

Identification des systèmes de culture et des technologies de conservation des eaux et des sols dans la gestion durable de la fertilité des sols dans les villages de Zanzoni, Dansana et Finkoloni, cercle de Koutiala

Souleymane DEMBELE^{1*}, Kalifa TRAORE² et Aboubakar BENGALY³

¹ *Institut d'Economie Rurale, Laboratoire Sol - Eau - Plante, BP 262 Bamako, Mali*

² *Institut d'Economie Rurale, Direction Générale, BP 258 Bamako, Mali*

³ *Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée (IPR/IFRA) de Katibougou, BP 06 Koulikoro, Mali*

(Reçu le 12 Avril 2024 ; Accepté le 03 Juin 2024)

* Correspondance, courriel : soulbn@yahoo.fr

Résumé

La présente étude rentre dans le cadre de la gestion durable de la fertilité des sols dans un système de culture pluviale. Elle a pour objectif d'analyser les pratiques culturales et la disponibilité des technologies de conservation des eaux et des sols dans le maintien de la productivité des terres. Pour ce faire, un questionnaire a été élaboré et appliqué sur 140 chefs d'exploitation dans trois villages dont Zanzoni, Dansana et Finkoloni. Des aspects comme les équipements agricoles, les terroirs exploités, les systèmes de cultures, la connaissance sur les technologies de conservation des eaux et du sol et leur adoption ont été renseignés. Les résultats ont montré que le grattage est le type de travail du sol qui occupe les plus grandes superficies exploitées (43,6 %), contre 31,9 % pour le labour à plat et 10,1 % pour le billonnage. Le semis direct occupe 14,5 % des superficies. La quantité produite de la fumure organique a baissé de 1993 à 2020 de 27,4 %. Le mode de rotation le plus utilisé a été la rotation trisannuelle avec le système coton-maïs-mil/sorgho utilisé par 55 % des producteurs. Par rapport à la connaissance sur les technologies, 86,4 % des producteurs ont une connaissance sur les haies vives contre 74,3 % pour les cordons pierreux, 14,3 % pour les aménagements en courbes de niveau et 11,4 % concernant les bandes enherbées. Parmi elles, la haie vive a été la plus utilisée avec 32 % des producteurs qui l'ont adoptée. Ces résultats permettront de comprendre la gestion de la fertilité des sols dans la zone afin d'entreprendre des actions d'amélioration.

Mots-clés : *dégradation des sols, technologies, conservation, fertilité.*

Abstract

Identification of cropping system and water and soil conservation technologies in the sustainable of soil fertility management in Zanzoni, Dansana and Finkoloni villages, Koutiala

This study falls within the framework of sustainable soil fertility management in a rainfed farming system. Its objective is to analyze cultural practices and availability of water and soil conservation technologies in maintaining land productivity. To do this, a questionnaire was developed and applied to 140 head of farm in three villages including Zanzoni, Dansana and Finkoloni. Aspects such as agricultural equipment, terroir

exploited, cropping systems, knowledge of water and soil conservation technologies and their adoption. The results showed that scraping is the type of tillage which occupies the largest exploited area (43.6 %) compared to the plowing (31.9 %) and ridging (10.1 %). Direct sowing occupies 14.6 % of the areas. Organic manure production has declined by 27,4 % between 1993 and 2020. The most used rotation mode was the three-year rotation with cotton-maize-millet/sorghum system used by 55 % of farmers. About technologies knowledge, 86,4 % of farmers have knowledge of living hedges compared to stone barriers (74.3 %), contour ridge tillage (14.3 %) and grassy strips (11.4 %). Among them, the living hedge was the most used with 32 % of farmers who adopted it. These results will allow to understand soil fertility management in the area in order to undertake improvement actions.

Keywords : *soil degradation, technologies, conservation, fertility.*

1. Introduction

Le Mali est un pays sahélien dont le développement repose essentiellement sur l'agriculture qui occupe 35 % du PIB [1]. La nature principalement pluviale de son agriculture reste problématique en raison de l'irrégularité des pluies qui menace dangereusement la production agricole et les stratégies de développement [2]. En effet, l'eau est l'une des principales contraintes à la production agricole [3 - 5] car elle influence directement la croissance des plantes, il est donc très important de minimiser le ruissellement des eaux de pluie dans l'agriculture [6]. Le ruissellement est néfaste pour l'agriculture car d'une part, il dégrade par décapage des horizons de surface des terres arables (érosion) et d'autre part, il réduit la disponibilité de l'eau pour les arbres associés aux champs. La dégradation des terres agricoles est de nos jours un phénomène préoccupant dans les pays du sahel alors que les premières recherches sur ce phénomène en Afrique de l'ouest datent des années 1959-1960 [7]. Elle est surtout favorisée par la sensibilité des sols ferrugineux tropicaux aux différents facteurs de dégradation notamment l'érosion hydrique [8]. A cela, s'ajoute la faible fertilité naturelle de ces sols ferrugineux tropicaux très rependus en zone soudano sahélienne [9,10]. Au Mali, cette dégradation est surtout accentuée dans les zones à forte densité avec plus de pression sur les ressources naturelles, le tout couplé à la grande variabilité interannuelle et aux hautes températures, se traduisant par une baisse des rendements agricoles [11]. Le cercle de Koutiala, région à forte densité de population, est aussi une des plus grandes zones de production de coton au Mali, d'où son appellation de « vieux bassin cotonnier ». La pression sur les terres agricoles dans cette zone est importante [12], ce qui a conduit à la presque disparition de la jachère et à l'installation d'un système de culture continue sans restitution adéquate des nutriments prélevés, contribuant beaucoup à la dégradation des sols. Cette dégradation est beaucoup accentuée par l'érosion hydrique sur des sols à faible structuration relative à leur faible niveau de matière organique et la nature kaolinique de leur argile. Face à cette situation, les paysans et leurs partenaires sont à pied d'œuvre afin de maintenir une productivité pour l'autosuffisance alimentaire à travers des actions de fertilisation et de lutte antiérosive. La lutte antiérosive un moyen indispensable pour intensifier la productivité des terres et assurer la durabilité de l'agrosystème [7]. A cet effet, la production de la fumure organique a été valorisée, des changements ont été apportés dans le travail du sol (labour, billonnage, grattage) et des technologies ont été mises au point par les acteurs du développement rural (CMDT, ONGs, Recherche) dont les premières datent des décennies. Une de ces technologies pertinentes a été l'aménagement en courbes de niveau (ACN) des champs au sud du Mali [13]. Ces technologies ont pour but de conserver le sol et l'eau de pluie pour améliorer la fertilité du sol. Cette intervention des acteurs du secteur agricole a été beaucoup accentuée dans la zone de Koutiala. Cependant, le problème de dégradation des sols et de disponibilité de l'eau pour les plantes continue à persister dans le monde rural conduisant les acteurs à travailler sur le comportement des producteurs dans l'adoption des technologies [14]. Des études réalisées

par l'IER en 1994 ont montré qu'il existait 3822 km² de terres fortement acides érodées et 1204 km² de terres fortement acides et de faible fertilité dans le cercle de Koutiala [15]. L'objectif de cette étude était d'analyser les pratiques culturales et la disponibilité des technologies de conservation des eaux et des sols dans le maintien de la productivité des terres.

