

PERSPECTIVES DE L'AGROFORESTERIE A BALIMBA DANS LA PROVINCE DU MOYEN-CHARI AU SUD DU TCHAD

Agoubli ISSINE*, Klabé ALLAHISSEM, Hassan MANSOUR et Ngariban TAMIAT

Université de Sarh, Faculté des Sciences Agronomiques et de l'Environnement, Laboratoire de Biologie, BP 105 Sarh, Tchad

(reçu le 03 Mai 2023; accepté le 15 Juin 2023)

* Correspondance, e-mail : iagoubli@gmail.com

RÉSUMÉ

Le but du présent travail est d'analyser les limites des systèmes agroforestiers traditionnels afin de proposer des modèles plus innovants. La méthodologie adoptée pour cette étude est basée sur les enquêtes auprès des agriculteurs permettant d'apprécier les techniques culturales les plus courantes, le niveau des connaissances en agroforesterie ainsi que son apport socioéconomique. Les résultats obtenus montrent que seulement 28,33 % des enquêtés ont reçu une formation en agroforesterie. Les techniques culturales les plus pratiquées sont entre autres l'assolement, la rotation culturale et la jachère ; le paillage est moins pratiqué (18 %). Les systèmes agroforestiers connus sont les plantations (100 %), les arbres à valeurs socioéconomiques épargnés (98 %), les haies vives (57 %) et les brises vent (45 %). Les essences autochtones les plus utilisées en agroforesterie sont : *Vitellaria paradoxa*, *Parkia biglobosa*, *Khaya senegalensis*, *Daniellia oliveri*, *Vitex doniana*, *Tamarindus indica* et *Borassus aethiopicum*. Les espèces exotiques les plus utilisées appartiennent à la famille des *Anacardiacees* (*Mangifera indica*) et *Rutacées* (*Citrus spp*) et *Psidium guajava*. Cette étude permet d'attirer l'attention des autorités et les agents de développement sur la nécessité de vulgariser cette pratique. Ces résultats serviront de référence dans la pratique de l'agroforesterie dans le Moyen-chari en général et dans le canton Balimba en particulier.

Mots-clés : *Moyen chari, Balimba, agroforesterie, rotation.*

ABSTRAT

Prospects of agroforestry in “Balimba”, the Province of “Moyen-Chari” in South of Chad

This work aims at analyzing the limitations of traditional agroforestry systems in order to suggest the most innovative examples. The adopted methodology for this study is based on an investigation with farmers to allow estimating cultural techniques, the most common, the knowledge standard in agroforestry as well as its socio-economic contribution. The obtained results show that only 28.33% of those who are investigated have formed a training in agroforestry. The cultural techniques the most used are such as; crop rotation, cultural rotation and a piece of land lie fallow; the mulching was less common (18 %). The known agroforestry systems are plantations (100 %), the spend socio-economic values trees (98 %), the living hedges (57 %) and windbreaks (45 %). The indigenous species most used in agroforestry are *Vitellaria paradoxa*, *Parkia biglobosa*, *Khaya senegalensis*, *Daniellia oliveri*, *Vitex doniana*, *Tamarindus indica* and *Borassus aethiopicum*. The most commonly used exotic species belong to the *Anacardiaceae* (*Mangifera indica*), *Rutaceae* (*Citrus spp*) families, and *Psidium guajava*. This study allows attracting the attention of authorities and development agents on the necessity to popularize this practice. These results will serve as a reference for the practice of agroforestry in the “Moyen chari” in general and in the township of “Balimba” in particular.

Keywords : *Moyen-chari, Balimba, agroforestry, rotation.*

I - INTRODUCTION

Les zones arides et semi-arides représentent environ le tiers de la surface du globe et sont composées d'écosystèmes fragiles [1, 2]. Ces zones apparaissent comme très vulnérables à la variabilité et au changement climatique parce qu'elles se singularisent par des facteurs propices à la dégradation des sols [3 - 5]. L'agriculture prélève du sol, chaque année, plus d'éléments nutritifs qu'elle n'en retourne [6, 7] à cause des mauvaises pratiques culturales [8 - 10]. Les paysans sahéliens sont confrontés depuis plusieurs décennies à une dégradation continue de leur environnement se traduisant par une crise énergétique et un déficit alimentaire de plus en plus aigu [11]. La région d'Afrique subsaharienne compte environ 13 % de la population mondiale [12]. Le pourcentage de personnes sous-alimentées y reste le plus élevé du monde en développement [13, 14]. Afin de satisfaire les besoins alimentaires croissants des pays tropicaux et subtropicaux, davantage de terre doivent être cultivées ; il ne s'agit là que d'une solution temporaire aux problèmes alimentaires qui persisteront tant que l'on n'aura pas élaboré des technologies

