

Etude comparative de différents modes de production de compost dans les conditions soudano-sahélienne du Mali (cas de Katibougou)

Sidiki Gabriel Dembélé*, Alou Coulibaly, Aliou Badara Kouyate, Boureima Camara
Institut Polytechniques Rural de Formation et de Recherche Appliquée de Katibougou, Koulikoro, Mali,

*Auteur correspondant : sidikigabriel@gmail.com

RESUME : Les exploitants agricoles familiaux restent assujettis de la disponibilité et de l'accessibilité des intrants agricoles en général et de façon spécifique des sources de nutriments végétaux essentiellement importés. Cette tendance ne milite guère en faveur d'une production et d'une productivité continue et soutenue des exploitations agricoles familiales. Une des alternatives peu onéreuses semble être la valorisation qualitativement et quantitativement des sources locales de nutriments végétaux d'où l'initiation de cette activité intitulée : « étude comparative de différents modes de production de compost dans les conditions soudano-sahélienne du Mali : cas de Katibougou ». L'activité a mis en compétition les dispositifs en silo, fosse et tas. Les paramètres observés sont la température, l'humidité, l'aération, le taux de germination, l'accumulation de la matière sèche, la quantité du compost produit et certaines caractéristiques du sol des dispositifs en fosse et en tas. Les résultats réalisés indiquent une performance du dispositif de production de compost en silo comparativement en fosse et tas. La dynamique de la température du silo est moyenne par rapport à la fosse et le tas, la quantité d'eau moyenne consommée des silos, des fosses et du tas est respectivement 3980 L, 4356 L et 2520. Le non retournement du silo est un grand avantage du point de vue main d'œuvre ainsi que la récupération et la réinjection du jus du compost dans le silo. La perte élevée de l'azote horizontalement avec un écart de 5%.

Mots clés : mode, compost, silo, fosse et tas

1. INTRODUCTION

Les systèmes de production de l'Afrique de l'Ouest sont marqués par une stagnation des rendements, un recul des productions agricoles et un problème de maintien de la fertilité des sols.

Aujourd'hui, la dégradation des sols, caractérisée par une baisse de leur fertilité et conséquemment de celle des rendements des cultures, est devenue une contrainte majeure dans tous les écosystèmes et une grande préoccupation aussi bien des producteurs que des autorités.

Malgré de nombreux efforts déployés, depuis quelques années, pour enrayer le processus de dégradation des sols, le phénomène persiste et devient de plus en plus inquiétant.

Les pertes et dégradations des terres ont des conséquences énormes : une misère pour les petits exploitants africains ; une baisse de la sécurité alimentaire et une stagnation au développement.

Les engrais minéraux sont des facteurs clés pour accroître les rendements des cultures dans le cadre des systèmes intégrés de nutrition des végétaux. Cependant leurs applications ne sont jamais suffisantes pour améliorer les rendements et maintenir en état la fertilité des sols 10 à 20kg/ha [1], [2]. Leur faible utilisation sinon inexistante pour les céréales de culture sèche résiderait principalement dans le rapport de prix extrêmes défavorable qui existe entre eux et les produits agricoles [3], [4] ; Etant donné que la gravité du problème de l'épuisement des sols en éléments fertilisants et

l'importance de maintenir sinon d'améliorer la fertilité de la terre pour parvenir à un développement agricole durable ; l'élévation de la productivité agricole fondée uniquement sur les engrais minéraux n'est pas une solution viable à long terme .

Cependant, les facteurs qui concourent à l'obtention du rendement sont en étroite interdépendance et très largement dominés par l'évolution du stock organique des sols. Ces bilans organiques globalement sont négatifs 2-4%/an.