2. Matériel et méthodes

2-1. Zone d'étude

Les travaux ont été réalisés dans le cercle de Koutiala peuplé de 580453 habitants [16] et se caractérise par de fortes densités de population (jusqu'à 70 habts/km² [17]. Le climat est soudanien, avec une pluviométrie moyenne comprise entre 600 et 1000mm/an et une saison pluvieuse de 5 mois allant de Mai-Juin à Octobre-Novembre [18]. Les moyennes d'évapotranspiration dans la station météo de Koutiala ont été de 170,25 mm/mois en 2018 et 182,91mm/mois en 2019 (données Station météo de Koutiala, 2020). Les principales cultures sont le coton, le maïs, le mil et le sorgho avec un système de rotation presque sans jachère. Les systèmes de culture qui intègrent coton et céréales occupent plus de 80 % de l'assolement avec un recours important aux intrants [19]. Quant au travail du sol, le labour à plat, le grattage et le billonnage sont pratiqués. Les sols sont pour la majorité sablo limoneux et profonds. Pour la réalisation de l'étude, trois villages ont été choisis. Il s'agit des villages de Zanzoni dont les coordonnées géographiques sont -5.56965 longitude Ouest, 12.609019 latitude Nord, Danzana situé par -5.649709 longitude Ouest, 12.575919 latitude Nord et Finkoloni défini par -5.497410 longitude, 12.263009 latitudes (cartographie du Mali, 1999) (*Figure 1*). Les critères de choix des villages ont été basés sur le niveau d'intervention limité des services d'encadrement en relation avec la gestion durable de la fertilité des sols, l'accessibilité et le caractère volontariste pour collaborer avec la recherche.

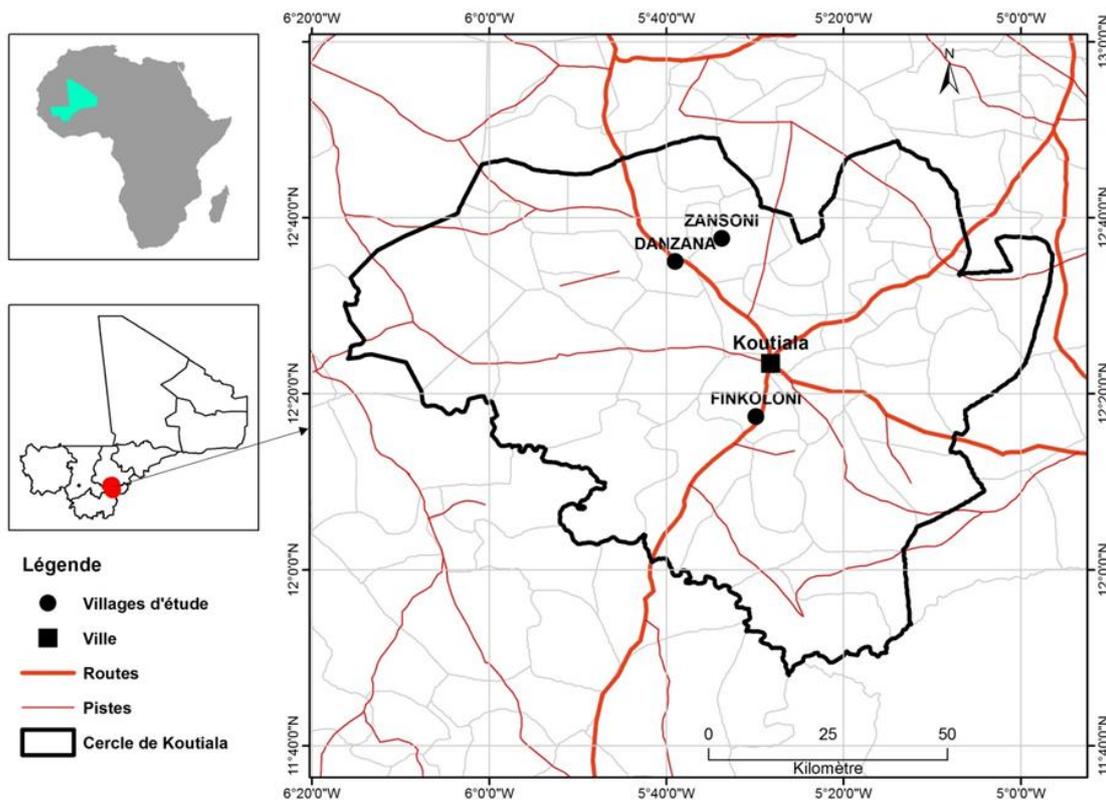


Figure 1 : Carte administrative du cercle de Koutiala

2-2. Méthodologie

2-2-1. Echantillonnage

Un échantillonnage de type aléatoire à stratification explicite a été utilisé. Un échantillon est prélevé au sein de chaque type d'exploitation (niveau d'équipement) à partir l'échantillon globale du village. A partir de la liste des exploitations de chaque village, un travail préliminaire a été fait avec les secrétaires des Coopératives des Producteurs de Coton (CPC) pour classer les exploitations par types. Ces secrétaires de CPC détiennent la liste globale des producteurs avec toutes les informations sur leurs exploitations. Il existe quatre types d'exploitations ou classes selon la typologie utilisée par la CMDT : les classes A (2 attelages complets, au moins une charrette, plus de 10 bovins, bonne maîtrise des techniques de traction animale), B (1 attelage, moins de 10 bovins, maîtrise des techniques de traction animale), C (attelage incomplet, maîtrise moyenne des techniques de traction animale) et D (pas d'attelage, non maîtrise des techniques de traction animale). Dans les villages enquêtés, il n'existe que trois classes (A, B, C). La taille de l'échantillon dépend du nombre d'exploitations par village. La **Formule** suivante a été utilisée pour déterminer l'échantillon :

$$E = N * P / 100 \quad (1)$$

E = nombre d'individus échantillonnés ; N = nombre d'UPA ; P : pourcentage de l'échantillon prévu.