qui garantissent une production viable et soutenue [12, 15]. La perte de surfaces cultivables apparaît de loin comme étant le problème le plus fondamental pour l'avenir de l'humanité [16, 17]. La production agricole ne cesse de décroître à cause de la baisse de la fertilité des sols et cela accentue l'insécurité alimentaire dans les pays d'Afrique subsaharienne [18, 19]. Le but du présent travail est d'analyser les limites des systèmes agroforestiers traditionnels afin de proposer des modèles plus innovants.

II - MATÉRIEL ET MÉTHODES

II-1. Présentation de la zone d'étude

L'étude se déroule dans le canton Balimba au Sud du Tchad dans la province du Moyen-chari (*Figure 1*). Balimba est situé à environ 05 kilomètres à l'Ouest de Sarh, chef-lieu de la province. Le climat est de type soudano-sahélien avec une saison sèche allant de la deuxième quinzaine du mois d'octobre à mai. Par contre, la saison des pluies ne dure que 05 mois, de mai à octobre. Les précipitations varient de 950 à 1 300 mm. La végétation comporte des plaines d'inondations présentant sur sa bordure des bosquets et forêts sèches, puis sur un léger plateau, une alternance de forêts claires, de savanes boisées et de savanes arbustives selon les types de sols rencontrés [20]. L'agriculture est essentiellement dominée par les cultures vivrières céréalières et les légumineuses ; les cultures de rente comme le coton, sésame, taro, arachide, constituent la principale source de revenus pour la majeure partie de la population. L'agriculture est traditionnelle, extensive caractérisée par des faibles rendements. Les outils les plus fréquemment utilisés sont la houe, le coupe-coupe, la charrue.

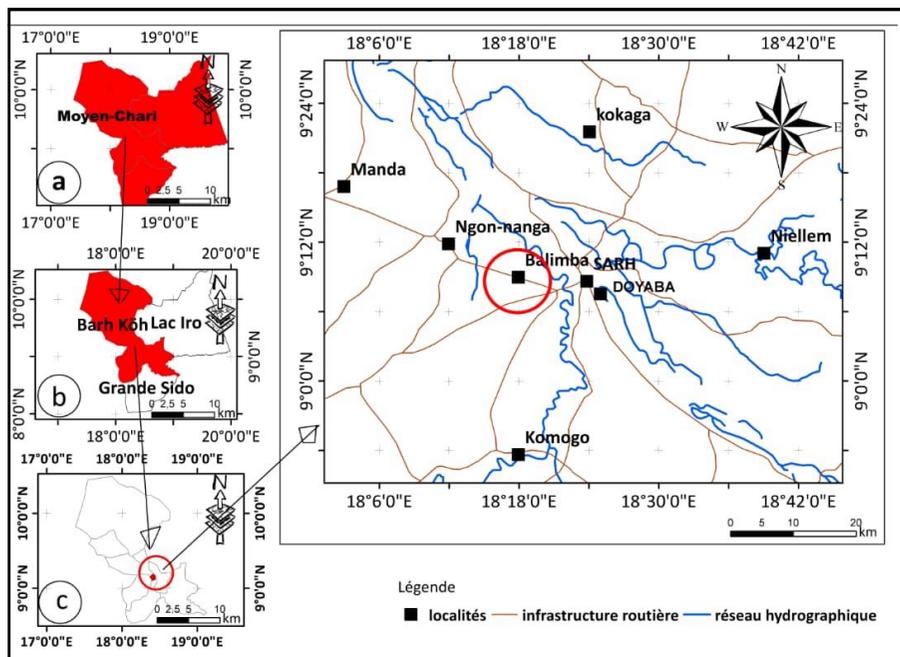


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude

II-2. Méthodes

Les données sont collectées par une enquête auprès de 120 producteurs repartis dans dix-neuf (19) villages. Des échanges, discussions et échanges avec les personnes ressources travaillant dans le domaine de l'agroforesterie ont été menés en plus pour recueillir, harmoniser et trianguler les informations afin d'obtenir une vision globale sur la pratique de l'agroforesterie. Les données collectées par questionnaire et guide d'entretien ont été traitées avec Excel afin d'extraire et de capitaliser les informations sous forme numérique facilement utilisable.