Dès lors, les alternatives de maintien de la productivité des sols sont entre autres l'utilisation de la matière organique (fumier, compost) et l'emploi des engrais minéraux et la restitution des résidus de récoltes au sol [5],[6] . Cependant, force est de reconnaître que ces pratiques soient limitées par la non disponibilité du fumier suite à la difficulté d'intégration de l'agriculture à l'élevage, la qualité et la quantité du compost produit, le prix exorbitant et sans cesse croissant des engrais minéraux et la qualité (poids, teneur en éléments nutritifs) des engrais chimiques ; et le faible revenu des producteurs [7], [8], [9]. Par ailleurs, dans les villes africaines, avec une consommation plus grande et plus diversifiée, la production des déchets ne cesse d'augmenter en quantité et en qualité engendrant ainsi d'énormes risques sur l'environnement et, par conséquent sur la santé de la population. Ces déchets contiennent pourtant de proportions énormes de matières compostables, que ce soit des déchets agricoles ou environnementaux [10], [11]. Cependant,

l'amélioration de la production et l'utilisation de la fumure organique sont contrariées par plusieurs facteurs qui sont entre autres : insuffisance des matériels de travail , manque de main d'œuvres, d'insuffisance d'eau, de bétails dans les exploitations et notamment de la concurrence entre la production du fumier et les petites activités génératrices des actifs [12]. Selon [13], [14], divers modes de production du compost existent, donnant des produits de nature et de composition d'éléments fertilisants variables Pour contribuer à mieux valoriser les matières organiques et identifier le ou/les meilleurs modes de production des fumures organiques moins contraignant et permettant d'obtenir des matières organiques de quantité et de qualité, que la présente étude sur la comparaison de différents modes de production de compost dans les conditions soudano-sahélienne du Mali (cas de Katibougou) a été initiée.

II.OBJECTIFS

2.1.Objectif général

Contribuer à promouvoir la production de l'engrais organique quantitativement et qualitativement à travers la valorisation des ressources organiques locales biodégradables.

2.2. Objectifs spécifiques

*Mettre en évidence l'impact du mode de compostage sur la qualité du produit.

*Déterminer le meilleur mode de production de compost.

III.MATERIEL ET METHODES

3.1. Matériel

3.1.1. Matériaux organiques utilisés

☞ La balle de riz du Grand Moulin du Mali

C'est l'enveloppe externe du grain de riz. Coproduit issu du décorticage du riz par simple abrasion et n'ayant subi aucune transformation chimique. Il a été récupéré suite à une commande au grand moulin de Koulikoro faite par l'administration de l'IPR/IFRA.

☞ Sciure de bois du Caïcédrat (*Khaya senegalensis*)

Les copeaux sont acides, mais sont compostables sans problème. Les branches déchiquetées des arbres à feuilles caduques sont excellentes, car elles sont très riches en protéines. Le rapport C/N des copeaux et sciures est entre 60 à 120. Elle a été récupérée vers la sortie de l'école en allant vers Koulikoro.

☞ Fiente de volaille de la Ferme agricole

Les fientes de volailles sont des excréments purs de couleur brune, produits par les poules pondeuses élevées sans litière. Ces matières ne doivent donc pas être confondues avec les fumiers qui sont des produits mixtes issus des élevages sur paille. Ce sont des produits pâteux à secs dont la teneur en matière sèche, variable selon leur état de déshydratation, est au moins égale à 20% (en deçà de ce seuil on les rattache à la catégorie des lisiers).

☞ Contenu estomac al des ruminants de l'abattoir de Sabalibougou « Courani » (Bamako)

Le contenu stomacal des ruminants contribue à la fabrication de compost. Il est souvent mélangé à d'autres déchets comme dans notre cas mélangé avec le sang. Aujourd'hui se procurer de ce produit s'avère difficile. Nous nous sommes procurés à l'abattoir de Sabalibougou Courani à Bamako près de l'hôpital du Mali.

☞ Compost mûr d'une année

Ce compost d'un an a été utilisé comme catalyseur. Il a été récupéré au secteur d'élevage de l'IPR-IFRA de Katibougou dans les anciennes fosses.

Dans le tableau 1 sont consignés les teneurs des matériaux en azote avant le compostage

Tableau 1: Teneur en azote des matériaux utilisés

Matériaux	Azote total %
Sciure de bois	0,48
Balle de riz	0,20
Fiente de volaille	5,68
Contenu estomacal	1,18
Compost d'un an	0,04
Ratio (mélange)	0,45

3.1.2. Outils

Les outils utilisés sont la brouette, le seau, la pelle, la pioche, le plastique noir, le mètre ruban, la balance, le thermomètre, le râteau, les bâtons, la barre de fer, la machette, le raccord, la daba, la tarière, les sacs, le gobelet et les pots à essai.