Ainsi, un échantillon de 35 % a été pris à Zanzoni, soit 70 exploitations sur 200. Un échantillon de 30 % a été pris à Finkoloni, soit 40 exploitations sur 123. A Danzana, 30 exploitations représentant la totalité du village ont été enquêtées, eu égard au faible nombre d'exploitations de ce village. Le choix de la typologie utilisée par la CMDT est lié à deux critères de classification qui influencent beaucoup la capacité de gestion de la fertilité des sols par les producteurs à savoir : le niveau d'équipement, le nombre de bovins. Ce type d'échantillonnage permet aussi de comparer les résultats de différentes couches sociales. Pour la collecte des données, un questionnaire a été élaboré et adapté à une enquête individuelle où l'unité d'observation était le chef d'exploitation. Les enquêtes ont essentiellement porté sur la structure de l'exploitation, la gestion locale de la fertilité des sols cultivés, les techniques et pratiques de gestion des terres cultivées, les techniques de conservation des eaux et des sols, la perception sur la dégradation. Ces paramètres n'étant pas appréciés de la même manière par les grands producteurs et les petits producteurs, alors, toutes les classes sociales ont été prises en compte.

2-2-2. Conduite des enquêtes

Des Assemblées villageoises ont été d'abord organisées pour une large information des populations et l'acquisition des informations d'ordre général sur le sujet (**Photo 1**). Des focus groupes ont ensuite été organisés pour mieux cerner les généralités évoquées à l'assemblée générale.



Photo 1 : *Assemblée (a) et focus groupe (b) à Zanzoni, en 2017*

Des enquêtes individuelles auprès des chefs d'exploitation ont été ensuite conduites (**Photo 2**). Les enquêteurs au nombre de 3 étaient répartis par coopérative de producteurs de coton (CPC) et accompagnés par leurs secrétaires. Chaque enquêteur détenait la liste des exploitations à enquêter et déjà classées en types. Les enquêtes individuelles ont été faites de porte en porte et ont concerné les chefs d'exploitation ou le responsable des travaux en cas de non disponibilité du chef d'UPA.

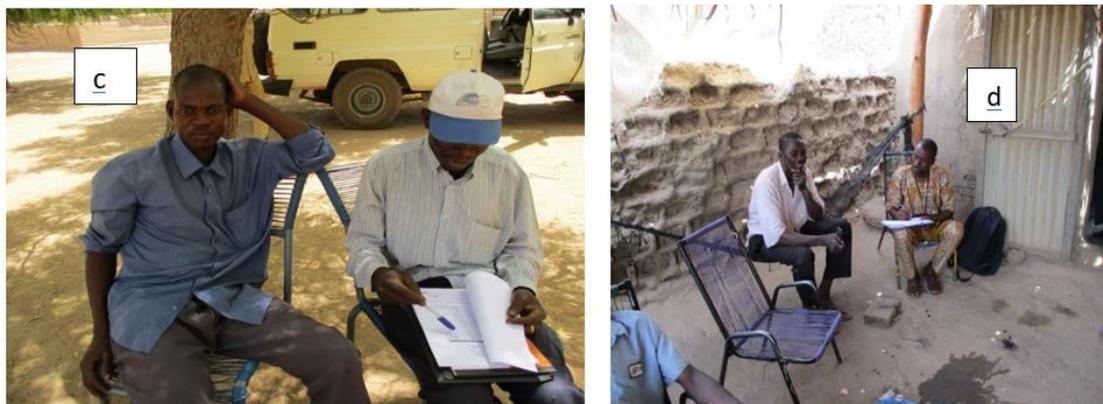


Photo 2 : *Enquêtes individuelles (c) et (d) à Zanzoni, en 2017*

2-2-3. Analyse des données

Les logiciels EXCEL et SPSS ont été utilisés. Le logiciel EXCEL a permis la saisie des données et la réalisation des graphiques à partir des tableaux générés par le logiciel SPSS.

3. Résultats

3-1. Travail du sol et rotation culturale

Le producteur a toujours fait un lien entre le sol et la culture. Suivant les propriétés physico chimiques du sol, telle ou telle culture est prioritairement implantée. La rotation des cultures prend en compte les exigences des cultures, le niveau de fertilité, la suppression des ennemis de la première culture de la rotation. Le travail du sol dépend en grande partie de la culture, mais aussi de du type de sol.

3-1-1. Travail du sol

Il ressort de nos enquêtes que le labour à plat est pratiqué par 84,3 % des producteurs contre 78,6 % pour le grattage, 37,9 % pour le billonnage et 36,4 % pour le semis direct. Cependant, le grattage occupe plus de superficies que les autres types de travail du sol, soit 43,6 % contre 31,9 % pour le labour, 10,1 % pour le billonnage et 14,5 % pour le semis direct (**Figure 2**). Les cultures sont prioritairement choisies en fonction des types de travail du sol. Pour le labour à plat, les cultures prioritaires sont le coton, le maïs avec respectivement 73,93% et 71,93% de producteurs. Le riz, l'arachide et le voandzou sont uniquement produits sur labour (**Figure3**). Le grattage est largement utilisé pour beaucoup de cultures mais, le mil et le sorgho sont les plus utilisés dans ce système avec 73,17 % et 73,13 % de producteurs respectivement. Quant au billonnage, il est généralement pratiqué pour le mil et sorgho avec 26,73 % et 34,27 % respectivement. Il est souvent pratiqué pour la culture du coton, l'arachide et d'autres cultures chez les producteurs moins équipés. Pour le semis direct, le mil et le sorgho sont les seuls concernés avec 33,10 % et 24,27 % respectivement.