III - RÉSULTATS

III-1. Techniques culturelles

Les résultats présentés dans la *Figure 2*, montrent que tous les paysans enquêtés pratiquent la rotation des cultures et la jachère ; ces derniers utilisent les fumures organique et minérale pour améliorer les rendements. Sur 100 enquêtés, 70 utilisent des pesticides pour traiter leurs cultures. L'assolement est pratiqué à 69 % tandis que le paillage est la pratique la moins utilisée (18 %).

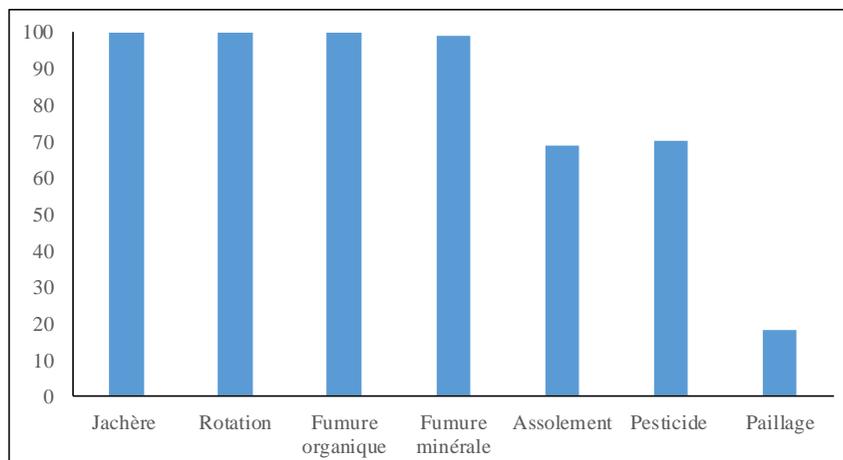


Figure 2 : Les techniques culturales utilisées dans le site d'étude

III-2. Systèmes agroforestiers

Tous les producteurs enquêtés pratiquent l'agroforesterie en plantant des arbres dans leurs champs ; certains utilisent les arbres comme des brise-vents et d'autres par contre les utilisent comme des haies vives. La pratique de l'agroforesterie par les agriculteurs est faite de manière traditionnelle car selon ces derniers, seulement 28,33 % ont reçu des formations sur cette pratique. Les espèces les plus épargnées sont par ordre d'importance le *Vitellaria paradoxa* avec 35,69 % suivie du *Parkia biglobosa*, 30,03 % et du *Khaya senegalensis*, 25,80 % ; les autres espèces (*Vitex sp*, *Ziziphus mauritiana*, *Moringa oleifera*, *Daniellia oliveri*, *Borassus aethiopum*, *Detarium microcarpum*, *Piliostigma thonongii*, *Terminalia mollis*, *Tamarindus indica*, *Citrus aurantifolia*, *Psidium guajava*) ont un pourcentage égal à 8,50 % (**Figure 3**).

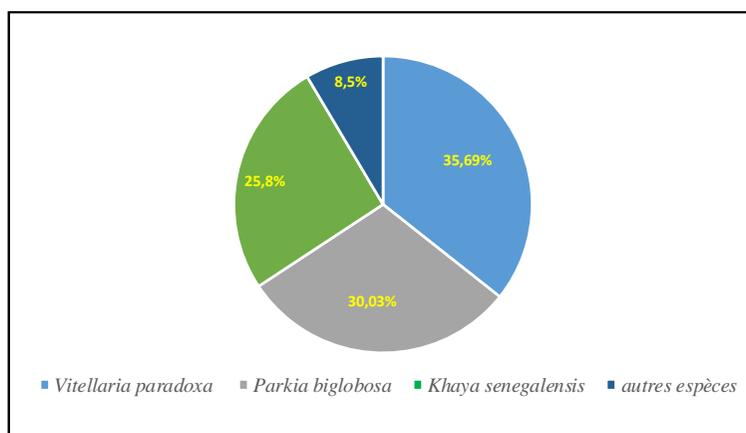


Figure 3 : Les espèces les plus utilisées dans l'agroforesterie

III-2-1. Durée de l'agroforesterie

Le nombre des années d'utilisation de l'agroforesterie commence à partir du moment où le producteur décide d'associer les arbres aux cultures pour en tirer des bénéfices. De l'enquête, il ressort que les producteurs ayant utilisé l'agroforesterie au moins 20 ans occupent 58 %, ils sont à 18 % ceux qui l'utilisent depuis 15 à 19 ans ; ceux de qui l'utilisent depuis 10 à 14 ans sont à 26 % ; et ceux qui ont commencé il y'a seulement 5 ans sont à 6 %. De tous les enquêtés, il n'y a personne qui n'utilise pas l'agroforesterie.