3.2. Méthodes

3.2.1. Facteur étudié et traitement : Le facteur étudié était le mode de production du compost, pris à trois niveaux de variation, qui constituaient les traitements : T1=production en fosse ; T2= production en tas et T3= production en silo.

3.2.2. Dispositifs de compostage

3.2.2.1. Aménagement des dispositifs de compostage

- confection des fosses :

Trois fosses d'un 1m³ (1,0 m X 1,0 m X 1,0 m) chacune, ont été creusées. Deux (2) bâtons sont placés aux deux extrémités du tas afin d'intensifier l'air au sein du compost.

-Confection du tas

Le tas construit avait pour longueur 3.8 m, 1.5 m de largeur et 1 m de hauteur. Une rigole de 5 à 10 cm de profondeur, a été creusée autour du tas , de forme rectangulaire pour éviter le ruissellement des nutriments lors de l'arrosage. Les côtes du tas sont inclinés avec une forme en rempart, plus basse et plus

large. Deux (2) bâtons sont placés aux deux extrémités du tas afin d'intensifier l'air au sein du compost.

- Trois silos : 1,0 m X 1,0 m X 1,0 m

Les silos utilisés pour le compostage avaient la forme d'un carré (1 m x1m) avec une hauteur de 1m chacun.

3.2.2.2. Conduite du processus de compostage

- Mélange des matériaux

Les matériaux ont été préalablement mélangés avant d'être mis dans les dispositifs de compostage selon les ratios mentionnés et les quantités respectivement dans les tableaux 2 et 3.

Tableau 2 : Les ratio de mélange des matériaux

Ratio de mélange	Contenu estomacal	Fiente de volaille	Balle de riz	Sciure de bois	Ancien compost
Contenu estomacal	1,00	2,83	3,29	5,08	6,71
Balle de riz	0,30	0,86	1,00	1,54	2,03
Nombre de brouettés	½	2	5	3	1

- Remplissage des dispositifs de compostage

Cette activité a été réalisé par couche de 15 cm d'épaisseur par matériau suivi d'un arrosage en abondance d'eau. Des bâtons d'aération ont été introduits dans les fosses et le tas. Chaque dispositif était recouvert de plastique noir après le remplissage. Une semaine après, les battons d'aération ont été enlevés et les trous laissés par ces derniers contribuent à augmenter l'oxygénation au sein du compost. Les quantités de matériaux et d'eau utilisés lors du remplissage sont portées dans le tableau 4 ci – dessous.

Tableau 4 : Quantités de matériaux (kg) et d'eau (l) par mode de compostage lors du remplissage

Dispositif de production	Matériau mélangé (kg)	Eau (L)
Production en fosse	2520	2004
Production en tas	1064	1104
Production en silo	2996	2316

Tableau 3: Quantités des matériaux en nombre de brouettés et en kg

Matériaux	Nombre de brouetté	Poids d'une brouettée (kg)	Poids total (kg)
Balle de riz	109	12	1308
Sciure de bois	54	37,4	2019,6
Ancien compost	36	74	2664
Contenu estomac ale	16	24,8	396,8
Fiente de volaille	37,5	30	1125
Total	252,5	-	7513,40

-Suivi – évaluation

Ce suivi –évaluation a porté surtout sur les mesures le contrôle de la température, de l'humidité et de l'aération et sur le retournement.

***Mesure de température**

La température du milieu ambiante se mesurait parallèlement à celle de chaque dispositif le matin à 08h, dans l'après-midi à 13h et le soir à 18h.

***Taux d'humidité**

Le Test dit '**la poignée de main**' a été utilisé pour contrôler le niveau d'humidité du compost. Pour cela, il fallait prendre une poignée de compost, la presser et l'observer. Trois cas de figure se présentaient : une forte teneur en eau, quand l'eau coulait entre les doigts ; une humidité normale, lorsqu'il n'y a pas d'eau ou très peu qui coule entre les doigts et qu'une boule de compost se conserve après l'ouverture de la main et enfin un compost sec, s'il n'y a pas d'eau qui coule et le compost s'effrite après l'ouverture de la main.