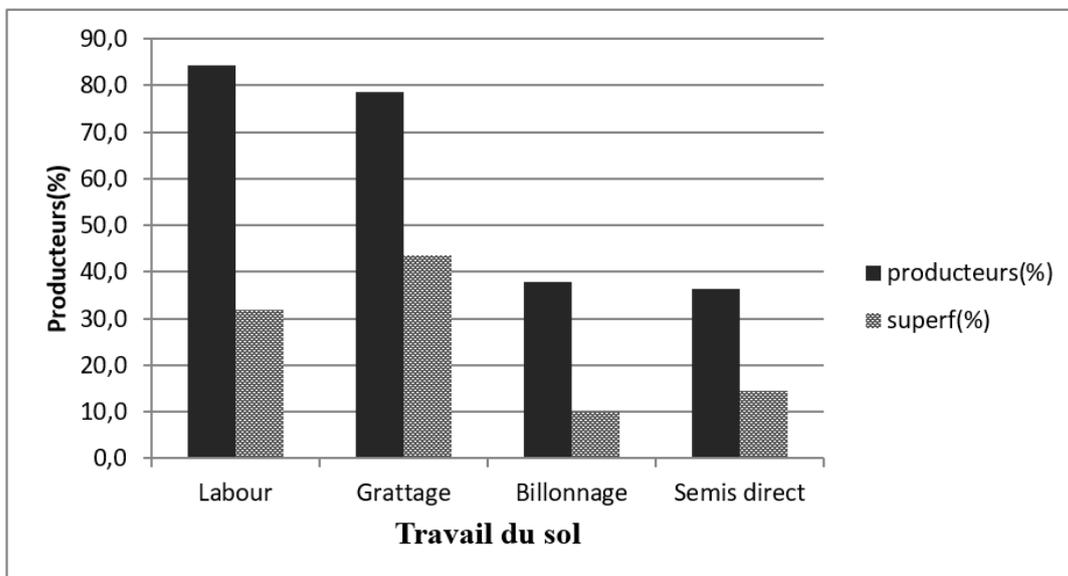


Figure 2 : Types de travail du sol pratiqués

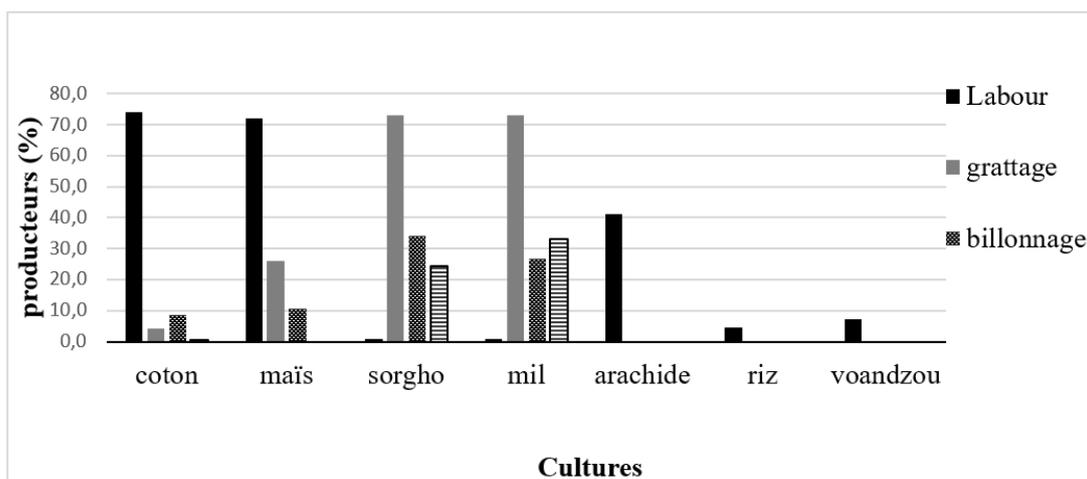


Figure 3 : Choix des cultures pour le type de travail du sol

3-1-2. Rotation culturale

Il existe trois modes de rotation dans la zone : la monoculture qui concerne généralement la culture du riz de bas-fond, la rotation biannuelle et la rotation triennale qui prennent en compte les autres cultures. Certains producteurs qui ont leurs champs sur différents terroirs (différents types de sols ou de topo séquences) pratiquent les trois modes de rotations : biannuel, triennal et la monoculture. Cependant, le mode triennal est le plus pratiqué avec 55,33 % de producteurs où le coton vient généralement en tête de rotation (**Figure 4**). Le mode biannuel a occupé 31 % puis, viennent respectivement les modes biannuel associé au mode triennal (11 %), triennal associé à la monoculture (2 %) et le biannuel associé à la monoculture (1 %). Cependant, l'utilisation des modes de rotation est différente selon les villages avec l'importance accordée à telle ou telle culture. C'est ainsi que le mode biannuel (coton-mil) occupe la première place à Finkoloni avec 46,2 %, contre 28,3 % pour le mode triennal (coton-maïs-mil/sorgho). Il ressort une grande utilisation du mode biannuel (coton-maïs) à Zanzoni avec 46 % contre respectivement 20 % et 18 % à Dansana et Finkoloni. L'utilisation du mode triennal (coton-mil-maïs) se trouve uniquement à Finkoloni avec 18 % des producteurs (**Figure 5**).

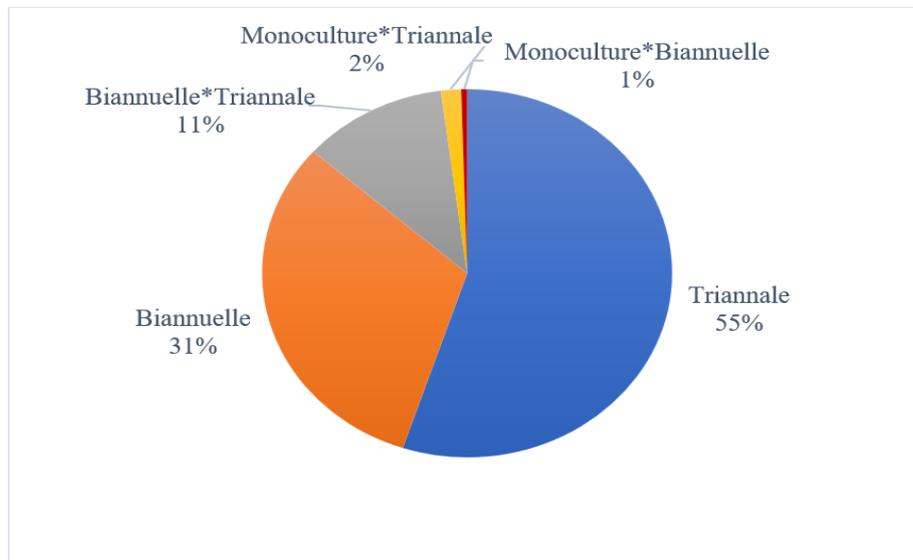


Figure 4 : Modes de rotation culturale dans la zone d'étude

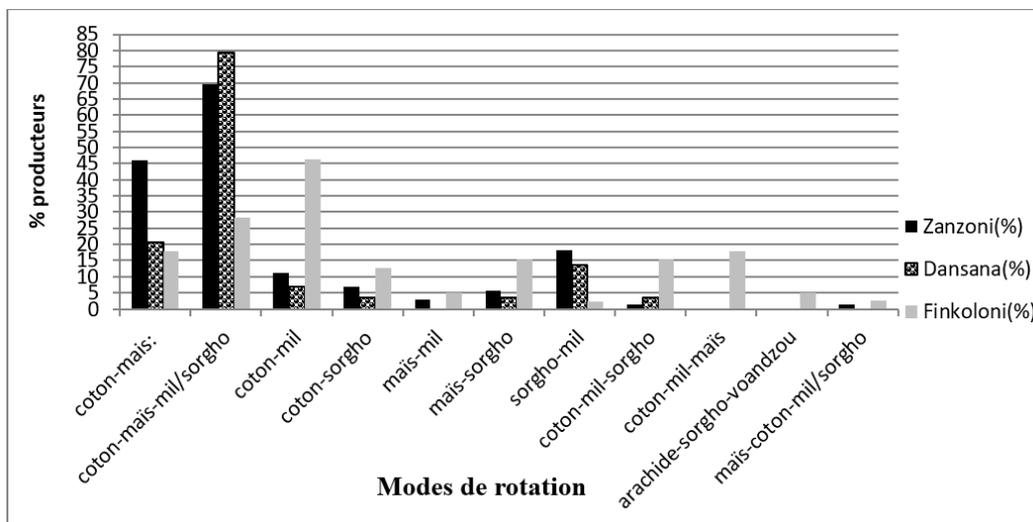


Figure 5 : Types de rotation dans chaque village d'étude

3-2. Utilisation de la fumure organique

La fumure organique reste l'élément le plus important dans la gestion de la fertilité des sols. Elle est pratiquement produite par 100 % des producteurs. Le niveau de production diffère selon le paysan (niveau d'équipement, taille du cheptel, superficie). Les résultats ont montré que cette production est en baisse (**Figure 6**). Il y a 20 ans, la quantité moyenne de fumure organique était importante soit 157 charretées en moyenne par producteur contre 117 en 2018, 121 en 2019 et 114 en 2020, soit une baisse de 25 % en 2018, 23 % en 2019 et 27 % en 2020.

