

Valorisation agronomique des résidus de *Jatropha Curcas L.* comme fertilisant organique au Burkina Faso

Mathias Bouinzwendé POUYA*, Zacharia GNANKAMBARY, Ouango Maurice SAVADOGO, Noufou QUANDAOGO, Michel Papaoba SEDOGO et François LOMPO

Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), Département Gestion des Ressources Naturelles et Système de Production (GRN / SP), Laboratoire Sol-Eau-Plante (SEP), 01 BP 476 Ouagadougou 01, Burkina Faso

* Correspondance, courriel : pouyabmathias@gmail.com

Résumé

Les avantages liés à l'utilisation de la matière organique ne sont plus à démontrer. L'objectif de cette étude est de valoriser les résidus de jatropha comme fertilisant organique en agriculture. Pour atteindre cet objectif, la technique de compostage aérobique dans des fosses étanches de 2 m³ a été utilisée. Ensuite, une caractérisation physico-chimique et une évaluation de la phytotoxicité des composts finis des résidus de jatropha ont été réalisées. Les résultats montrent que la durée optimale du compostage (maturité) des résidus de *jatropha curcas* est de 75 jours avec un rendement moyen à l'ordre de 60 - 70 % des substrats initiaux. En outre, les composts à base de résidus de jatropha vérifient la plupart des normes physico-chimiques des composts déjà connus et ont de bonnes valeurs fertilisantes. Les valeurs du pH moyen des composts mûrs de jatropha est 7,5 et du rapport C/N est de 19,8. Les teneurs moyennes en carbone, en azote, en phosphore et en potassium sont assez optimaux respectivement de 385 C-g. kg⁻¹ ; 20,18 N-g. kg⁻¹ ; 11,20 P-g. kg⁻¹ et de 15,60 K-g. kg⁻¹. Sur le plan biologique, les composts de jatropha stimulent mieux l'activité des microorganismes du sol que les composts paysans dans l'hypothèse d'un apport de 5t/ha de matière organique tous les deux (2) ans. De plus, les extraits des composts finis aux concentrations étudiées ne posent apparemment pas de problème de phytotoxicité. Mais, une expérimentation au champ sur différentes cultures doit être menée pour vérifier nos conclusions.

Mots-clés : *résidus de jatropha, composts, agriculture, valorisation, Burkina Faso.*

Abstract

Agronomic valorization of *Jatropha Curcas* residues as organic fertilizer in Burkina Faso

The benefits related the use of organic matter are well established. The objective of this study is to enhance the residues of jatropha as an organic fertilizer in agriculture. To achieve this objective, the aerobic composting technique in two cubic meter watertight pits was used. Then, a physico-chemical characterization and an evaluation of the phytotoxicity of the ripe composts of the jatropha residues were carried out. The results show that the optimal duration of composting (maturity) of *jatropha curcas* residues is 75 days with an average yield of around 60 - 70 % of the initial substrates. In addition, composts based on jatropha residues checked most of the physico-chemical standards of already known composts and have good

fertilizing values. The average values pH of ripe jatropha composts is 7.5 and the C / N ratio is 19.8. The average carbon, nitrogen, phosphorus and potassium contents are fairly optimal, respectively 385 C-g.kg⁻¹ ; 20.18 N-g.kg⁻¹ ; 11.20 P-g.kg⁻¹ and 15.60 K-g.kg⁻¹. On biologically, jatropha composts stimulate the activity of soil microorganisms better than farmer composts, in the hypothesis an input of 5t / ha of organic matter all the two (2) years. Also, extracts of ripe compost at the concentrations studied apparently do not pose a phytotoxicity problem. However, a field experiment must be carried out to confirm our conclusions.

Keywords : *Jatropha residues, compost, agriculture, valorization, Burkina Faso.*

1. Introduction

Dans un contexte mondial de crise énergétique et de montée vertigineuse du cours du baril, les sources d'énergies alternatives sont de plus en plus explorées et exploitées. Ainsi, la production de biocarburant à partir de plantes telles que *le Jatropha Curcas* L. est de nos jours une filière en pleine expansion particulièrement en Asie et en Afrique [1 - 3]. Au Burkina Faso, plusieurs promoteurs y compris des particuliers, des compagnies ainsi que des organisations non gouvernementales (ONGs) nationales et étrangères se sont investis dans la plantation de *Jatropha*. Les premières plantations à grande échelle de *Jatropha*, 70 000 hectares plantés en 2008, produiront les graines en 2010. L'objectif premier de ces promoteurs est d'exporter les graines ou de les commercialiser à des usines locales d'extraction d'huile en vue de la production du bio-carburant. L'extraction de l'huile des graines de jatropha génère de quantités importantes de résidus de coque et d'amendes pressées. Une tonne de graine produit environ 350 litres d'huile et 2,4 tonnes de résidus [4 - 6]. En outre, les graines de jatropha sont toxiques pour les hommes et les animaux à cause de leur forte teneur en curcine et en esters de phorbol [7, 8]. A long terme, les résidus générés suite à l'exploitation des plantations de jatropha pour la production de biocarburant créeront un problème environnemental [9 - 11]. De plus, l'utilisation agronomique de ces résidus à leur état brut présente des risques pour la plante et son environnement [12 - 14]. La fabrication de compost est une des voies de valorisation de ces résidus. La production du compost est une technique à faible coût, bien maîtrisée par les paysans et son utilisation permet une gestion durable des terres [15, 16]. [17, 18] affirment que le caractère biologique du compostage, à travers la culture de la faune et de la flore naturelle du sol, en conditions d'aérobic ou d'anaérobic, assure une décomposition des constituants organiques du matériau de base biodégradable. Au cours de ce processus, les microorganismes aérobies décomposent la matière organique et produisent du gaz carbonique, de l'ammoniac, de l'eau, de la chaleur et de l'humus qui est le produit organique final relativement stable [18, 19]. Les méthodes anaérobies fournissent un minimum d'oxygène aux microorganismes digérant la matière organique dans le tas. La décomposition s'effectue alors en l'absence ou en présence de quantité limitée d'oxygène selon les références [19, 20]. D'après la référence [20], puis celle [21], la nature du matériau de base conditionne les principaux paramètres du compostage et influe in fine sur l'obtention d'un substrat relativement assaini, applicable aux sols dont il accroît le taux. Cette activité de recherche consiste à rendre les résidus de *Jatropha Curcas* plus aptes à l'amélioration de certains paramètres dans la production agricole par compostage. L'objectif de cette recherche est de : (i) valoriser les résidus de jatropha comme fertilisant organique en agriculture ; (ii) évaluer l'impact de la dolomie et des phosphates naturels (BP) du Burkina sur l'amélioration de leurs qualités agronomiques (iii) et d'évaluer la phytotoxicité des composts mûrs des résidus de jatropha.