Lorsqu'un taux d'humidité élevé se constatait, les plastiques étaient enlevés afin d'augmenter l'aération où la partie superficielle était piochée. A l'inverse, en cas de manque d'eau, l'arrosage s'effectuait.

*** Aération**

Le contrôle de l'aération se faisait à partir de la manifestation d'apparition de toile de moisissure sur le compost.

*** Retournement**

**L'opération du retournement au niveau des fosses et du tas consistait à découper le contenu des dispositifs en deux parties (partie inférieure et partie supérieure) et à mettre au fond la partie supérieure et la partie inférieure était mise en haut.

**Pour les silos, le retournement n'était pas nécessaire parce qu'ils contenaient déjà des trous d'aérations.

3.2.3. Evaluation de la maturité du compost

Un test de germination du maïs sur des échantillons de compost prélevés à partir de chaque mode avec comme témoin le sable, a été réalisé, afin d'évaluer la maturité des composts. Chaque échantillon a été mis dans des pots

requis au test. Chaque compost et le témoin était répété trois fois. 10 graines de maïs est semée dans chaque pot. Les photos 1 et 2 ci-dessous illustrent respectivement le dispositif et l'évolution des plants de maïs pendant ce test.

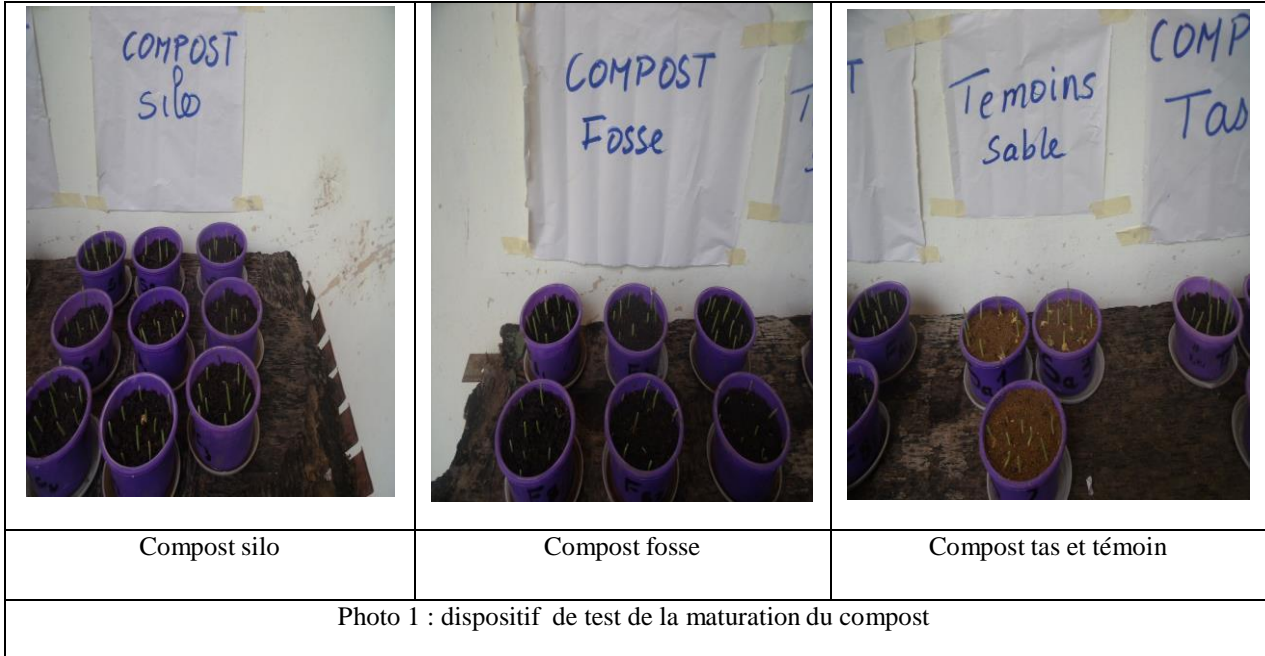


Photo 2: Test (biologie) de maturité du compost sur le maïs

3.2.4. Déchargement des dispositifs et stockage du compost

3.2.4.1. Décharge et séchage

Une fois la maturité constatée à travers le test de maturité, les dispositifs ont été déchargés et les composts sont étalés sous des hangars et étaient remués périodiquement en vue d'atteindre une teneur d'humidité acceptable jusqu'à son utilisation dans les champs.