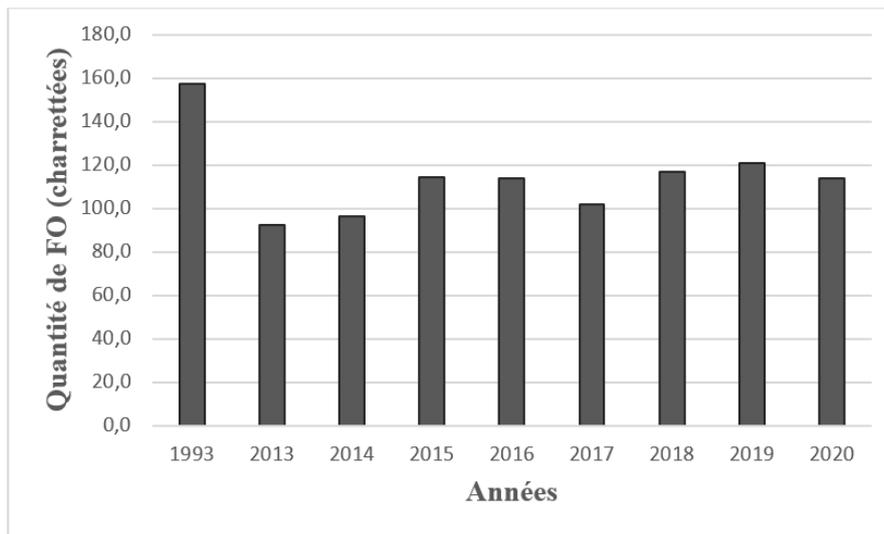


Figure 6 : Production annuelle de fumure organique

Légende : Qté = Quantité de fumure organique produite, FO : fumure organique

3-3. Utilisation des techniques de conservation des eaux et du sol

3-3-1. Connaissance des technologies

Il y a beaucoup de technologies de gestion de la fertilité des sols qui ont été vulgarisées en milieu paysan. Les producteurs de la zone ont une connaissance sur toutes ces technologies vulgarisées qu'elles soient toujours existantes ou pas. La haie vive est la technique la plus connue avec 86,4 % des producteurs. Elle est suivie des cordons pierreux (74,3 %), en suite viennent les ACNs et les bandes enherbées respectivement 14,3 % et 11,4 %, (**Figure7**).

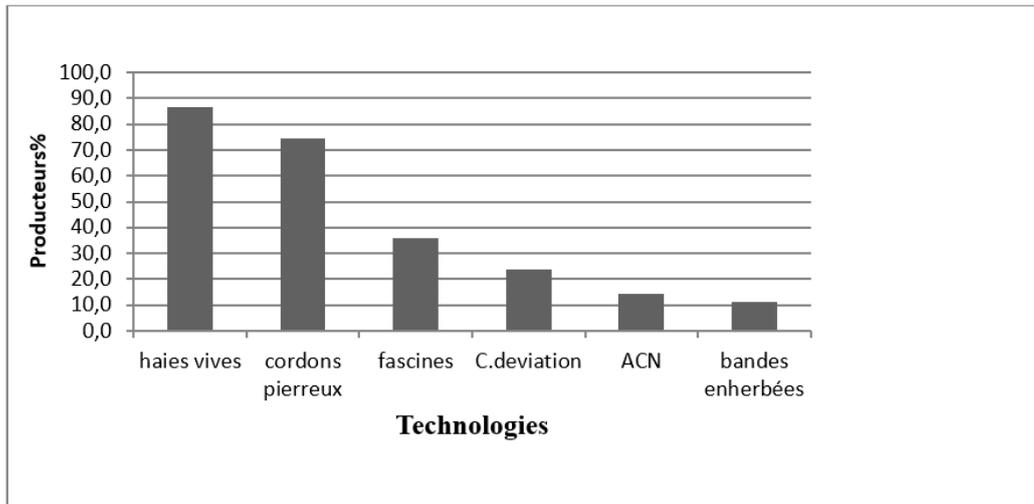


Figure 7 : *Connaissances des producteurs de la zone d'étude sur les technologies*

3-3-2. Adoption des technologies

Les différentes technologies énumérées ont été toutes testées dans la zone et sont reconnues efficaces dans la bonne gestion de la fertilité des sols. Cependant, certaines sont plus utilisées que d'autres pour des raisons relatives à chaque technologie. Les haies vives sont réalisées par 32,9 % des producteurs. Elles sont les plus utilisées pour des raisons d'accès facile à la semence, de rusticité des espèces utilisées (*jatropha curcas*), de développement rapide de la plante, d'utilisation des fruits de la plante, le double rôle de délimitation de parcelles et de conservation du sol. Pour cette technique, le rôle de délimitation est le plus important. Les fascines et les canaux de déviation sont bien adoptés et viennent en deuxième position après les haies vives 9,3 % chacune. Les canaux de déviation sont reconnus très efficaces et à longue durée. Ils demandent cependant un grand effort physique et de la main d'œuvre, ce qui fait limiter son utilisation. Les fascines sont simples, le matériau est sur place, efficace dans le remplissage des ravins mais, elles ne prennent pas en compte le ruissellement en nappe. Le matériau des fascines (tiges de céréales et de coton) est aussi utilisé dans le compostage et l'alimentation du bétail. Les technologies les moins utilisées sont les cordons pierreux, les bandes enherbées et les ACNs. Pour les ACNs, selon les paysans, il y a eu des séances de formation sur la réalisation de la technologie par l'ONG AMEDD dans certains champs où les producteurs de ces villages ont été invités pour assister, comprendre la technicité et l'importance de la technique dans la conservation des eaux et du sol. Malgré cette connaissance acquise, la technologie reste très peu utilisée dans les villages d'études à cause des contraintes liées à l'accès et la maîtrise du matériel technique et le coût de l'aménagement. Les cordons pierreux, vulgarisés il y a des décennies, sont plus réalisés dans les localités proches des plateaux pour un accès facile aux cailloux. Les producteurs ont affirmé leur efficacité dans la protection des sols mais, les contraintes relatives à l'accès du matériau, le moyen de transport du matériau et la main d'œuvre limitent l'utilisation de la technologie. Quant aux bandes enherbées, telles qu'elles sont décrites, ne sont pas bien connues. L'andropogon est l'espèce utilisée mais, elle est repiquée dans le champ pour obstruer les ravins, mais aussi aux bordures du champ soit à l'amont ou à l'aval. La principale contrainte d'utilisation de cette technologie est que, l'espèce est très appréciée par les animaux. De ce fait, en première année d'implantation où les plantules ne sont pas encore bien fixées, les animaux y causent des dégâts. Une cause de l'utilisation limitée des technologies a été le faible engagement des jeunes qui trouvent souvent que certaines technologies sont moins bénéfiques par rapport aux efforts fournis pour leur mise en place. Des combinaisons de technologies dans certaines exploitations comme des cordons pierreux et fascines, des haies vives et canaux de déviation, des fascines et ACN, des cordons pierreux des haies vives et des fascines ont

