



**Original Paper**

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

## Caractéristiques physico-chimiques des composts à base de sous-produits de ferme de Songon en Côte d'Ivoire

Aké Hermann Thierry BIEKRE <sup>1\*</sup>, Bi Tra TIE <sup>2</sup> et Denezon Odette DOGBO <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Biologie et Amélioration des Productions Végétales, Université Nangui Abrogoua, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire.

<sup>2</sup>Laboratoire d'Analyses des Végétaux et Sols (LAVESO) de l'Ecole Supérieure d'Agronomie (ESA), Institut National Polytechnique Houphouët Boigny (INPHB) Côte d'Ivoire, BP 1313 Yamoussoukro, Côte d'Ivoire.

\*Auteur correspondant ; E-mail: [biekrehermann@yahoo.fr](mailto:biekrehermann@yahoo.fr); Tel: (+225) 49 44 54 97

### REMERCIEMENTS

Ce travail a pu être réalisé grâce à l'aide financière octroyé par la Société NSIA-VIE Assurances Côte d'Ivoire.

### RESUME

Une étude a été conduite pour mettre au point des composts riches en fertilisants à partir des déchets de ferme, par une méthode de compostage rapide. A partir des fientes de poulets de chair, de poudeuses et de déjections de bœuf, neuf types de composts regroupés respectivement en trois catégories A, B et C ont été obtenus. Ces composts, basés sur la combinaison de fumier et de fibre de coco sont composés selon les rapports 1/1 ; 1/2 et 2/1. Pendant 74 jours de compostage, les tas sont fréquemment retournés et les températures internes relevées. Les composts de déchets de volailles ont présenté des températures maximales supérieures à 69 °C, et celles des déjections de bœufs inférieures à 55 °C. Le rapport C/N des composts a varié de 10 à 12 pour les rapports 1/1 et 1/2, et a été inférieur à 10 pour le rapport 2/1. Le pH des composts finaux a varié de 7,45 à 8,13. Les minéraux N, P, K, dosés ont donné les plus fortes valeurs pour le type B2 :1, respectivement 34,7 ; 24,0 et 29,8 g/kg MS. Ces composts riches en éléments minéraux pourraient être utilisés en agriculture biologique et surtout en culture hors-sol.

© 2018 International Formulae Group. All rights reserved.

**Mots clés:** Composts, rapport C/N, déjections, fientes, minéraux, Côte d'Ivoire.

## Physico-chemical characteristics of composts based on by-products of Songon farms in Côte d'Ivoire

### ABSTRACT

A study was carried out with the aimed of developing composts rich in fertilizers from farm waste using a rapid composting method. From chickens, layers droppings and cow excrements, nine types of compost, grouped respectively into three categories A, B and C were obtained. These composts based on the combination of manure and coconut fiber are supplied in the 1/1; 1/2 and 2/1 ratios. During 74 days of composting, the heaps are frequently returned and the internal temperatures recorded. As results, composts of poultry wastes offered maximum temperatures above 69 °C and those of cow dejections below 55 °C. The C/N

ratio of composts varied from 10 to 12 for 1/1 and 1/2 ratios and, less than 10 for 2/1 ratio. The pH of final composts ranged from 7.45 to 8.13. The grade of minerals N, P, K gave the highest values for type B2: 1, respectively 34.7; 24.0; 29.8; 46.1 g / kg MS. These composts rich in mineral elements could be used in organic farming and particularly, in soilless cultivation.

© 2018 International Formulae Group. All rights reserved.

**Keywords:** Composts, C/N, manure, dejections, minerals broiler, Côte d'Ivoire.

## INTRODUCTION

Le compostage est un processus de décomposition et de transformation plus ou moins contrôlées de déchets organiques biodégradables d'origine végétale et /ou animale. Cette biodégradation s'effectue généralement sous l'action de microorganismes aérobies décomposeurs (Leclerc, 2012). Le compostage se caractérise par une production de chaleur (40 à 70 °C) et à la fin du processus, par une perte de volume ainsi que par la production de composés humiques stabilisés (Leclerc, 2000). Ce processus offre de nombreux avantages. Car il permet la réduction des déchets ménagers, celle des déchets de fermes et des milieux urbains (Houot et al., 2003 ; Mulaji, 2011) de plus son produit final, le compost, est utilisé pour l'amendement des sols, la fertilisation des cultures sur sol y compris en culture hors-sol (M'Sadak et al., 2013). Toutefois, la qualité de compost dépend à la fois de son mode de fabrication et de la nature des matières utilisées (Inckel et al., 2005). Les travaux effectués par Weill et Duval (2009) ont montré que le compost obtenu à partir de fumier de volaille, en particulier les poules pondeuses est caractérisé par une forte teneur en éléments minéraux majeurs tels l'azote (N), le phosphore (P) et le potassium (K). Vu la corrélation qui pourrait exister entre la composition chimique des composts et l'origine des intrants organiques, ce travail a été réalisé pour déterminer les principales caractéristiques physico-chimiques des composts fabriqués à partir de sous-produits de fermes. De manière spécifique, il s'agit de produire des composts riches en éléments fertilisants à base de fumiers de volaille (poulets de chair et pondeuses) ou de bovin, selon la technique de compostage rapide,

d'une part et d'autre part d'en déterminer et analyser leurs paramètres physico-chimiques.