2. Matériel et méthodes

2-1. Matériel

Le matériel utilisé dans cette recherche se compose des résidus de jatropha bruts issus des presses d'amendes de *jatropha curcas*, du fumier d'étable qui a servi de ferment et d'activateur (**Tableau 1**).

Tableau 1 : Caractéristique chimique du fumier et des résidus de jatropha

Composts	pH	C-g/kg	N-g/kg	P-g/kg	K-g/kg	C/N
Résidus bruts de Jatropha	6,6	539,5	20,3	8,3	14,5	26,5
Fumier	6,8	167	10,6	3,3	2,95	16

Aussi, des agro-minéraux ont été utilisés : la dolomie et le Burkina phosphate (BP). La dolomie est amendement calco-magnésien extraite d'un gisement du Burkina Faso. Elle est composée de 27 % de CaO et 19 % de MgO. Elle a une granulométrie comprise entre 53 et 106 µm pour 34 % de ce produit. Les phosphates naturels utilisés proviennent du gisement de Kodjari, localisé dans la région Est du Burkina et contiennent en moyenne 25 % de P2O5 (dont seulement 0,03 % soluble dans l'eau) et 35 % de CaO.

2-2. Méthodes

2-2-1. Dispositif expérimental

La technique de compostage aérobique a été expérimentée pour produire les composts. Ce type de compostage a été réalisé dans des fosses étanches de 2 m³ au Centre de Recherches Environnementales, Agricoles et de Formation (CREAF) à Kamboinsé (Ouagadougou) de l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA) du Burkina. Il est situé dans la province du Kadiogo à 12 km au nord de la ville de Ouagadougou sur l'axe Ouagadougou-Kongoussi. Ses coordonnées géographiques sont les suivantes 12° 28 de latitude Nord, 1° 32 de longitude Ouest avec une altitude d'environ 296 mètres. D'une manière générale, chaque fosse a reçu une à trois (3) couches de matériaux suivant les traitements. Pour les traitements avec ajout de fertilisants, les trois couches de substrats sont intercalées par les couches de fumier et de fertilisants de telles sortes que la première couche soit une couche de substrat et, la dernière une couche de fumier avec ou sans produit d'enrichissement (BP ; Dolomie aux doses respectives de 80 Kg/t et 40 Kg/t du mélange total) suivant les traitements. Quatre types mélanges à base de résidus de jatropha ont été expérimentés (**Tableau 2**).

Tableau 2 : Quantités de matériaux (pour 100 kg de substrat organique) entrant dans la fabrication des différents types de compost

Composts	Résidus de Jatropha (kg)	Fumier (kg)	Phosphates naturels (kg)	Dolomie (kg)
C1 (Résidus de Jatropha compostés)	100	0	0	0
C2 (Résidus de Jatropha + fumier)	75	25	0	0
C3 (Résidus de Jatropha + fumier+ BP)	75	25	80	0
C4 (Résidus de Jatropha + fumier+Dolomie)	75	25	0	40

2-2-2. Suivi des indicateurs de maturité et caractérisation physique-chimique des composts finis de *jatropha curcas* L.

Un suivi des indicateurs de maturité s'est fait en vue de déterminer la maturité des composts en expérimentation par une appréciation de l'odeur ; du changement de couleur ; un suivi périodique de la température au cours du compostage (0, 7, 14, 28, 56, 90 jours) et une évaluation périodique de perte en

carbone organique (%) des substrats initiaux (0, 7, 14, 28, 56, 90 jours). De plus, une caractérisation chimique des composts produits a été réalisée pour évaluer la valeur fertilisante ou agronomique des composts finis à travers des mesures de pH (eau) par la lecture directe sur pH-mètre (Tacussel) à électrode en verre en utilisant la méthode de [22] ; la détermination du carbone total par calcination dans un four à moufle CARBOLITE à 550° C pendant 2 heures; le dosage de l'azote total et du P total à l'aide d'un colorimètre automatique (Skalar SAN plus Segmented flow analyzer, Model 4000-02, Holland), le K total par photométrie de flamme et le calcul du rapport C/N (facteur de maturité).

2-2-3. Évaluation de la phytotoxicité des composts finis de *jatropha curcas L.*

Une phytotoxicité des composts finis des résidus de *jatropha* a été évaluée à travers le calcul du taux de germination [23, 24], celui de l'Index de germination (GI) [13, 23, 25] et la mesure de l'activité biologique. Ce test consiste à évaluer la toxicité d'extraits des composts mûrs de *jatropha curcas L.* sur la germination des graines de maïs en fonction des doses croissantes recommandées pour l'application au champ et à évaluer l'effet des composts de *jatropha* sur l'activité biologique.

$$GI (\%) = \frac{\text{Taux de Germination (\%)} \times \text{Longueur des racines du traitement}}{\text{Taux de Germination (\%)} \times \text{Longueur des racines du témoin}} \times 100$$

2-2-4. Analyse des données

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel Genstat 9ème édition. Les moyennes ont été séparées par la méthode de Newman-Keuls au seuil de 5 %.

