'échelle de la ferme, la TVA instaure une valeur sociale et une alimentation qui entraîne : (i) l'éducation à la nutrition, (ii) la pratique d'alimentation des enfants et (iii) la réintroduction des aliments locaux importants.

Diminution de l'exode rural

La TVA peut contribuer, si le modèle est dupliqué de proche en proche, à maintenir les populations dans leurs milieux ruraux. Cet accès renforce les liens sociaux et le capital social à travers la reconnaissance des connaissances locales et la promotion des producteurs locaux et leurs réseaux. De par la proximité d'autres fermes complémentaires, la ferme aura une disponibilité des produits alimentaires à proximité de la ferme.

Création d'un lieu esthétique, de formation humaine et d'écotourisme

La TVA par la biodiversité, fait de la ferme un espace très esthétique et un lieu d'éducation pour les enfants. C'est un lieu d'apprentissage des ressources naturelles et des espèces. L'association canard-étangs offre des scènes de plaisance pour les visiteurs.

Les étangs renforcent manifestement les effets sur la sécurité alimentaire, la résilience et le bien-être des membres de la ferme ainsi que ses riverains. La TVA implante progressivement à l'échelle de la communauté ou de la région par l'équité, la co-création des connaissances, la participation, la connectivité consommateurs-producteurs. Le réseau d'agriculteur et les marchés locaux favorisent: (i) la bonne gouvernance des terres et des ressources naturelles, (ii) le partage des aliments et des semences, (iii) la commercialisation sur site et les chaînes des valeurs (Kerr, 2021).

4. CONCLUSION

La TVA, par ses pratiques à la FARRE, montre une tendance vers l'amélioration de la sécurité alimentaire, de la résilience et du bien-être. Elle permet l'augmentation de la productivité globale et la diminution du recours aux intrants externes. Elle améliore le sol de la ferme, le recyclage des nutriments des biomasses et de l'eau. Elle renforce la résilience des cultures et des animaux face aux chocs climatiques. Elle diminue l'utilisation des pesticides et donc améliore la santé humaine. Elle favorise le recouvrement des valeurs sociales et à terme pourra empêcher l'exode rural. Elle permet enfin, la création d'un lieu esthétique, de formation humaine et d'écotourisme et valorise la participation à la production globale.

S'agissant d'efficacité des facteurs de production et de la durabilité de la production, cette étude montre la nécessité de la bonne gouvernance des terres et des ressources naturelles. Le fait de sécuriser la tenure de terre et l'accès à la terre à l'échelle de l'hectare, ont permis de mettre en place une production abondante en quantité et en qualité et diversifiée et donc des conditions de vie de plus en

plus décentes. L'étude recommande les marchés à circuit court qui reconnectent les producteurs et les consommateurs les plus proches.

Ce modèle de production développé par la FARRE permet de contribuer à l'atténuation de cinq défis : (1) la détresse des agriculteurs, (2) la crise alimentaire et sanitaire des consommateurs, (3) la dégradation des sols, de l'eau et de la biodiversité, (4) le réchauffement climatique, (5) l'injustice climatique. Ainsi, la TVA peut contribuer à protéger l'avenir collectif: (1) en réduisant le coût de production agricole et les risques, (2) en augmentant les rendements et générant ainsi des revenus réguliers qui permettent de rendre l'agriculture plus résiliente au climat; (3) en produisant plus de nourriture, d'aliments sains et nutritifs sans produits chimiques; (4) en réduisant l'exode rural des jeunes des villages et en créant un exode urbain, une migration inverse vers les villages; (5) en améliorant la santé des sols, la conservation de l'eau, la régénération des écosystèmes et de la biodiversité.