été recensées. Le niveau d'adoption diffère aussi selon les villages. Les haies vives et les fascines sont plus utilisées à Zanzoni que les deux autres villages avec 41,5 % pour les haies vives et 17,6 % pour les fascines contre 38,5 % et 10,3 % à Finkoloni et 37,9%, 13,8 % à Danzana. Les ACNs sont les plus utilisés à Finkoloni avec 7,7 % contre 1,4 % à Zanzoni et 0 % à Danzana (**Figure 8**). L'utilisation de la technologie dépend de la position topographique de la parcelle. Ainsi toutes les technologies sont réalisées uniquement sur des parcelles à pente, excepté les haies vives qui sont souvent rencontrées sur des parcelles à pente presque nulle. Les haies vives sur pente nulle servent de clôture et de délimitation plutôt que dispositif de lutte anti érosive.

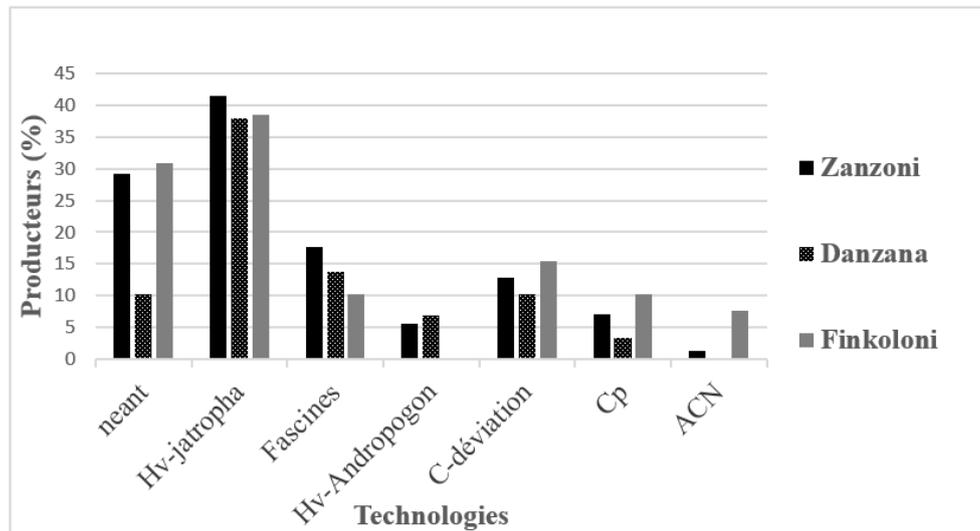


Figure 8 : Utilisation des technologies dans les villages d'étude

Légende : ACN = Aménagement en Courbes de Niveau, CP = Cordons Pierreux, C. déviatoin = canaux de déviatoin, Hv-Andropogon = Haies vives avec Andropogon

4. Discussion

4-1. Travail du sol et systèmes de culture

Les résultats ont montré que différents types de travail du sol sont pratiqués pour le semis dans la zone à savoir, le labour à plat, le grattage et le billonnage. Les producteurs selon leurs moyens de production et leur compréhension sur la dégradation des terres donnent la priorité à tel ou tel type de travail du sol. Ainsi, le grattage était le plus pratiqué à travers les superficies emblavées, ce qui s'explique par son effet moins dégradant, sa force de traction faible, mais surtout sa rapidité, le début de saison étant devenu une course contre la montre pour les producteurs en essayant de profiter au maximum des premières pluies pour installer les cultures. Pour une meilleure utilisation de la fumure organique, l'enfouissement des mauvaises herbes et un bon ameublissement du sol, le labour à plat est resté important dans la zone surtout dans la production du coton et du maïs qui sont très exigeants en fumure et entretien puis, la production de l'arachide et du riz. Quant au billonnage, il est généralement pratiqué pour les derniers semis de mil et de sorgho. Ceci s'expliquerait non seulement par sa rapidité, sa capacité d'enfouir les herbes mais surtout contre l'inondation du champ, les pluies étant abondantes en ces périodes. Cependant, le coton et le maïs sont parfois semés sur des billons chez des producteurs moins équipés. Pour une bonne conservation de l'humidité sous les cultures, un buttage est réalisé lorsque les cultures sont à la montaison. Ce buttage concerne les céréales et le coton, quel que soit le type de travail du sol réalisé au départ (pour le semis). Ainsi, en fin de campagne,

excepté les cultures secondaires comme l'arachide, le voandzou, le riz, le gombo, le dah et le niébé, toutes les cultures sont buttées. Cette pratique permet non seulement d'enfouir les mauvaises herbes, mais aussi de conserver l'humidité, atténuant ainsi les effets des poches de sécheresse sur les cultures. Ces types de travail du sol sont accompagnés d'un système de rotation des cultures que les producteurs utilisent pour mieux gérer la fertilité des terres, contrôler la productivité et éviter les ennemis des cultures. Quant à la rotation culturale, le type de rotation le plus fréquent est la rotation triennale avec coton-maïs-mil/sorgho. Ainsi, les cultures grandes consommatrices des nutriments comme le coton ou le maïs, sont généralement à la tête de rotation après une bonne fertilisation de la parcelle et la culture en fin de rotation est moins exigeante (mil) qui va profiter de l'arrière effet des cultures précédentes [20, 21]. Ce type de rotation triennale avec les cultures de coton, maïs et mil ou sorgho (coton-maïs-mil/sorgho) est le plus fréquent dans le système de culture au sud-ouest du Mali [22]. La parcelle ayant reçu la plus grande quantité de fumure organique, est semée en coton qui est un grand consommateur d'engrais et exigeant en entretien. Il est la culture de rente la plus importante dans la zone et demande un bon niveau de fertilisation pour mieux produire. Sa culture est appuyée par la Compagnie Malienne de Développement des Textiles (CMDT) à travers les intrants comme les engrais chimiques et les produits phytosanitaires. Le maïs comme le coton, est très exigeant en fertilisants et constitue la céréale pluviale la plus productive d'où sa grande contribution à la sécurité alimentaire. Le mil et le sorgho sont des cultures rustiques dont l'arrière effet de la fertilisation du coton et du maïs est parfois suffisant pour obtenir un bon rendement. Cependant, le mode de rotation biennale avec (coton- mil) est le plus pratiqué dans le village de Finkoloni. Le maïs en fin de rotation, reçoit une fertilisation organique supplémentaire pour le type (coton-mil-maïs) uniquement utilisé dans ce village de Finkoloni par 18 % des producteurs. Ce résultat montre à suffisance l'importance de la culture du mil dans ce village. Elle est la culture principale à cause de ses caractéristiques d'adaptation aux sols sableux et moins profonds très répandus dans le terroir de Finkoloni.