3. Résultats

3-1. Suivi des indicateurs de maturité des composts de résidus de *jatropha*

La **Figure 1** présente des variations de température des composts qui montent jusqu'à 45° C dès le septième pour atteindre 55° C à partir au 28 ème jour. Après le 28ème jour, on observe une baisse générale des températures. Les températures sont relativement plus élevées avec l'ajout du fumier et des agro-minéraux (BP, dolomie). A la fin du compostage les températures chutent pour atteindre la température initiale (32 à 35° C). Les résidus de *jatropha* compostés seuls ont enregistré les températures relativement basses durant le processus de compostage.

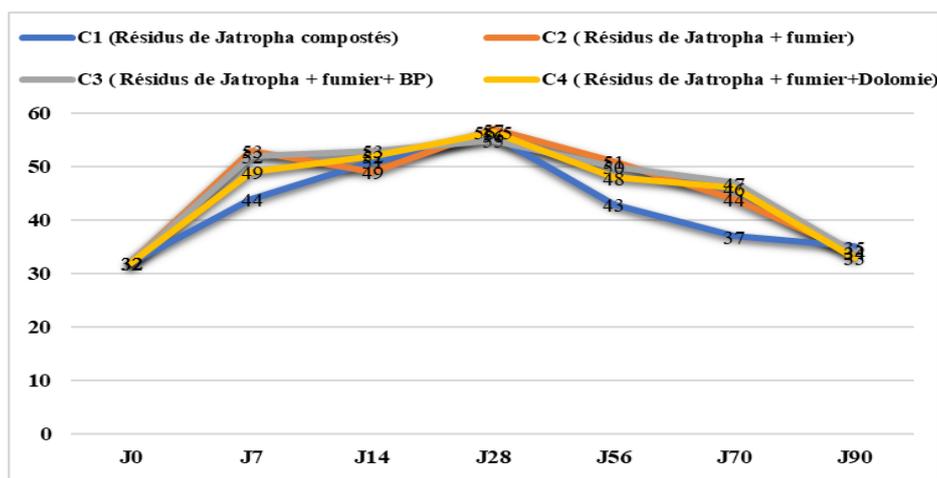


Figure 1 : Évolution de la température des résidus de jatropha au cours du compostage (°C)

La lecture de la **Figure 2** montre des pertes en poids de l'ordre de 20 à 37 %. Dès 16ème jour pertes en poids sont estimés entre 3,1 à 6,4 %. Les résidus de Jatropha seuls et les résidus de jatropha + fumier ont les pertes plus élevées soient 6,4 et 6,7 %. Cette tendance se maintient jusqu'au 56ème jour de compostage où on observe un fort taux de minéralisation. Il est plus élevé avec le mélange (résidus de jatropha + fumier et résidus de jatropha + fumier + dolomie) et faiblement avec les résidus de jatropha seuls. Les pertes en poids des substrats compostés sont estimées entre 31,6 à 37,2 % des résidus initiaux.

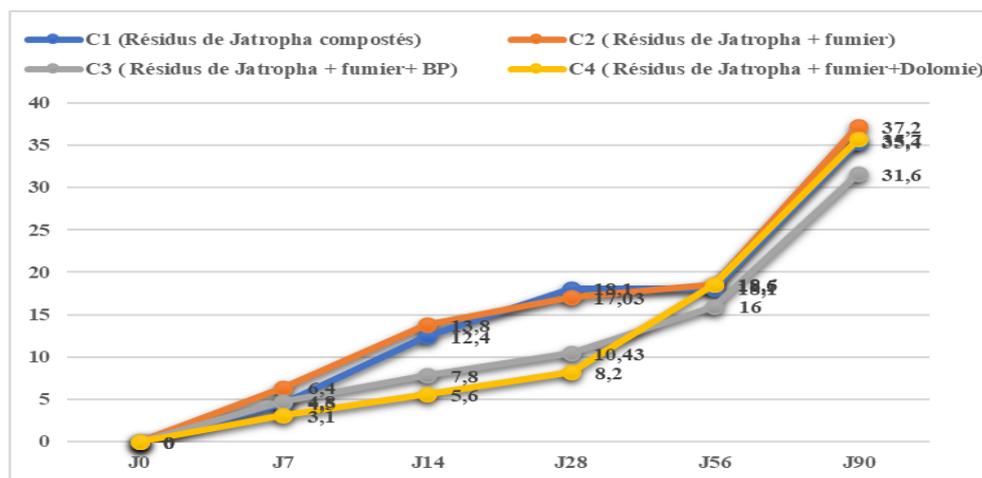


Figure 2 : Évolution du taux de minéralisation au cours du compostage (%)