Références

- Achterberg E. & Quiroz D., 2021. *Development aid funds for agroecology*. Profundo ; Research and advice. Support for agroecology of Dutch ODA spending, 42 p.
- Alifua O.M. & Mafuka P., 2020. Évaluation de l'acidité, de la matière organique et granulométrie des sols du site maraicher de Kimwenza-Gare à Kinshasa. *Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture*, 3(4). 64-68.
- Altieri M.A. & Rosset P., 1996. Agroecology and the conversion of large scale conventional systems to sustainable management. *International Journal of environmental studies*, 50(3-4), 165-185.
- Altieri M.A., 2002. Agroecology: The science of natural resource management for poor farmers in marginal environments. *Agriculture. Ecosystems&Environment*, 93, 1-24.
- Altieri M.A., 2004. *Frontiers. Ecology and the Environment*, 2(1), 35-42. DOI:[10.1890/1540-9295\(2004\)002\[0035:LEATFI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2004)002[0035:LEATFI]2.0.CO;2)
- Altieri M.A. & Nicholls C.I., 2004. Effects of agroforestry systems on the ecology and management of insect pest populations. Ecological engineering for pest management: advances in habitat manipulation for arthropods. CSIRO. *Collingwood*, pp.143-155.
- Altieri M.A. & Nicholls C.I., 2005. *Agroecology and the search for a truly sustainable agriculture*. United Nations Environmental Programme. Environmental Training Network for Latin America and the Caribbean, 291 p.
- Altieri M.A. & Nicholls C.I., 2009. Cambioclimático y agricultura campesina: impactos y respuestas adaptativas. *LEISA revista de agroecología*, 14, 5-8.
- Altieri. M.A. & Toledo V.M., 2011. The agroecological revolution in Latin America: rescuing nature. Ensuring food sovereignty and empowering peasants. *The Journal of Peasant Studies*, 38 (3), 587-612.
- Altieri M.A., Funes-Monzote F.R. & Petersen P., 2012. Agroecologically efficient agricultural systems for smallholder farmers: contributions to food sovereignty. *Agronomy for sustainable development*, 32(1), 1-13.
- Archer, D.W., Franco, J.G., Halvorson, J.J. & Pokharel, K.P., 2019. Integrated farming systems. In *Encyclopedia of Ecology*, pp. 508-514. Oxford: Elsevier.
- Baldé AB., Scopel E., Affholder F., Corbeels M., Da Silva FAM., Xavier JHV. & Wery J., 2011. Agronomic performance of no-tillage relay intercropping with maize under smallholder conditions in Central Brazil. *Field Crops Res.*, 124, 240-251. doi:10.1016/j.fcr.2011.06.017
- Carter M.R., 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.
- Conrad A., 2014. *We are farmers : agriculture. Food security. and adaptative capacity among permaculture and conventional farmers in central Malawi*. Faculty of the College of Arts and Sciences of American University thesis, 369 p.
- Cook S.M., Khan Z.R. & Pickett, J.A., 2007. The use of push-pull strategies in integrated pest management. *Annu. Rev. Entomol.*, 52, 375-400.
- da Silva J.S., Marjotta-Maistro M.C., dos Santos, M.A.S., Barbosa A.D.S.A. & Bezerra A.S., 2021. Economic value of rural backyards in the municipality of marituba. Metropolitan region of Belém. State of Pará. *Brazilian Amazon. International Journal of Development Research*, 11(01), 43671-43676.
- D'Annolfo R., Gemmill-Herren B., Graeub B. & Garibaldi L.A., 2017. A review of social and economic performance of agroecology. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 15(6), 632-644.
- De Bello F., Lavorel S., Diaz S., Harrington R., Cornelissen J., Bargett R., Berg M., Cipriotti P., Feld CK., Hering D., Martins da Silva P., Potts S., Sandin L., Sousa JP., Storkey J., Wardle D. & Harrison P.A., 2010. Towards an assessment of multiple ecosystem processes and services via functional traits. *Biodivers Conserv*, 19, 2873-2893.
- De Schutter, O., 2010. The right to food. *Report of the Special Rapporteur on the right to food, New York, 11 p*
- Deberdt P., Perrin B., Coranson-Beaudu R., Duyck P.F. & Wicker E., 2012. Effect of *Allium fistulosum* extract on *Ralstonia solanacearum* populations and tomato bacterial wilt. *Plant disease*, 96(5), 687-692.
- Dorin B., 2021. Theory, practice and challenges of agroecology in India. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 1-15.
- FAO, 1999. *Cultivating our Futures*: FAO/Netherlands Conference on the Multifunctional Character of Agriculture and Land. Scoping Phase. Synopsis: The

Multiple Roles of Agriculture and Land. Rome: Sustainable development Division of

FAO, 2014. *La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture : Ouvrir l'agriculture familiale à l'innovation*. Rome, Italie, 183 p.