III-2-2. Avantage de l'agroforesterie

Pour les paysans, le système agroforestier ne comporte pas seulement des avantages ; il existe aussi des inconvénients. Le premier inconvénient selon eux, est l'effet d'ombrage car les arbres attirent les oiseaux, les bœufs et les chèvres qui peuvent engendrer des dégâts sur les cultures. Quant aux avantages, de nombreuses espèces indigènes dans les écosystèmes naturels fournissent des produits qui répondent aux besoins quotidiens des gens. Ces produits sont entre autres, les aliments et médicaments traditionnels, les gommes, les fibres, les résines, les huiles essentielles, ainsi que le bois pour la construction, l'artisanat, etc. Bon nombre de ces produits sont de plus en plus commercialisés sur les marchés locaux, régionaux et internationaux. Toutes les couches sociales sont impliquées dans la vente de ces produits. Toutefois, il faut noter que les femmes et les jeunes sont plus impliqués dans cette activité génératrice de revenus. 78 % des femmes et 72 % des jeunes tirent de revenus de la vente des fruits contre 51 % pour les hommes ; de même, les feuilles des arbres sont plus vendues par les femmes (42,66 %) et les jeunes (41,33 %). La vente de gomme occupe moins de 1 % de la population ; elle se fait exclusivement par les hommes. La vente des produits de pharmacopée (traitement) est largement dominée par les hommes (94 %). Enfin, le bois de chauffe est plus vendu par les femmes (92 %).

IV - DISCUSSION

IV-1. Techniques culturales

Les techniques culturales couramment rencontrées à Balimba sont entre autres l'assolement, la rotation, le paillage, la pratique de la jachère et l'utilisation des engrais (organique et minéral). Ces pratiques ont été citées par beaucoup des auteurs comme solution pour améliorer la fertilité des sols [20, 21]. Le paillage assure un très bon développement du plant avec un

rythme de croissance rapide durant la période de bâchage suivi d'une bonne couverture du sol par le feuillage [22, 23] ; l'apport des matériaux à forte CEC localement disponibles à l'instar des matériaux argileux améliore aussi significativement la fertilité du sol [24 - 26]. Les cultures sous couverture végétale sont une nouvelle approche de l'agriculture qui est basée sur l'absence de travail du sol, la couverture végétale permanente du sol et les rotations culturales en association avec les plantes de couverture [27]. Elles ont l'avantage d'augmenter la quantité de la matière organique et de stopper l'érosion du sol. Pour certains auteurs dont [28], la monoculture est l'une des causes de la baisse de la productivité agricole ; d'autres auteurs proposent les jachères pour rehausser le niveau de la matière organique [28, 29] ; c'est une approche de l'agriculture qui a l'avantage d'augmenter la quantité de la matière organique et de stopper l'érosion du sol et le ruissèlement [30]. Selon plusieurs auteurs, [28, 29], la décomposition des résidus de couverture forme l'humus dont le rôle dans la stabilisation de la structure du sol n'est plus à démontrer. La diffusion de l'agroforesterie permettrait de limiter la susceptibilité des sols à l'érosion, diminuer le temps de travail des paysans, améliorer la fertilité des sols et par conséquent augmenter le rendement des cultures [31]. Il est reconnu que les composés organiques nourrissent et abritent les organismes du sol qui œuvrent continuellement dans la structuration du sol [20, 21].