4-2. Utilisation de la fumure organique

La fumure organique produite est insuffisante pour fertiliser des terres assez appauvries. Selon les producteurs, il faut 90 à 100 charretées par hectare pour une fertilisation correcte. Cependant, elle est la première action de gestion de la fertilité des sols reconnue et pratiquée par presque tous les producteurs de la zone. La production de cette fumure organique est plus accentuée au nord du Mali-sud [20]. Cette fumure organique qui, à la fois, renforce la fertilité physique, chimique et biologique des sols, consolide le complexe argilo humique (CAH), libère les éléments nutritifs pour les plantes. Cependant, sa production est en baisse à cause de la réduction du cheptel par manque d'espace de pâturage, entraînant les grands troupeaux vers le sud, le multiple usage des tiges de mil et coton qui sont non seulement utilisées dans le compostage, mais aussi dans l'alimentation du bétail [23]. La réduction des herbacées de haute taille qui étaient compostées en septembre en est une cause. Ces contraintes seraient la conséquence de l'augmentation des superficies emblavées occupant l'espace, et les diverses sécheresses jouant sur la qualité de la biomasse à composter. La quantité de fumure organique produite reste insuffisante pour une fertilisation normale des terres cultivées.

4-3. Utilisation des technologies de conservation des eaux et des sols

De nombreuses technologies ont été introduites dans la zone de Koutiala dont les producteurs ont connaissance. Les plus répandues et connues par la majorité des producteurs sont celles qui ont été vulgarisées il y a plusieurs décennies. C'est ainsi que les haies vives, les cordons pierreux, et les fascines ont été les plus répandus même si dans la pratique, les cordons pierreux sont moins représentés dans certains terroirs à cause de l'accès difficile aux matériaux. Cependant, la connaissance des technologies ne suit pas leur adoption. En fonction des conditions socioéconomiques, des techniques sont ignorées, ou modifiées [24 - 26]. Cependant, une étude a montré qu'en plus du niveau d'équipement, le nombre d'actifs et le sexe influent sur l'adoption d'une technologie dans la zone cotonnière de Dano au Burkina Faso [27]. Au Mali, le

taux d'adoption des techniques de lutte antiérosive est en général inférieur à 50 % [28]. Certaines technologies sont plus adoptées que d'autres à cause de leurs critères spécifiques qui sont appréciés par le producteur. Des études au Cameroun ont montré que le facteur principal de réticence des producteurs à adopter les variétés améliorées de semence hybride est la compatibilité des conditions d'utilisation de ces variétés avec les systèmes de production des agriculteurs [39]. Donc, la prise en compte de la situation socioéconomique est importante car, pouvant influencer l'adoption des technologies. Aussi, si la rentabilité d'une technologie est peu pertinente par rapport aux efforts ou aux contraintes de son utilisation, elle est vite abandonnée. Ainsi, les paysans n'acceptent un effort supplémentaire en utilisant une technologie que s'ils constatent une amélioration de la productivité du travail à court terme [30]. C'est le cas des cordons pierreux qui sont peu utilisés à cause de l'accès difficile aux pierres, la pénibilité de la réalisation des cordons. Par contre, les haies vives qui sont les plus utilisées, sont appréciées pour leur multiple rôle (délimitation, anti érosif et utilisation des graines dans le cas du jatropa), l'installation à long terme, la réussite facile de la semence. Des résultats contraires ont été obtenus dans le centre du Burkina Faso, où les technologies les plus répandues étaient les cordons pierreux le zai et les bandes enherbées avec respectivement 57 %, 23 % et 67 % contre 21 % pour les haies vives [31].

5. Conclusion

Cette étude révèle la disponibilité de plusieurs technologies avec une utilisation limitée, principalement, pour des raisons d'adaptation aux conditions socioéconomiques. Cependant, la haie vive est largement utilisée avec 86,4 % des producteurs. La quantité de fumure organique produite par exploitation a baissé et reste insuffisante pour une fertilisation correcte des sols. Dans la pratique de gestion de la fertilité des sols, plusieurs types de rotation culturale sont utilisés dont, le type triennal est de loin le plus utilisé avec le mode coton-maïs-mil/sorgho (55 %) et le grattage, comme travail du sol, a occupé plus de superficies (43,6 %). L'étude a permis de comprendre les pratiques paysannes de gestion de la fertilité des sols, mais aussi d'observer une adoption limitée de certaines technologies dans ces villages malgré leur performance. De ce fait, les acteurs du monde rural doivent multiplier les approches avec les producteurs pour une meilleure adaptabilité des technologies aux conditions socioéconomiques de cette zone d'étude.

Remerciements

Mes remerciements vont à l'endroit du Comité National de Recherche Agricole (CNRA), qui a soutenu financièrement cette étude et à l'Institut d'Economie Rurale (IER) qui m'a non seulement autorisé à réaliser cette étude, mais m'a aussi soutenu techniquement. Je remercie tous ceux qui ont contribué à la réalisation de cette étude en particulier mon Directeur et Co-Directeur de thèse