3.2.4.2. Conditionnement

Le séchage partiel sous les hangars a été suivi de l'ensachement du produit.

IV. RESULTATS

Les résultats réalisés portent sur la température, l'humidité, l'aération, le taux de germination, l'accumulation de la matière sèche, la quantité du compost produit et certaines caractéristiques du sol des dispositifs en fosse et en tas.

4.1. La température

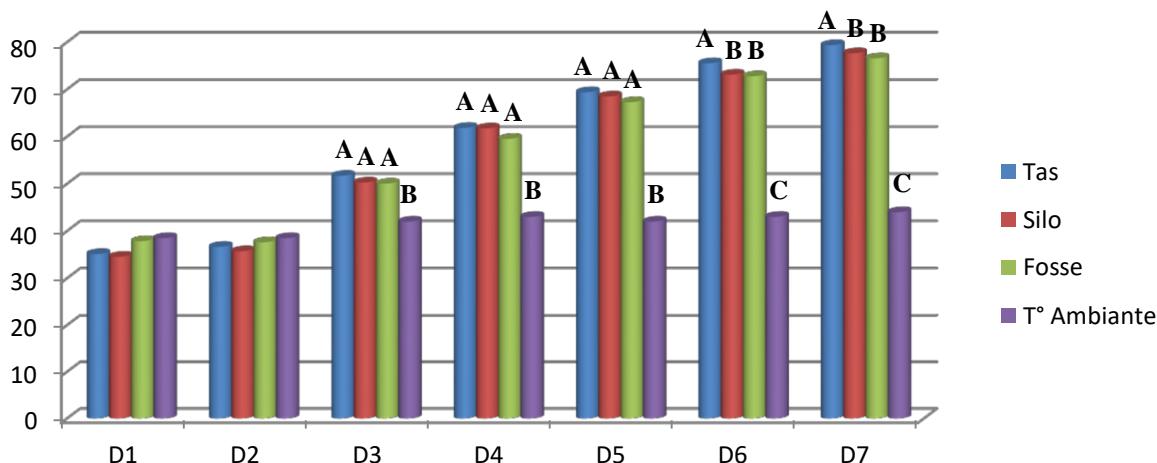


Figure 1 : L'évolution de la température moyenne dans les dispositifs de la 1^{ère} à la 7^{ème} décade

4.2. Humidité et aération

Ces paramètres de contrôle du processus de compostage ont été suivis pour la prise de dispositions requises au bon déroulement de l'activité biologique. la quantité totale d'eau utilisée durant tout le processus de compostage (litres) pour le maintien de l'humidité dans les composts se trouvent dans le tableau 4.

Tableau 4 : la quantité totale d'eau utilisée durant tout le processus de compostage (litres)

Arrosage	Silo			Fosse			Tas	TOTAL
	S1	S2	S3	F1	F2	F3		
TOTAL partiel	1164	1200	1620	1812	1428	1116	2520	10860
Totaux	3984			4356			2520	10.860

La physionomie des résultats de données collectées sur la température s'illustre à travers la figure 1. Nous constatons que les deux premières décades n'indiquent pas une différence statistiquement significative entre les dispositifs de compostage et la température ambiante. Cette tendance pourrait s'expliquer par la caractéristique de la phase froide de démarrage du processus de compostage à travers la faible densité de la population microbienne et leur adaptation aux facteurs humidité, aération et température à l'intérieur du substrat. La température des dispositifs de compostage se distinguent statistiquement de la température ambiante dès la troisième décade et ce jusqu'au septième. Cette distinction met en évidence deux groupes homogènes de la 3^{ème} à la 5^{ème} décade, dont le premier est constitué par les composts et le deuxième par la température ambiante. Les 6^{ème} et 7^{ème} décades mettent en relief la température la plus élevée pour le dispositif de compostage en tas (groupe homogène 1), suivis par la fosse et le silo (groupe 2) et la température ambiante était la plus basse (groupe 3) (voir figure 1).