IV-2. Système agroforestier

Dans un système agroforestier, les arbres protègent les cultures contre le vent et le soleil ; ils font remonter l'eau à partir des réservoirs profonds et augmentent la fertilité du sol. Les plantes utilisent les ressources de manière complémentaire, sans se faire de la compétition ; cette complémentarité est l'aptitude des espèces à acquérir et utiliser différentes ressources pour leur croissance, ou bien à utiliser la même ressource à des endroits et des moments différents [32]. Les jachères sont aussi une alternative pour restaurer les terres dégradées ; elles sont connues par la totalité des répondants et permettent d'augmenter de manière significative les quantités de matière organique qui contribueront à rehausser le niveau de fertilité du sol d'une part et à limiter leur érosion d'autre part. Il faudrait cependant utiliser les approches modernes (jachère améliorée) en introduisant des espèces fourragères pour l'alimentation du bétail et des légumineuses pour l'amélioration de la fertilité des sols, en tenant compte bien sûr de l'acceptabilité des populations locales [33]. Une autre pratique agroforestière permettant d'améliorer la fertilité des sols est le transfert de biomasse c'est à dire l'épandage manuel d'engrais vert dans les cultures, qui accroît les rendements de légumes, allonge la saison de récolte et améliore la qualité du produit. L'épandage de la matière organique est aussi une pratique très

bénéfique pour la conservation des sols ; il est reconnu que les composés organiques nourrissent et abritent les organismes du sol qui œuvrent continuellement dans la structuration du sol [20, 21]. Dans la zone d'étude, 99,17 % des personnes enquêtées affirment avoir utilisé des fumiers organiques dans le cadre de l'agroforesterie. D'autres pratiques comme l'agrogéologie qui consiste à utiliser des matériaux géologiques en agriculture pour améliorer la qualité des sols et limiter leur potentiel érodible sont aussi à promouvoir [34] ; ces matériaux géologiques ont la capacité non seulement de libérer les éléments nutritifs pour les plantes mais peuvent également améliorer la structure du sol ; c'est le cas des scories volcaniques qui pourront être utilisés comme mulch pour réduire le ruissellement [34]. Les matériaux gonflants comme la montmorillonite, argile de type 2/1 peuvent également améliorer la structure des sols sableux en jouant le rôle de ciment entre les particules de sable [35, 36]. Dans l'ouest du Kenya, les agriculteurs qui fertilisent leurs parcelles de légumes avec des feuilles de *Tithonia diversifolia* plantés en haies en bordure de leurs champs, auxquelles ils ajoutent de petites quantités d'engrais phosphatés, ont doublé la rentabilité du travail [37]. En Zambie et au Malawi, par exemple, le fait de planter des arbustes *Tephrosia vogelii*, *Sesbania sesban*, *Gliricidia sepium* ou *Cajanus cajan* dans des terrains laissés en jachère pendant deux ans, pour ensuite les couper et y cultiver du maïs pendant deux ou trois ans, a permis d'obtenir des rendements en maïs plus élevés qu'avec la plantation continue de maïs non fertilisé [38].

IV-3. Les espèces d'arbres couramment rencontrées dans les champs

Au Tchad en général et dans le canton de Balimba en particulier, les paysans conservent toujours les arbres au moment du défrichage. Les espèces les plus répandues sont le *Vitellaria paradoxa* avec une abondance relative de 20,64 %, elle est suivie par ordre d'abondance par le *Parkia biglobosa* (15,27 %), *Terminalia laxiflora* (7,53 %), *Tamarindus indica* (7,52 %) et *Anogeissus leiocarpus* (7,31 %). Les autres espèces ont une abondance ne dépassant pas 8,5 %. Les différentes espèces d'arbres cités ci haut, sont utilisées comme bois de chauffe et de service, espèces fruitières comestibles aussi bien par les animaux et les humains, espèces fourragères, légumes, tubercules, épices, oléagineuse (huile de karité), etc. Il ressort aussi de l'étude que la majorité des paysans plantent des arbres ; les espèces plantées sont en majorité des agrumes. On devrait donc développer l'espèce partout où c'est possible grâce à une bonne formation des populations rurales sur les techniques modernes de régénération des plantes. Par ailleurs, si l'influence positive de *Faidherbia albida* semble évidente *a priori* sur les cultures et l'amélioration relative des performances de bétail en saison sèche, il n'en est pas de même avec les autres types de parcs dont l'objectif de leur maintien dans l'espace cultivé est justifié par un intérêt spécifique généralement