FAO, 2018. *The 10 Elements of Agroecology Guiding the Transition to Sustainable Food and Agricultural Systems*. Rome. Italy, 15 p. Available online: <http://www.fao.org/documents/card/en/c/I9037EN> (accessed on 03 May 2021).

Ferguson J., 2015. *Permaculture as farming practice and international grassroots network: a multidisciplinary study*. Doctoral dissertation, University of Illinois at Urbana-Champaign, 178 p.

Ferguson RS. & Lovell ST., 2017. Diversification and labor productivity on US permaculture farms. *Renewable Agriculture and Food Systems*. In <https://doi.org/10.1017/S1742170517000497> pp 1-12

Gaba S., Lescourret F., Boudsocq S., Enjalbert J., Hinsinger P., Journet E.P., Navas M.L., Wery J., Louarn G., Malézieux E. & Pelzer E., 2015. Multiple cropping systems as drivers for providing multiple ecosystem services: from concepts to design. *Agronomy for sustainable development*, 35(2), 607-623.

Gasigwa S.R., Baenyi S.P. & Kizungu V. R., 2017. Reproductive and population dynamics parameters of Mbanza-Ngungu's local goat in Democratic Republic of Congo. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 70 (3), 93-97. doi: 10.19182/remvt.31522.

Ghaley BB., Hauggaard-Nielsen H., Hgh-Jensen H. & Jensen ES., 2005. Intercropping of wheat and pea as influenced by nitrogen fertilization. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.*, 73, 201–212. doi:10.1007/s10705-005-2475-9.

Gliessman, S.R., 2021. *Package Price Agroecology: The Ecology of Sustainable Food Systems*. CRC press, 664 p.

González V. & Pomares F., 2008. La fertilización y el balance de nutrientes en sistemas agroecológicos. *Sociedad Española de Agricultura Ecológica, Madrid*, 24 p.

GOS P., 2013. Modélisation des bouquets de services écosystémiques et intensification écologique des pratiques d'élevage dans le pays des Quatre Montagnes, Vercors. Thèse de doctorat, Université de Grenoble, Biodiversité-Écologie-Environnement, 241 p

Gulyas B.Z. & Edmondson J.L., 2021. Increasing City Resilience through Urban Agriculture. *Challenges and Solutions in the Global North. Sustainability*, 13, 1465. <https://doi.org/10.3390/su13031465>

Haines-Young R. & Potschin M., 2010. The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being. *Ecosystem Ecology: a new synthesis*, 1, 110-139.

HLPE, 2019. *High Level Panel of Experts. Agroecological and Other Innovative Approaches for Sustainable Agriculture and Food Systems That Enhance Food Security and Nutrition*. A Report by the High Level

Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security; Report 14; FAO: Rome. Italy. 2019. Available online : <http://www.fao.org/3/ca5602en/ca5602en.pdf> (accessed on 03 May 2021).

Johansen L., Taugourdeau S., Hovstad K.A. & Wehn S., 2019. Ceased grazing management changes the ecosystem services of semi-natural grasslands. *Ecosystems and People*, 15(1), 192-203. DOI: 10.1080/26395916.2019.1644534.

Kasongo L.M.E. & Yumba K. G., 2009. *Rapport d'étude sur l'agriculture périurbaine (maraichage) de Kinshasa, République Démocratique du Congo*. ACF, 87 p.

Kerr R.B. Madsen S., Stüber M., Liebert J., Enloe S., Borghino N., Parros P., Mutyambai D. M., Prudhon M. & Wezel A., 2021. Can agroecology improve food security and nutrition? A review. *Global Food Security*, 29, numéro, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2021.100540>

Khonde P., Tshiabukole K., Kankolongo M., Hauser S., Djamba M., Kizungu V.R. & Nkongolo K., 2018. Evaluation of Yield and Competition Indices for Intercropped Eight Maize Varieties. Soybean and Cowpea in the Zone of Savanna of South-West RD Congo. *Open Access Library Journal*, 5: e3746. <https://doi.org/10.4236/oalib.1103746>

LaMondia J.A., Elmer W.H., Mervosh T.L. & Cowles R.S., 2002. Integrated management of strawberry pests by rotation and intercropping. *Crop Protection*, 21(9), 837-846.