3-2. Valeurs fertilisantes des composts finis de *jatropha curcas*

Le **Tableau 3** présente les caractéristiques chimiques des composts à la fin du processus de compostage. Ceux-ci ont été comparés avec les composts de déchets d'abattoir, du fumier et du compost paysan. Au regard du **Tableau 3**, les caractéristiques chimiques des composts finis de résidus de *jatropha curcas* présentent de bonnes valeurs fertilisantes et respectent les normes d'une matière organique de très bonne qualité. Comparés au fumier considéré comme matière organique de référence, les valeurs agronomiques de ces composts sont élevées concernant les teneurs en carbone total, en azote, en phosphore et en potassium total. Les analyses statistiques des composts de jatropha produits révèlent qu'il y a une différence significative entre les valeurs en éléments fertilisants des composts mûrs et les résidus bruts avec le test de Newman-Keuls au seuil de 5 %. Aussi, la comparaison entre les différents composts obtenus

montre que les valeurs fertilisantes (N, P, K) des résidus de jatropha mélangés avec le fumier, la dolomie et les phosphates naturels sont plus élevées que les résidus bruts et les résidus de jatropha compostés seuls. Ainsi, les teneurs en azote sont de 20,3 g.kg⁻¹ pour les résidus bruts ; 20,4 g.kg⁻¹ pour les composts de résidus de jatropha seuls et de 20,2 g.kg⁻¹; 19,9 g.kg⁻¹ et 22,1 g.kg⁻¹ respectivement pour les résidus de jatropha + fumier ; les résidus de jatropha + Burkina Phosphate et les résidus de jatropha + dolomie. De même, les teneurs en phosphore total et en potassium sont plus élevés avec l'ajout du fumier (11,1 g.kg⁻¹ et 16,2 g.kg⁻¹) du Burkina phosphate (13,5 g.kg⁻¹ et 16,3 g.kg⁻¹) et de la dolomie (9,0 g.kg⁻¹ et 16,8 g.kg⁻¹).

Tableau 3 : Composition chimique des composts finis des résidus de jatropha curcas (90 jours)

Composts	pH	C-g/Kg	N-g/kg	P-g/Kg	K-g/kg	C/N
Compost déchet d'abattoir	5,6	359,8	25,3	1,33	-	14
Compost paysan	7,7	-	8,6	3,25	-	21,4
Fumier	-	223,3	6	-	-	17,57
Résidus bruts de Jatropha	6,6 ± 0,2	539,6 ± 19,5	20,3 ± 2,2	8,4 ± 0,6	14,5 ± 1,7	26,5 ± 0,6
C1 (Résidus de Jatropha compostés)	7,3 ± 0,3	353,7 ± 31,0	20,4 ± 1,4	12,4 ± 0,6	13,5 ± 1,7	21,7 ± 0,4
C2 (Résidus de Jatropha + fumier)	7,6 ± 0,3	385,8 ± 116,6	20,2 ± 2,1	11,1 ± 0,2	16,2 ± 1,3	19,8 ± 0,2
C3 (Résidus de Jatropha + fumier+ BP)	7,5 ± 0,1	406,5 ± 82,3	19,9 ± 0,8	13,5 ± 0,1	16,3 ± 0,7	20,4 ± 0,5
C4 (Résidus de Jatropha + fumier+Dolomie)	7,5 ± 0,0	423,8 ± 10,2	22,1 ± 1,9	9,0 ± 0,2	16,8 ± 0,9	19,4 ± 0,3
Valeur de p Anova	0,042	0,021	0,038	0,001	0,05	0,03
Test de Student-Newman-Keuls (5 %)	S	S	S	S	S	S

3-3. Évaluation de la phytotoxicité des composts à base de résidus de jatropha

Le **Tableau 4** présente le taux de germination des graines de maïs en fonction des concentrations des différents extraits de compost. Le taux de germination induit par tous les composts avoisine 100 %.

Tableau 4 : Effet des composts de résidus de jatropha sur la germination des graines de maïs (%)

Concentrations	C1	C2	C3	C4
C4g	97,00	99,00	99,00	99,00
C10g	97,00	98,00	98,00	99,00
C20g	100,00	99,00	95,33	100,00
C30g	97,00	96,67	93,33	98,00
C40g	93,00	91,00	94,67	93,33

C1 : (Résidus de Jatropha seuls) ; C2 : Résidus de Jatropha + fumier ; C3 : Résidus de Jatropha + fumier + BP ; C4 : Résidus de Jatropha + fumier + Dolomie.

En outre l'index de germination des composts de jatropha (**Tableau 5**) sont supérieurs à 51 jusqu'à une concentration de C20 g/100 mL soit environ 5 t/ha à 6 t/ha comme dose d'application au champ dans l'hypothèse d'une profondeur d'enracinement de 15-20 cm. A la concentration de C30 g/100 mL, les valeurs de l'index de germination sont inférieures à 50 exceptés celles des composts de résidus mélangés le Burkina Phosphate (51,7) et la dolomie (55,3). Au-delà de cette concentration (C40 g/100 mL) les valeurs de l'index sont inférieures à 50 pour tous extraits de composts testés.

Tableau 5 : Index de germination induits par les composts de résidus de jatropha (GI : %)

Concentrations	C1	C2	C3	C4
C4g	129,00	109,00	91,00	135,33
C10g	104,00	93,33	107,67	120,00
C20g	63,00	53,67	71,33	82,67
C30g	38,00	35,33	51,67	55,33
C40g	39,00	44,67	41,67	48,67

C1 : (Résidus de Jatropha seuls); C2 : Résidus de Jatropha + fumier ; C3 : Résidus de Jatropha + fumier + BP; C4 : Résidus de Jatropha + fumier +Dolomie ;

3-4. Effet de l'application des composts de résidus de jatropha sur l'activité biologique du sol

La **Figure 3** présente le dégagement cumulé de CO₂ induit par l'activité biologique ou respiratoire des microorganismes du sol par suite de l'incorporation des composts de résidus de *jatropha curcas* dans le sol. L'activité respiratoire des microorganismes est plus élevée avec l'incorporation des composts à base de résidus de jatropha qu'avec les composts paysans et le biopost tout au long de la phase expérimentale. Les résidus bruts de jatropha incubés ont eu un effet dépressif sur l'activité respiratoire des microorganismes comparativement à celle induite par le sol seul. L'intensité respiratoire la plus élevée est observée avec les composts de jatropha mélangés avec du fumier et les agro-minéraux (dolomie et Burkina Phosphate) durant les 9 jours d'incubation.