d'ordre alimentaire. Dans une étude menée au Burkina Faso, les chercheurs ont évalué le rendement en grains du sorgho cultivé en association avec le karité [39] ; les résultats démontrent que la taille des plantes et le rendement en grains diminuent de 16 % pour les plantes situées directement en dessous de la couronne arborée des arbres [39], un phénomène aussi associé à la réduction de la luminosité. Cette étude apporte toutefois un résultat supplémentaire. En effet, les chercheurs ont observé que les plantes situées juste à la limite de la couronne arborée de l'arbre présentent une taille et un rendement accrus, comparativement aux plantes situées en plein champ. Toutes ces études ont montré une baisse de rendement en grains du sorgho de 50 % à 70 % sous couvert des arbres jusqu'à une distance de 1,6 fois le rayon du houppier à cause de l'ombrage et de l'influence négative du système racinaire des arbres. Mais cette baisse de rendement est fortement compensée par les produits tirés des arbres ; ce qui justifie leur maintien dans l'espace cultivé. Des essais menés à Ibadan (Sud du Nigeria) sur les sols sableux avec *Leuceana leucocephala* ont montré que le rendement de maïs pouvait être maintenu aux environs de 2t/ha contre 0,66t/ha en absence de toute fertilisation [40].

V - CONCLUSION

La présente étude permet de faire un état des lieux sur la pratique de l'agroforesterie au Tchad et plus particulièrement dans le canton Balimba situé au Sud du Tchad. Il ressort que l'agroforesterie est bien pratiquée par la population de ladite localité. Les techniques culturales les plus utilisées sont les jachères et les rotations culturales. Les espèces les plus utilisées sont *Vitellaria paradoxa* avec une abondance relative de 20,64 %, suivie par ordre d'abondance par *Parkia biglobosa* (15,27 %), *Terminalia laxiflora* (7,53 %), *Tamarindus indica* (7,52 %) et *Anogeissus leiocarpus* (7,31 %). Les autres espèces réunies ont une abondance inférieure ou égale à 8,5 %. Les populations tirent des bénéfices dans la vente des fruits des arbres, de leurs feuilles et des bois. Il est nécessaire de former les producteurs et de vulgariser les nouvelles technologies en vue de combler les imperfections pour permettre l'épanouissement social et économique de la population.

RÉFÉRENCES

- [1] - M. ABOU, I. YALOU and E. OGOUWALE, “Characterization of production systems on hydro-agricultural development sites in the Dango-Adjohoun doublet in southern Benin,” *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, Vol. 12, N° 1 (2018) 462 - 478
- [2] - D. TSOZUE, B. R. HAIWE and J. P. NGHONDA, “Local initiatives of land rehabilitation in the sudano-sahelian region : case of hard´e soils in the far north region of Cameroon,” *Open Journal of Soil Science*, Vol. 4, (2014) 6 - 15
- [3] - M. NIASSE, A. AFOUDA et A. AMANI, Réduire la vulnérabilité de l’Afrique de l’Ouest aux impacts du climat sur les ressources en eau, les zones humides et la désertification : Eléments de stratégie régionale de préparation et d’adaptation. UICN Gland, Switzerland and Cambridge, UK, (2004)
- [4] - S. LOUVET, K. DELARUE, J. E. PATUREL, G. MAHE, M. VAKSMAN, T L. IGANADABA, N. VIGAUD, P. ROUCOU, N. ROUCHE et M. KOITE, Agronomie et climatologie d’un bassin de 100 000 km² en Afrique de l’ouest. Hydro-climatology: Variability and Change, Proceedings of symposium J-H02 held during IUGG2011 in Melbourne, Australia, (2011)
- [5] - P. D. TAYLOR, L. FAHRIG, K. HENIN et G. MERRIAM, Connectivity is a vital element of landscape structure, *Oikos*, Vol. 68, N°5 (2017) 571 - 572
- [6] - I. BIGA, M. M. BOUBACAR, A. A. OUMANI et M. ALI, Perceptions et stratégies paysannes de gestion de la fertilité des sols dans la Région de Tillabery de l’ouest du Niger. *International Journal Advanced Research (IJAR)*, Vol. 9, N°4 (2021) 740 - 751
- [7] - M. A. AKPO, A. SAÏDOU, I. YABI, I. BALOGOUN et B. B. L. BIGOU, Indicateurs paysans d’appréciation de la qualité des sols dans le bassin de l’Okpara au Bénin. *Etude et Gestion des Sols*, Vol. 23, (2016) 53 - 64
- [8] - F. KABORE, E. HIEN, T. B. MARE, K. OUATTARA et P. N. ZOMBRE, Caractéristiques morphopédologiques et potentialités agricoles de sols développés sur roches dolomitiques dans le bassin de Taoudéni au Burkina Faso. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, Vol. 14, N°6 (2020) 2333 - 2351
- [9] - A. OUEDRAOGO, F. KABORE et O. KABORE, Perception de la fertilité des sols et stratégies d’adaptation des producteurs agricoles à Samandéni (Burkina Faso). *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, Vol. 16, N°4 (2022) 1536 - 1553
- [10] - V. MAZZUCATO et D. NIEMEIJER, Rethinking soil and water conservation in a changing society: A case study in eastern Burkina Faso. Wageningen University, Wageningen, (2000)