Cette tendance tirerait son origine de la densité croissante de la population microbienne en général dans les composts

4.3. Germination et l'accumulation de la matière sèche

Les résultats des données collectées sur la germination et l'accumulation de la matière sèche s'illustrent à travers le tableau 6.

Tableau 6 : effet du compost sur la germination et l'accumulation de la matière sèche

Dispositifs	Energie germinative	Pouvoir germinatif*	Poids frais	Poids sec
	%		g	
Silo	90,6	95	57,23	4.84 A
Fosse	87,3	95,3	47,54	3.87 B
Tas	96	100	56,79	3.93 B
Témoin sable	90	96	44,27	4.75 A

Les résultats du pouvoir germinatif semblent conclure dans l'intérêt de la maturité du compost. Les résultats des données collectées sur l'accumulation de la matière sèche mettent en évidence une différence statistiquement hautement significative à travers deux groupes homogènes. Les catégories de ces groupes (groupe I : silo et témoin sable ; groupe II : tas et fosse) sembleraient indiquer une maturité du compost du dispositif en silo plus avancée par rapport à celui en fosse et en tas. Cette physionomie trouverait son explication à travers l'action simultanée plus contrôlée des facteurs humidité, température et aération qui militerait en faveur non seulement de la vitesse de décomposition et aussi de la qualité du produit de ce dispositif.

4.4. La quantité de compost produit (kg)

Le compostage en silo a donné un poids total de compost élevé comparativement aux deux autres modes (voir figure 4).

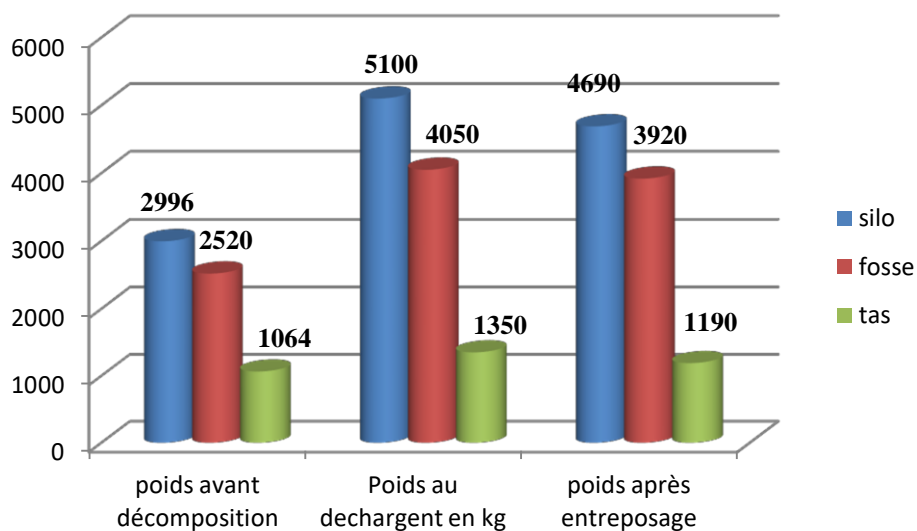


Figure 2: Le poids total du compost lors du déchargement et après entreposage.

4.5. Caractéristiques du sol des fosses

Les résultats portés sur certaines caractéristiques du sol figurent dans le tableau 7.

Tableau 7 : Caractéristique du sol des fosses avant et après compostage

Les valeurs du tableau 7 mettent en évidence une infiltration élevée de l'azote horizontalement dans les fosses.

Source de prélèvement	pH eau	pH _{KC}	C %		MO %		Azote %	
			Avant	Après	Avant	Après	Avant	Après
Vertical 40 cm	6,68	6,40	0,57	0,40	1,0	0,7	0,03	0,03
Horizontal 30cm	5,69	5,32	0,34	0,46	0,6	0,8	0,02	0,08
Tas vertical	5,17	5,17	0,63	0,69	1,1	1,2	0,03	0,02

V. CONCLUSION

Les résultats réalisés permettent de conclure dans l'intérêt de ce qui suit :

*Le mode de production détermine la durée, la quantité de consommation d'eau et la qualité du compost

*La production d'un compost à travers un ratio de mélange de matériau en brouettées : contenu estomacal de ruminants (½), fiente de volaille (2), balle de riz (5), sciure de bois (3) et compost mûr (1) dans 80 jours ;

* Le test biologique de maturité tant en énergie germinative que pouvoir germinatif exprime des résultats en faveur globalement des différents modes de production.