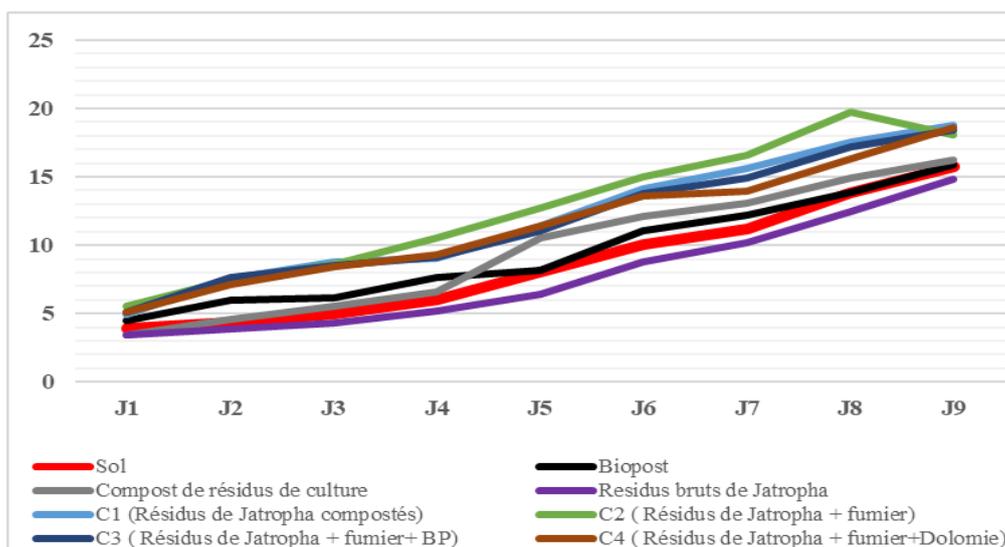


Figure 3 : Évolution de la Biodégradation in vitro des composts de Jatropha apportés comme substrat au sol (C/CO₂ (mg / 100 g de sol))

4. Discussion

4-1. Dynamique des indicateurs de maturité du compost de résidus de jatropha

Les courbes d'évolution de la température en fonction de la durée de compostage ont présenté une dynamique similaire pour les différents types de composts de résidus de jatropha. Les montées en température pour chaque type de compost apparaissaient nettement après chaque retournement. Deux différences majeures sont notées sur les courbes de température : la valeur maximale de la montée en température, et la vitesse à laquelle le compost atteint cette température maximale après le retournement.

Les hausses de températures, en début de compostage, seraient liées à la forte activité des micro-organismes thermophiles induite par l'abondance de matières organiques facilement biodégradables [26, 27]. En effet, les relatives fortes et rapides montées de températures seraient imputables à la nature et à la composition des mélanges initiaux, et aux organismes présents dans le compost qui ont entamés leurs activités ; ce qui a permis la dégradation des substrats [28]. Les pics d'élévation de température ont été atteints autour du 28ème jour de compostage et ceux de baisse de température après le 56ème jour. Cette dynamique de la température des composts représente les variations d'énergies issues des processus biologiques. La variation de température indique l'activité microbienne et en occurrence le processus de décomposition. Les résultats montrent que température maximale pour le compostage des résidus de *jatropha* est comprise entre 50-60°C. Une température de 55°C permet d'éliminer les microorganismes pathogènes et d'éliminer une grande partie des substances phytotoxique [29, 30].

4-2. Minéralisation des substrats organiques lors du compostage

Le taux de minéralisation cumulé de la matière organique traduit les pertes en poids des substrats initiaux au cours du compostage. Il permet d'évaluer à différentes périodes données la proportion voire le degré de dégradation des substrats compostés en vue de déterminer la période optimale de maturité. Nos résultats ont montré une perte en poids d'environ 30 à 35 % soit un rendement de 65 à 70 % des substrats initiaux. En effet, le compostage entraîne la dégradation de la matière organique avec pour corollaire une minéralisation importante du substrat initial. Selon [29, 30], le produit final représenterait environ 75 % de la quantité de mélange initial. Les références [31, 32] ont trouvé des réductions massales et volumiques d'environ 50 % des déchets initiaux. Ces réductions sont dues à la minéralisation des composés organiques, à la perte d'eau et à la modification de la porosité du milieu [33-34]. La principale raison de cette diminution est l'utilisation par les microorganismes du milieu des substances organiques indispensables à leur métabolisme, conduisant à la minéralisation en dioxyde de carbone (CO₂) [35, 36] et à l'émission de méthane en anaérobiose [36].

4-3. Valeurs fertilisantes des composts finis de *jatropha curcas*

Pour ce qui de la valeur fertilisante des composts à base de résidus de *jatropha*, elle est assez optimale. La référence [35], dans le cas du compostage des déchets urbains a enregistré des valeurs de pH comprises entre 5-9 à la fin du processus. Le pH optimal des produits finis est de 5,5 à 8,0 [14, 19, 35]. En outre les teneurs en carbone total, en azote total, en phosphore totale et en potassium des composts à base de résidus de *jatropha* est assez élevé par rapports à celles des composts produits en milieu paysan et fumier considéré comme la matière organique de référence. Cela semble lié à la nature et à la composition intrinsèque des amendes de *jatropha*. En effet, les résidus de *jatropha* sont très riches en chaînes carbonées grâce à la forte teneur en huile des graines. Le rapport C/N des composts à base de résidus de *jatropha* répond aux normes d'un bon compost fini. La référence [36] a obtenu à la fin du processus de compostage des rapports C/N de composts finis compris entre 8-25. Ces résultats permettent de conclure que les composts de résidus de *jatropha* seuls et/ou enrichis avec le fumier et avec les agro-minéraux (dolomie, phosphates naturels) sont de bonne qualité agronomique.