- [11] - OCDE/FAO, « L'agriculture en Afrique subsaharienne : Perspectives et enjeux de la décennie à venir », dans Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2016-2025, (2016)
- [12] - FAO, Evaluation des importations et aides alimentaires par rapport à l'appui au développement de l'agriculture : évidence par l'étude de cas. République du Tchad, (2004)
- [13] - FAO, FIDA et PAM, The State of Food Insecurity in the World 2015.Meeting the 2015 international hunger targets : taking stock of uneven progress, Food and Agriculture Organization Publications, Rome, (2015)
- [14] - J. C. GANGLO, Phytosociologie de la végétation naturelle de sous-bois; écologie et productivité des plantations des teck (*Tectona grandis* L. f.) du sud et centre Benin. Acta Botanica Gallica, (2013)
- [15] - B. GONNE, La crise foncière sur les terres de Karal dans les plaines de l'extrême-nord du Cameroun, un dysfonctionnement déterminant dans la dynamique actuelle. Thèse de doctorat Ph.D, de Géographie, Université de Ngaoundéré, (2004)
- [16] - C. PAUTROT, Érosion et dégradation des sols. Mémoires de l'Académie Nationale de Metz, (2012)
- [17] - T. S. JAYNE, D. MATHER et E. MGHENYI, Principal Challenges Confronting Smallholder Agriculture in Sub-Saharan Africa, *World Development*, Vol. 38, N°10 (2010) 1384 - 1398
- [18] - C. BUCEKUDERHWA et S. MAPATANO, Comprendre la dynamique de la vulnérabilité à l'insécurité alimentaire au Sud-Kivu, *Revue Électronique En Sciences de l'environnement*, (2013)
- [19] - S. DURY, E. VALL et J. IMBERNON, Production agricole et sécurité alimentaire en Afrique de l' Ouest. *Cahier Agriculture*, Vol. 26, N°1 (2017)
- [20] - E. BUCCHIGNANI, P. MERCOGLIANO, H. J. PANITZ et M. MONTESARCHIO, Climate change projections for the Middle East–North Africa domain with COSMO-CLM at different spatial resolutions. *Advances in Climate Change Research*, Vol. 9, N°1 (2018) 66 - 80
- [21] - B. OUYA, Conservation et utilisation durable de la biodiversité autour et dans les aires protégées du sud-est du Tchad : cas du parc de manda et de la forêt de djoli-kera usages et risques, quelles stratégies pour la revalorisation et le développement local, (2010) 296 p.
- [22] - M. YEMEFACK, L. NOUNAMO, R. NJOMGANG et P. BILONG, Influence des pratiques agricoles sur la teneur en argile et autres propriétés agronomiques d'un sol ferrallitique du sud Cameroun. *Tropicultura*, Vol. 22, N°1 (2004) 3 - 10
- [23] - M. TEJADA et J. L. GONZALEZ, The relationships between erodibility and erosion in a soil treated with two organic amendments. *Soil and Tillage Research*, Vol. 91, (2006)