Références

- [1] - FAO, "Country Fact Sheet on Food and Agriculture Policy Trends", (2017)
- [2] - USAID, "Mali Agricultural Sector Assessment". Michigan State University Food Security Team Department of Agricultural, Food and Resource Economics. https://www.canr.msu.edu/afre/uploads/files/Staatz/MSU_Mali_Ag_Sector_Assessment_2011-3.pdf, (2011)
- [3] - H. BREMAN and J. J. KESSLER, "Role of Woody Plants in Agro-Ecosystems of Semiarid Regions, with an Emphasis on the Sahelian Countries". Advanced Series in *Agricultural Sciences*. Springer, Berlin, 340. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-79207-6>, (1995)
- [4] - V. N. VAN DUIVENBOODEN, M. PALA, C. STUDER et C. L. BIELDERS, "Cropping Systems and Crop Complementarity in Dryland Agriculture", A Review. Netherlands *Journal of Agricultural Science*, 48 (2000) 213 - 236. [https://doi.org/10.1016/S1573-5214\(00\)80015-9](https://doi.org/10.1016/S1573-5214(00)80015-9)
- [5] - K. TRAORE et B. Z. BIRHANU, "Soil Erosion Control and Moisture Conservation Using Contour Ridge Tillage in Bougouni and Koutiala, Southern Mali". *Journal of Environmental Protection*, 10 (2019) 1333 - 1360. DOI : 10.4236/jep.2019.1010079, (2019)
- [6] - J. GIGOU, K. TRAORE, F. GIRAUDY, H. COULIBALY, B. SOGOBA and M. DOUMBIA, "Aménagement paysan des terres et réduction du ruissellement dans les savanes africaines". *Cahiers Agricultures*, 15 (2006) 116 - 122
- [7] - E. ROOSE et G. DE NONI, "Apport de la recherche à la lutte antiérosive, Bilan mitigé et nouvelle approche", ORSTOM, (1998) 14 p.
- [8] - Y. NGONDJEB, P. NJE et M. HAVARD, "Déterminants de l'adoption des techniques de lutte contre l'érosion hydrique en zone cotonnière du Cameroun, Recherche Innovation-Agriculture Elevage", (2011) 12 p.
- [9] - Z. BASSOLE, I. P. YANOGO et F. T. IDANI, "Caractérisation des sols tropicaux lessivés et des sols Bruns eutrophes tropicaux pour l'utilisation agricole dans le bas-fond de Goundi-Djoro (Burkina Faso)", *International Journal of Biological and chemical Sciences*, 17 (1) (2013) 20 p.
- [10] - R. ZOUGMORE, K. OUATTARA, A. MANDO et B. OUATTARA, "Rôle des nutriments dans le succès des techniques de conservation des eaux et des sols (cordons pierreux, bandes enherbées, zaï, demi lunes) au Burkina Faso", *Science et changements planétaires*, 15 (1) (2004) 6 p.
- [11] - I. OUATTARA, Y. DIARRA et S. MARIKO, "Etude des Impacts des Changements Climatiques sur les Activités Agricoles dans la Commune Rurale de Mafouné, Cercle de Tominian, Région de Ségou au Mali", *European Scientific Journal*, Vol. 15, N°11 (2019) 24 p.
- [12] - C. UMUTONI et A. A. AYANTUNDE, "Evaluation of feed ressources in mixed crop-livestock systems in the Sudano-Sahelian zone of Mali", (2014) 19 p.
- [13] - J. GIGOU, K. TRAORE, L. COULIBALY et B. WENNINK, "Aménagement des champs pour la culture en courbe de niveau au sud du Mali", Risques d'érosion et les premières techniques de lutte au Mali, *Agriculture et développement*, N° 14 (1997) 11 p.
- [14] - M. A. APO, A. SEIDOU et I. BALOGOUN, "Evaluation de la performance des pratiques de gestion de la fertilité des sols dans le bassin de la Rivière Okpara au Bénin", *Scientific journal european*, Vol. 12, N° 33 (2016) 21 p.
- [15] - IER, "Elaboration d'un plan national d'actions pour la gestion de la fertilité des sols au Mali", synthèse des rapports d'étude, (2001) 38 p.
- [16] - INSTAT, "Mali - Recensement Général de la Population et de l'Habitat, Répertoire des villages", (2013) 318 p.
- [17] - M. SOUMARE, D. BAZILE, M. KOURESSY, M. VAKSMANN, K. DIALLO et C. H. DIAKITE C, "Diversité agroécosystémique et devenir des céréales traditionnelles au Sud du Mali", Caractérisation de l'agrobiodiversité de l'agrosystème aux gènes, *Cahiers agricultures*, 17 (2) (2008) 19 - 85

- [18] - CIRRED, "Bilan des changements climatiques passés et futures au Mali", Rapport pour action contre la faim, (2009) 42 p.
- [19] - A. Traoré, M. Soumaré, J.F. Bélières, "Quelles évolutions des systèmes de production céréaliers au Mali ? Enjeux liés à la production", *GRAIN DE SEL*, (2011) 54 - 56
- [20] - D. IBRAHIM, "Production et utilisation de la fumure organique », fiche synthétique d'information", (1994) 19 p.
- [21] - F. SISSOKO, D. COULIBALY et P. DUGUE, "Evaluation de l'arrière effet de la culture du coton sur la production céréalière en zone cotonnière du Mali », *AGRAR*, (2013) 149 - 160
- [22] - B. N. SIMPSON, "Adoption et adaptation de techniques agricoles innovantes dans le sud-ouest du Mali", (2000) 23 p.
- [23] - M. BLANCHARD, "Gestion de La Fertilité Des Sols et Rôle Du Troupeau Dans Les Système Coton-Céréale-Élevage Au Mali-Sud". Thèse de Doctorat. Université Paris-Est Créteil, Val De Marne, (2010) 301 p.
- [24] - F. MARAUX, P. DUGUE et F. GANRY, "Amélioration de la fertilité du sol et réhabilitation des terres dégradées : dynamiques socio-techniques en zones sèches d'Afriques de l'ouest et du centre". *Agricultural innovation in dryland Africa : What are the key drivers for success*, (2007) 22 - 24
- [25] - J. G. SOULEYMANE, "Recensement des pratiques et analyse des freins à l'adoption de l'agroécologie au Burkina Faso", *nitidae*, filière et territoires, (2019) 13 p.
- [26] - K. SANOU et B. A. SOULE, "Contraintes d'adoption des technologies de gestion de la fertilité des sols en riziculture irriguée au sud du Togo, Adoption des technologies en riziculture irriguée au Togo", *Agronomie Africaine* : Institut Togolais de Recherche Agronomique (ITRA), 29 (2) (2017) 8 p.
- [27] - F. NOUFE, K. COULIBALY, A. KAMBOU et *al.*, "Analyse agroéconomique des technologies de maintien et d'amélioration de la fertilité des sols dans la zone cotonnière de Dano (Burkina Faso)», *Tropicultura*, (2018) 14 p.
- [28] - MDR (Ministère du développement rural), "Plan national pour la gestion intégrée de la fertilité des sols au Mali", (2002) 82 p.
- [29] - M. TENE, G. LAURE, L. TEMPLE et M. HAVARD, "Les déterminants de l'adoption d'innovations techniques sur maïs au Cameroun, une contribution à la sécurité alimentaire", *AGRAR*, (2013) 14 p.
- [30] - M. POUYA, B. SAWADOGO, M. O. OUEDRAOGO et *al.*, "Déterminants socioéconomiques de la dégradation des sols et de l'adoption des technologies de gestions de la fertilité des sols selon les perceptions paysannes dans les zones cotonnières du Burkina Faso", *Asian of Science and Technologie*, 11 (06) (2020) 11003 - 110011
- [31] - M. B. BOUYA, M. BONZI, Z. GNANKAMBARY, K. TRAORE, J. S. OUEDRAOGO, A. N. SOME et M. P. SEDOGO, Pratiques actuelles de la gestion de la fertilité des sols et leurs effets sur la production du cotonnier et sur le sol dans les exploitations cotonnières du centre et de l'ouest du Burkina Faso, *Cahiers Agricultures*, Vol. 22, N° 4 (2013) 282 - 292