4-4. Évaluation de la phytotoxicité des composts à base de résidus de *jatropha*

La détermination de la phytotoxicité des composts révèle que les composts à base de résidus de *jatropha* ne posent apparemment pas de problème de germination des graines de maïs. Une phytotoxicité des extraits des composts aux concentrations étudiées est donc improbable. L'index de germination (GI) est le paramètre le plus pertinent pour évaluer la toxicité des composts sur les plantules, et tester la maturité des composts

[29, 34, 36]. Une valeur d'index de germination de 50 % indique que les composts finis ne présentent pas de risque de phytotoxicité [37, 38]. Nos résultats ont montré des valeurs d'index de germination supérieures à 50 % à la dose de 5 t/ha à 6 t/ha. Au regard de ces résultats et des travaux des références ci-dessus cités [37, 38], on peut affirmer que les composts de jatropha produits dans le cadre de cette recherche ne sont pas phytotoxique dans l'hypothèse d'un apport de 5 t/ha à 6 t/ha tous les deux et pour une profondeur racinaire de 15 à 20 cm. Cependant, une expérimentation au champ de ces composts sur les cultures s'impose afin de vérifier nos conclusions.

4-5. Effet de l'application des composts des résidus de jatropha sur l'activité biologique

Les dégagements de CO₂ au début de l'incubation (1ère semaine) ont aussi été rapportés par plusieurs auteurs avec différents types de matière organique tels que les composts, le fumier et la litière [14, 18, 26, 28]. Ceci pourrait être attribué en partie aux microorganismes zymogènes, connus pour leur prompt réponse aux apports de substrats riches en énergie. Cette phase de croissance correspondrait également à une dégradation intense des composés les moins stables, en particulier les glucides hydrosolubles et hydrolysables [14, 18, 27, 28]. Aussi les résultats du test de respirométrie montrent que les composts incorporés à une dose de 5 t/ha n'inhibent pas l'activité biologique. Cette activité biologique est plus ou moins intense suivant le type et la qualité du substrat organique. Le dégagement de CO₂ le plus élevé est observé avec les composts de jatropha comparativement aux composts paysans et le biopost. Cela signifie que les composts de jatropha sont plus facilement dégradables par les microorganismes. Ils contiennent donc plus de substrats organiques utilisés comme source de carbone et d'énergie par les microorganismes. De plus, ceux-ci les utilisent pour leur métabolisme. Une autre explication est la présence d'une communauté importante et diversifiée de microorganismes dans les composts finis de jatropha qui en plus des microorganismes intrinsèques du sol alimentent vraisemblablement le pool biologique du sol. L'addition de compost dans un sol ne signifie pas seulement un apport de matières humigènes contenant des composés minéraux, mais aussi un apport de microorganismes vivants [37, 38]. Ainsi, l'apport de compost peut influencer l'activité microbienne aussi bien dans le sol [19, 28] qu'au niveau de la microflore [19, 28, 32]. Les effets positifs des composts sur l'activité biologique du sol révèlent que les composts produits sont matures et stables.

5. Conclusion

Le compostage aérobie de résidus de jatrophas et/ou enrichis au fumier et aux agro-minéraux (dolomie, phosphates naturels) est important dans ce contexte de recherche d'amendement organique sain, hygiénisé et préservateur de l'environnement. Cette étude s'inscrit dans un souci d'accroître la production agricole en améliorant à la fois l'emploi d'autres facteurs de production et dans une logique d'intensification de l'agriculture par des approvisionnements accrus de nutriments pour les cultures. Elle cherche à explorer et valoriser d'autres sources de matières de qualités à base des résidus de jatropha. Les résidus de jatropha se sont avérés être un amendement de bonne qualité agronomique comparativement au compost paysan, au déchet d'abattoir et au fumier. Les résultats ont montré que les résidus de jatropha ont des teneurs en azote, en phosphate et en potassium nettement supérieur au fumier, matière organique de référence. On a constaté que l'ajout de la dolomie et des phosphates naturels améliorent la qualité des composts mûrs. L'évaluation de la phytotoxicité des composts de résidus de jatropha ont montré un index de germination supérieur à 50 pour les doses d'application de matière organique à la dose de 5 t. ha⁻¹ à 6 t. ha⁻¹ ; ce qui atteste que les composts de résidus de jatropha ne sont pas phytotoxique. Cependant une expérimentation au champ sur différentes cultures doit être menée pour confirmer nos conclusions et pour déterminer les doses optimales d'application au champ des composts de jatropha en fonction des spéculations.