- [24] - J. SIX, K. PAUSTIAN, E.T. ELLIOT et C. COMBRINK, Soil structure and organic matter : Distribution of aggregate-size classes and aggregate-associated carbon. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, Vol. 64, (2000)
- [25] - S. S. AN, Y. M. HUANG, F. L. ZHEING et J. G. YANG, Aggregate characteristics during natural revegetation on the Loess Plateau. *Pedosphere*, Vol. 18, N°6 (2008)
- [26] - T. P. AZINWI, W. E. DJOUFAC, D. BITOM et D. NJOPWOUO, Petrological, physico-chemical and mechanical characterization of the topomorphic vertisols from the Sudano-Sahelian Region of North Cameroon. *The Open Geological Journal*, Vol. 53, (2011) 3 - 55
- [27] - E. F. L. ASSEMIEN, Impact de pratiques agricoles conventionnelles et innovantes sur la fertilité des sols et les acteurs microbiens impliqués dans la zone de savanes humides de Côte d’Ivoire. Thèse de Doctorat, Biologie et Biochimie, Université de Lyon (France), (2018) 248 p.
- [28] - S. M. ISMAIL et K. OZAWA, Improvement of crop yield, soil moisture distribution and water use efficiency in sandy soils by clay application. *Appl. Clay sci*, Vol. 37, (2007) 81 - 89
- [29] - L. SEGUY, Le semis direct sur couverture végétale permanente (SCV) : une solution alternative aux systèmes de culture conventionnels dans les pays du Sud. Dossier AFD, (2006)
- [30] - B. M. GUSTAVO, L’agriculture productiviste à l’agriculture multifonctionnelle dans le système agraire du cacao et le paiement pour services environnementaux. Université Paris-Nanterre ; Laboratoire Dynamiques Sociales et Recomposition des Espaces (LADYSS) ; Programa CAPES-Print (Brésil), (2022)
- [31] - F. KAHU, M. YEMEFACK, P. FEUJIO-TEGUEFOUET et J. TCHANTCHAOUANG, Effet combiné des feuilles de *Tithonia diversifolia* et des engrais inorganiques sur les rendements du maïs et les propriétés d’un sol ferrallitique au Centre Cameroun. *Tropicultura*, (2011)
- [32] - G. SERPANTIE, F. PAPY et T. DORE, Diversité des exploitations et utilisation de la jachère dans la zone cotonnière du Burkina Faso. Exploitations agricoles familiales en Afrique de l’Ouest et du Centre, QUAE, (2020) 173 - 183
- [33] - G. K. KOME, R. K. ENANG F. O. TABI et B. P. K. YERIMA, “Influence of clay minerals on some soil fertility attributes : a review,” *Open Journal of Soil Science*, Vol. 09, N°09 (2019) 155 - 188
- [34] - S. D. BASGA, J. P. TEMGA, D. TSOZUÉ, D. DANBÉ et J. P. NGUETNKAM, Morphological, mineralogical and geochemical features of topomorphic vertisols used for sorghum production in North Cameroon, *Eurasian J Soil Sci*, Vol. 7, (2018) 346 - 354
- [35] - G. I. MUNAMANTHA, I. K. SUDIANA, D. K. SASTRAWIDANA, I. N. G. A. SURYAPUTRA et M. V. OVIANTARI, The evaluation of soil

- fertility status of open space in campus area and their suitability for tropical fruits production. *Journal of Soil Science and Environmental Management*, Vol. 12, N°2 (2021) 78 - 85
- [36] - O. H. ISSOUFOU, S. BOUBACAR, T. ADAM et B. YAMBA, Determinants de l'adoption et impact des variétés améliorées sur la productivité du mil au Niger. *African Crop Science Journal*, Vol. 25, N°2 (2017)
- [37] - A. ERKTAN, S. COQ, E. BLANCHART, T. CHEVALLIER, J. TRAP, L. BERNARD, J. NAHMANI, C. HARTMANN, M. HEDDE, P. GANAULT, S. BAROT et J. CORTET, Biodiversité et structure physique des sols : une vision spatialisée du fonctionnement des sols - *Étude et Gestion des Sols*, (2022) 153 - 167
- [38] - C. S. A. BALLOT, G. MAWUSSI, W. ATAKPAMA, M. MOITA, T. M. NASSY YANGAKOLA, I. ZINGA, S. SILLA, W. KPERKOUMA, G. DERCON, B. KOMLAN et A. KOFFI, Caractérisation physico-chimique des sols en vue de l'amélioration de la productivité du manioc (*Manihot esculenta Crantz*) dans la région de Damara au centre-sud de Centrafrique, *Agronomie Africaine*, Vol 28, N°1 (2016) 9 - 23
- [39] - A. VALERY et M. PANSU, Dynamique des matières organiques des sols, modèles proposés et relations modèles-organismes - *Étude et Gestion des Sols*, Vol. 29, (2022) 169 - 184
- [40] - J. P. NGUETNKAM, R. KAMGA, F. VILLIERAS, G. E. EKODECK et J. YVON, Altération différentielle du granite en zone tropicale. Exemple de deux séquences étudiées au Cameroun (Afrique Centrale). *Comptes Rendus Géoscience*, Vol. 340, (2008) 451 - 461