*Le dispositif de production de compost en silo reste performant tant en besoin d'eau, qu'accumulation de la matière sèche. En effet ce dispositif a consommé 3984 litres d'eau contre 4356 et 2520 respectivement pour les fosses et le tas.

BIBLIOGRAPHIE

- [1]. FAO (Food and Agriculture Organisation of the United Nations), 2002. La séquestration du carbone pour une meilleure gestion des terres. Rapport sur les ressources en sol du monde 96, FAO, Rome.
- [2]. Chianu, Y ; Adesina, A ; Sanginga ,P, Bationo, A ;2008 : Structural change in fertilizer procurement method : assessment of impact in subsaharan Africa. Africa journal of business management 2: 65-71 FAOSTAT, 2002.
- [3]. Pieri. C., 1989.. Fertilité des terres de savane. Bilan de 30 ans de recherche et de développement agricoles au sud du Sahara. Paris, Ministère de la coopération, CIRADIRAT ; 444 p.
- [4].Maba.B.,2007. Identification des éléments nutritifs moyens limitant et stratégies appropriées de fertilization sous culture du maïs dans l'Ogou-Est de la région de plateaux, mémoire fin de cycle, Lomé, Togo, 46 P.
- [5] Koulibaly et al, 2009. Effets des amendements locaux sur les rendements, les indices de nutrition et le bilans culturaux dans un système de rotation coton-maïs dans l'Ouest du Burkina Faso. biotechnol. Agrom.Soc-Environ.13 (1), PP 103-111
- [6]. Bationo, A., T.O. Williams T.O., Mokwunye A.U, 1998. Soil fertility management for sustainable agricultural production in Semi-Arid West Africa, In: Technology options for sustainable agriculture in Sub-Saharan Agriculture, pp.349-367. Bezuneh et al. (Eds.), Publication of SAFGRAD.
- [7]. Madani., 2010. Performances agronomiques du compost à base de fumier de ferme et de résidus de récolte sur le maïs (zsmays) en zone soudanienne du Mali ; Mémoire de fin cycle, IPR/IFRA de Katibougou ; 52-76 p.
- [8]. Sanabria Y., Dimithé G., Alognikou E.K.M., 2013. La qualité des engrais commercialisés en Afrique de l'Ouest. Evidence pour un contrôle renforcé. Rapport de la Côte d'Ivoire, UEMOA, CEDEAO, IFDC, 38 p.
- [9]. Koné M., 2015. Contrôle de qualité des engrais CMDT,OHVN, compagne agricole 2015-2016. Rapport de fin de cycle-ISA-Bamako, 11p.
- [10] Nanema SL, 2007. Evaluation de l'efficacité agronomique du compost des déchets urbains solides de la ville de Bobo-Dioulasso. Mémoire d'Ingénieur de

IPR/IFRA de Katibougou, 68p.

[11]. Savadogo Iliasse, 20011. Evaluation de l'efficacité agronomique du compost des déchets urbains solides de la ville de Ouagadougou. Mémoire de fin cycle, 7p.

[12]. Sery C., 2017. Stratégies d'amélioration de la production et de l'utilisation de la Fumure organique pour une gestion durable de la fertilité des sols au Mali-sud. Mémoire de fin de cycle, IPR/IFRA de Katibougou, 38p.

[13]. Coulibaly, K., Blanchard, M., Bognini, S., Dugué, P., & Vall, É. (2014). Diversité de la qualité des engrais organiques produits par les paysans d ' Afrique de l ' Ouest : quelles conséquences sur les recommandations de fumure ?, 18(4), 512–523.

[14]. FAO. (2005). Méthodes de compostage au niveau de l'exploitation agricole. Documents de travail sur les terres et les eaux, 52 p