Références

- [1] - R. GOGOI, N. U. KUMAR and T. A. KUMAR, Reduction of phorbol ester content in jatropha cake using high energy gamma radiation. *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*, 7 (3) (2014) 305 - 309. DOI: 10.1016/j.jrras.2014.04.002
- [2] - P. BAZONGO, K. TRAORE, O. TRAORE, B. YELEMOU, K.B. SANON, S. KABORE, V. HIEN, & B.H. NACRO, Influence des haies de Jatropha sur le rendement d'une culture de sorgho (*Sorghum vulgare*) dans la zone Ouest du Burkina Faso : cas du terroir de Torokoro. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 9 (6) (2015) 2595 - 2607
- [3] - R. MORAL, C. PAREDES, M. A. BUSTAMANTE, F. MARHUENDA-EGEA, M. P. BERNAL, Utilisation of manure composts by high-value crops : safety and environmental challenges. *Bioresour Technol*, PubMed Cross Ref Google Scholar, 100 (2009) 5454 - 5460
- [4] - C. F. CHANG, J. H. WENG, K. Y. LIN, L. Y. LIU and S. S. YANG, Phorbol Esters Degradation and Enzyme Production by *Bacillus* using Jatropha Seed Cake as Substrate. *International Journal of Environmental Pollution and Remediation*, 2 (1) (2014) 30 - 36. DOI: 10.11159/ijep.2014.005
- [5] - Y. M'SADAK et A. BEN M'BAREK, Caractérisation qualitative du digestat solide de la bio méthanisation industrielle des fientes avicoles et alternative de son exploitation agronomique hors sol. *Revue des Energies Renouvelables*, Vol. 16, N°1 (2013) 33 - 42
- [6] - Y. NIANG, S. NIANG, S. NIASSY, Y. DIENG, M. L. GAYE, K. DIARRA, Urban agriculture in Senegal: effect of wastewater on the agronomical performance and hygien quality of tomato and lettuce. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 6 (4) (2012) 1519 - 1526. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v6i4.11>
- [7] - R. E. E. JONGSCHAAP, W. J. CORRÉ, P. S. BINDRABAN & W. A. BRANDENBURG, Claims and Facts on *Jatropha curcas* L. Global *Jatropha curcas* evaluation, breeding and propagation programme. *Plant Research International B.V.*, Wageningen Stichting Het Groene Woudt, Laren, October 2007. Report 158, (2007)
- [8] - I. O. OLADUNJOYE, T. OJEDIRAN, C. ARINGBANGBA, O. S. AKINRINLADE and O. G. OPAKUNLE, Effects of inclusion level and length of fermentation on the utilization of Jatropha (*Jatropha curcas* L) seed cake by broiler chickens. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 3 (7) (2014) 44 - 54
- [9] - F. L. MENEGHEL, Analyse des impacts environnementaux et bilan énergétique de la production et l'utilisation de l'huile du Jatropha curcas au Mali, Projet de fin d'études, CIRAD, (2011) 57 p.
- [10] - M. N. MINTOO, D. G. RAO, P. K. DANTU, In vitro shoot regeneration from leaf disc cultures Jatropha curcas, an important biofuel plant. *Indian Journal of Plant Sciences*, Online International Journal Available at <http://www.cibtech.org/jps.htm>, 4 (4) (2015) 42 - 48
- [11] - N. P. NGUEMA, O.P. ONDO, T. GATARASI, O. J. S. OLERY, Effet des extraits de Jatropha curcas L. et de Tabernanthe iboga Baill. dans la lutte contre le scolyte du caféier (*Hypothenemus hampei* Ferrari) au SudEst du Gabon. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 9 (6) (2015) 2764 - 2775. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v9i6.20>
- [12] - A. H. T. BIEKRE, B. T. TIE, D. O. DOGBO, Caractéristiques physico-chimiques des composts à base de sous produits de ferme de Songon en Côte d'Ivoire. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 12 (1) (2018) 596 - 609. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v12i1.45>
- [13] - D. RAJ, R. S. ANTIL, Phytotoxicity evaluation and response of wheat to agro-industrial waste composts. *Arch Agron Soil Sci*, CrossRefGoogle Scholar, 58 (2012a) 73 - 84
- [14] - D. RAJ, R. S. ANTIL, Evaluation of maturity and stability parameters of composts prepared from farm wastes. *Arch Agron Soil Sci*, CrossRefGoogle Scholar, 58 (2012b) 817 - 832
- [15] - S. Y. USENI, K. M. CHUKIYABO, K. J. TSHOMBA, M. E. MUYAMBO, K. P. KAPALANGA, N. F. NTUMBA, K. P. KASANGIJ, K. A. KYUNGU, L. L. BABOY, K. L. NYEMBO & M. M. MPUNDU, Utilisation des déchets humains recyclés pour l'augmentation de la production du maïs (*Zea mays* L.) sur un ferralsol du sud-est de la RD Congo. *Journal of Applied Biosciences*, 66 (2013) 5070 - 50811