Loch V.D.C., Celentano D., Cardozo E.G. & Rousseau G.X., 2021. Towards agroecological transition in degraded soils of the eastern Amazon. *Forests. Trees and Livelihoods*, 30(2), 90-105.

Lucantoni, D., 2020. Transition to agroecology for improved foodsecurity and better living conditions: case study from a familyfarm in Pinardel Río, Cuba. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 44(9), 1124-1161.

Machín J., 2010. Modelo ECO2: redes sociales, complejidad y sufrimiento social. *Redes. Revista hispana para el análisis de redes sociales*, 18, 305-325.

Marshall EJP., West TM. & Kleijn D, 2006. Impacts of an agri-environment field margin prescription on the flora and fauna of arable farmland in different landscapes. *Agric.Ecosyst. Environ.*, 113, 36–44. doi:10.1016/S0167-8809(01)00315-2

Mbumba B.M., Bitijula M.M., Minengu JDD, Khasa P.D. & Mafuka M-M.P., 2020. Opportunités et défis de l'agroforesterie dans et en périphérie de la Réserve de Biosphère de Luki au Kongo central en République Démocratique du Congo. *Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture*, 3(1), 23-31

Meerow S., Newell J.P. & Stults M., 2016. Defining urban resilience : A review. *Landscape and urban planning*, 147, 38-49.

Melchior I.C. & Newig J., 2021. Governing Transitions towards Sustainable Agriculture-Taking Stock of an