- [16] - M. KONE, E. SERVICE, Y. OUATTARA, P. OUATTARA, L. BONOU, P. JOLY, Caractérisation des boues de vidange dépotées sur les lits de séchage de Zagtoui (Ouagadougou). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 10 (6) (2016) 2781 - 2795. DOI: 10.4314/ijbcs.v10i6.30
- [17] - E. COMPAORE, L. S. NANEMA, Compostage et qualité du compost de déchets urbains solides de la ville de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. *Tropicultura*, 28 (4) (2010) 232 - 237
- [18] - R. W. A. NARÉ, P. W. SAVADOGO, M. TRAORE, A. GOUNTAN, H. B. NACRO and M. P. SEDOGO, Soil Macro Presence of Pesticides and Organic Amendments. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 10.4236/gep.2017.53014
- [19] - S. K. MBAU, N. KARANJA, F. AYUKE, Shortterm influence of compost application on maize yield, soil macrofauna diversity and abundance in nutrient deficient soils of Kakamega County, Kenya. *Plant and Soil*, 1-2 (387) (2015) 379 - 394. DOI: 10.1007/s11104-014-2305-4
- [20] - D. YANG, L. YUNGUO, L. SHAOBO, L. ZHONGWU, T. XIAOFEI et al., Biochar to improve soil fertility. A review *Agronomy for Sustainable Development*, Vol. 36, (2016) 36 p.
- [21] - B. LECLERC, Compostage : Les principes, CRA PACA - Maison des Agriculteurs - 22 rue Henri Pontier, (2012) 4 p.
- [22] - AFNOR, Détermination du pH. (Association française de normalisation) NF ISO 103 90. In: AFNOR *Qualité des sols*, Paris, (1981) 339 - 348
- [23] - J. A. PASCUAL, M. AYUSO, C. GARCIA and T. HERNANDEZ, Characterization of urban wastes according to fertility and phytotoxicity parameters, *in Waste Management & Research*, 15 (1997) 103 - 112
- [24] - J. BAYALA, A. MANDO, S. J. OUEÐRAOGO, Z. TEKLEHAIMANOT, Managing *Parkia biglobosa* and *Vitellaria paradoxa* Prunings for Crop Production and Improved Soil Properties in the Sub-Saharan Zone of Burkina Faso. *Arid Land Research and Management*, 17 (2003) 283 - 296
- [25] - Y. X. CHEN, X. D. HUANG, Z. Y. HAN, X. HUANG, B. HU, D. Z. SHI, W. X. WU, Effects of bamboo charcoal and bamboo vinegar on nitrogen conservation and heavy metals immobility during pig manure composting. *Chemosphere*, <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2009.12.029>, 78 (2010) 1177 - 1181
- [26] - E. TEMGOUA, E. NGNIKAM, H. DAMENI, G. S. KOUDEUKAMENI, Valorisation des ordures ménagères par compostage dans la ville de Dschang, Cameroun. *Tropicultura*, 32 (1) (2014) 28 - 36
- [27] - O. TOUNDOU, A. AGBOGAN, O. SIMALOU, D. S. S. KOFFI, T. AWITAZI, K. TOZO, Impact du compostage sur la réhabilitation de la carrière de calcaire de Sika-Kondji (Togo) : effets sur l'attraction des animaux et sur la performance du maïs (*Zeamays* L.). *Vertigo*, 17 (3) (2017), DOI : 10.4000/vertigo.18838. <http://journals.openedition.org/vertigo/18838>
- [28] - D. BAMBARA, J. SAWADOGO, A. BILGO , E. HIEN , D. MASSE, Monitoring of Composting Temperature and Assessment of Heavy Metals Content of Ouagadougou's Urban Waste Composts. *Journal of Agriculture and Environmental Sciences June 2019*, Vol. 8, No. 1, (2019) pp. 72-81 ISSN: 2334-2404 (Print), 2334-2412 (Online) Copyright © The Author (s). All Rights Reserved. Published by American Research Institute for Policy Development. DOI: 10.15640/jaes.v8n1a8 URL: <https://doi.org/10.15640/jaes.v8n1a8>
- [29] - F. LOMPO, Z. SEGDA, Z. GNANKAMBARY, N. OUANDAOGO, Influence des phosphates naturels sur la qualité et la biodégradation d'un compost de pailles de maïs. *Tropicultura*, 27 (2) (2009) 105 - 109
- [30] - W. LIU, Z. ZHANG & S. WAN, Predominant role of water in regulating soil and microbial respiration and their responses to climate change in a semiarid grassland. *Global Change Biology*, 15 (2009) 184 - 195
- [31] - Y. EKLIND and H. KIRCHMANN, Composting and storage of organic household waste with different litter amendments. I : Carbon turnover and losses. *Bioresource Technology*, 74 (2000 a) 125 - 133
- [32] - U. J. TSHALA, M. A. KITABALA, M. J. P. TUNDA, K. M. MUFIND, M. A. KALENDA, K. G. KAPELE, K. L. NYEMBO, Vers une valorisation des déchets ménagers en agriculture (péri) urbaine à Kolwezi: caractérisation et influence de la saisonnalité. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 112 (2017) 11072 - 11079. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/jab.v11i2i1.12>

- [33] - A. H. T. BIEKRE, B. T. TIE, D. O. DOGBO, Caractéristiques physico-chimiques des composts à base de sous-produits de ferme de Songon en Côte d'Ivoire. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 12 (1) (2018) 596 - 609. DOI : 10.4314/ijbcs.v12i1.45
- [34] - M. DIENG, S. A. DIEDHIOU et F. M. SAMBE, Valorisation par compostage des déchets solides fermentescibles collectés à l'Ecole Supérieure Polytechnique de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar: Etude de l'effet phytotoxique sur des plants de maïs et d'arachide. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 13 (3) (2019) 1693 - 1704, June 2019. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v13i3.39>
- [35] - C. MOREL, S. HOUOT, D. MONTENACH, A. MICHAUD, F. HAMMEL, V. MERCIER, P. DENOROY, Dynamique à long terme du phosphore dans deux essais au champ du réseau SOERE-PRO SOERE-PRO. Observatoire de recherche en environnement pour l'étude du recyclage agricole de Produits Résiduaires Organiques. 13èmes RENCONTRES COMIFER-GEMAS, 8 et 9 novembre 2017, Nantes, (2017) 12 p.
- [36] - A. AGAPIOU, A. VASILEIOU, M. STYLIANOU, K. MIKEDI, A. A. ZORPAS, Waste aroma profile in the framework of food waste management through household composting. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 257, (1 June 2020) 120340. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120340>
- [37] - P. M. MENDESA, R. BECKERB, L. B. CORRÊA, I. BIANCHIC, M. A. DAI PRÁD, T. LUCIA JR., E. K. CORRÊA, Phytotoxicity as an indicator of stability of broiler production residues. *Journal of Environmental Management*, Volume 167, 1 February 2016, (2016) 156 - 159 p. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.11.031>
- [38] - Y. LUO, J. LIANG, G. ZENG, M. CHEN, D. MO, G. LI, D. ZHANG, Seed germination test for toxicity evaluation of compost: Its roles, problems and prospects. *Waste Management*, Vol. 71, (January 2018) 109 - 114 p. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.09.023>