- Emerging Field of Research. *Sustainability*, 13(2), 528-27 p.
- Minengu JDD, Ikonso A. & 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.
- Morel K., 2016. *Viabilité des microfermes maraîchères biologiques. Une étude inductive combinant méthodes qualitatives et modélisation*. Doctoral dissertation, Université Paris-Saclay, 355 p.
- Motisi N., Montfort F., Faloya V., Lucas P. & Doré T., 2009. Growing Brassica juncea as a cover crop, then incorporating its residues provide complementary control of Rhizoctonia root rot of sugar beet. *Field Crops Research*, 113(3), 238-245.
- Mundt C.C., 2002. Use of multiline cultivars and cultivar mixtures for disease management. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 40(1), 381-410. doi:10.1146/annurev.phyto.40.011402.113723.
- Muñoz E.F.P., Niederle P.A., de Gennaro B.C. & Roselli L., 2021. Agri-Food Markets towards Agroecology: Tensions and Compromises Faced by Small-Scale Farmers in Brazil and Chile. *Sustainability*, 13, 3096. <https://doi.org/10.3390/su13063096>
- Nibouche S., Tibère R. & Costet L., 2012. The use of Erianthus arundinaceus as a trap crop for the stem borer Chilo sacchariphagus reduces yield losses in sugarcane: Preliminary results. *Crop protection*, 42, 10-15.
- Parmentier G. & Mangematin V., 2014. Orchestrating innovation with user communities in the creative industries. *Technological forecasting and social change*, 83, 40-53.
- Parot J., Seigneret A., Szocs A., Frigot F., Haselberger T., Brisset L., Kay S. & West R., 2021. *Central Asia, 2021 Roots of Resilience: Land Policy for an Agroecological Transition in Europe*, 52 p.
- Pelzer E., Bazot M., Makowski D., Corre-Hellou G., Naudin C., Al Rifai M., Baranger E., Bedoussac L., Biarnès L., Boucheny P., Carrouée B., Dorvillez D., Foissy D., Gaillard B., Guichard L., Mansard MC., Omon B., Prieur L., Yvergniaux M., Justes E. & Jeuffroy M-H., 2012. Pea-wheat intercrops in low-input conditions combine high economic performances and low environmental impacts. *Eur. J. Agron.*, 40, 39-53. doi:10.1016/j.eja.2012.01.010
- Poggi S., Vinatier F., Hannachi M., Sanz Sanz E., Rudi G. & Zamberletti P., 2021. How can models foster the transition towards future agricultural landscapes. *Advances in Ecological Research*, 64(2), 305-368.
- Pongi G.K., Kabongo J.P.T., Mbuya A.K., Hauser S., Mumba A.D., Kizungu R.V. & Kabwe C.N., 2020. Evaluation of the Association and Rotation of Maize with Legumes. in Direct Sowing in the Democratic Republic of Congo. *Open Access Library Journal*, 7, e6522. <https://doi.org/10.4236/oalib.1106522>.
- Ratnadass A., Blanchart É. & Lecomte P., 2013. Ecological interactions within the biodiversity of cultivated systems. *Cultivating biodiversity to transform agriculture*, pp. 141-179.
- Rives F., Pesche D., Méral P. & Carrière S.M., 2016. Les services écosystémiques: une notion discutée en écologie. *Les Services écosystémiques. Repenser les relations nature et société*, Versailles, éditions Quæ, pp.53-74.
- Rodriguez-Cabana R. & Kloepper J.W., 1998. Cropping systems and the enhancement of microbial activities antagonistic to nematodes. *Nematropica*, 28, 144
- Rosset P. M., 2000. The multiple functions and benefits of small farm agriculture in the context of global trade negotiations. *Development*, 43(2), 77-82.
- Rosset P.M., 1999. *The Multiple Functions and Benefits of Small Farm Agriculture In the Context of Global Trade Negotiations*. Policy brief no 4. Food first. The institute for food and development policy, 23 p. In www.foodfirst.org.
- Rosset P.M., Machín S. B., Roque J. A.M. & Ávila L. D.R., 2011. The Campesino-to-Campesino agroecology movement of ANAP in Cuba: social process methodology in the construction of sustainable peasant agriculture and food sovereignty. *The Journal of peasant studies*, 38(1), 161-191.
- Runhaar, H., 2021. Four critical conditions for agroecological transitions in Europe. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 19(3-4), 1-7.
- Shelton A.M. & Badenes-Perez F.R., 2006. Concepts and applications of trap cropping in pest management. *Annu. Rev. Entomol.*, 51, 285-308.
- Simmons I.G., 1980. *Permaculture One: A Perennial Agriculture for Human Settlement*, by B. Mollison & David Holmgren. Corgi Books, London, UK & Melbourne, Australia: vii + 128 pp., 28× 21.7× 0.9 cm, paperbound, \$ Aust. 4.95, \$ NZ. 5.50, 1978. *Environmental Conservation*, 7(2), 170-171.
- United States Department of Agriculture, 1998. *A Time to Act: A Report of the USDA*. National Commission on Small Farms. USDA Miscellaneous Publication 1545.
- Van der Ploeg J.D., Barjolle D., Bruil J., Brunori G., Madureira L.M.C., Dessein J., Drag Z., Fink-Kessler A., Gasselin P., de Molina M.G. & Gorlach K., 2019. The economic potential of agroecology: Empirical evidence from Europe. *Journal of Rural Studies*, 71, 46-61.
- Vinodakumar S.N., Desai B.K., Channabasavanna A.S., Rao R., Patil M.G. & Patil S. S., 2017. Relative performance of various integrated farming system models with respect to system productivity, economics and employment generation. *International Journal of Agricultural Sciences*, 13(2), 348-352.
- Wegner L. & Zwart G., 2011. *Who Will Feed the World? The production challenge*. OXFAM Research Report. www.oxfam.org
- Yeates G.W., 1987. How plants affect nematodes. *Advances in Ecological Research*, 17, 61-113.

Zhu Y. H., Chen. J., Fan. Y., Wang. Y., Li. J., Chen. J., Fan. S., Yang. L., Hu. H., Loung. T.W., Mow P.S., Teng Z., Wang C.C. & Mundt, 2000. Genetic diversity and disease control in rice. *Nature*, 406(6797), 718–722. doi:10.1038/35021046