## MATERIEL ET METHODES

### Site d'étude

L'essai a été conduit de mai à août 2015 sur le site du village de Songon-Dagbé, situé dans la commune de Songon, à l'Ouest d'Abidjan située à 1 Km de l'axe routier Abidjan-Dabou dans le sud de la Côte d'Ivoire. Les coordonnées géographiques de cette zone sont 5°18'59" de latitude Nord et de 4°14'27" de longitude Ouest avec une altitude de 10 m.

### Construction d'abris et collecte d'intrants pour le compostage

Trois abris, longs de 27 m, larges de 2,5 m et hauts de 3 m, ont été construits pour l'activité de compostage. Les feuilles de cocotier séchées et tissées ont été utilisées pour recouvrir le toit et pour protéger le pourtour de l'abri afin de l'isoler de l'extérieur. Les abris étaient distants l'un de l'autre de 2,5 m. Le sol de chaque abri a été recouvert d'une bâche noire de 27 m de long et 2 m de large, afin d'isoler le compost du sol.

Le matériel de base pour la fabrication des composts était constitué de fumier à base de fiente de poulet de chair, de poule pondeuse et de déjection de bœuf. Les fumiers collectés dans les fermes environnantes ont été conditionnés dans des sacs en plastique de 50 kg et transporté sur le lieu de compostage. Les fibres de coco ont été obtenues auprès de la société Green Technology de Jacquville tandis que les plantes (*Panicum* sp. et *Pueraria* sp) ont été récoltées dans les jachères villageoises non loin des habitations. A chaque type de fumier ont été ajoutés de la fibre de coco, des végétaux verts constitués de

*Panicum* sp. et *Pueraria* sp., ainsi que, de la cendre de bois de chauffe d'hévéa (*Hevea brasiliensis*), et de bambou de chine (*Bambusa vulgaris*).

### Expérimentation

Le dispositif expérimental a été un dispositif en Split plot de trois blocs dont le facteur principal est la catégorie du compost répartie selon les modalités A, B et C. la catégorie A caractérisait le compost à base de fiente de poulet de chair ; la catégorie B, le compost à base de fiente de poule pondeuse et la catégorie C, le compost à base de déjection de bœuf. Pour chaque catégorie, trois types de composts ont été réalisés en fonction des quantités du fumier et de fibre de coco selon les rapports 1:1 ; 1:2 et 2:1 où 1=25 kg et 2=50 kg, le tout disposé sous un abri. Les types de compost basés sur les rapports représentent le facteur secondaire du dispositif. Chaque type de compost a été répété trois fois. Pour la confection des tas, dans chaque succession, la quantité de matière fraîche découpée de *Panicum sp* et de *Pueraria sp* a été apportée en quantité égale dont la somme est équivalente à la masse de fibre de coco apportée.

Pour le compostage, les intrants organiques sont placés en tas dans un cadre en bambou de 1,10 m de côté. Tous les constituants, dont l'ensemble forme une unité dans le tas (Figure 1) sont disposés en couches successives de bas en haut, selon l'ordre suivant :

- une couche de fibre de coco ;
- une couche de fumier (fiente de poulet de chair/fiente de poule pondeuse/déjection de bœuf) ;
- une couche de végétaux frais découpée (*Panicum sp* et *Pueraria sp*) ;
- 500 g de cendre de bois de chauffe.

Chaque unité reçoit 15 L d'eau pour l'humidifier. Chaque tas a été constitué de quatre (04) unités en vue d'atteindre une hauteur moyenne comprise entre 100 cm et 125 cm. Après la dernière unité, le tiers de la quantité de fumier approprié selon le rapport de base, est apporté au-dessus du tas. Celui-ci est arrosé puis recouvert de bâche noire perforée de cinq trous de 2 cm de diamètre à

différents endroits. Chaque bloc contient au total neuf (9) tas de compost soit 27 tas, pour tout le dispositif en Split-plot (Figure 2).

La technique de compostage utilisée dans ce travail est inspirée de la méthode de compostage rapide de Berkeley (Misra et al., 2005), basée essentiellement sur le retournement rapproché des andains. Le premier retournement des tas a été effectué le 3<sup>ème</sup> jour après montage. Les autres retournements effectués ont été espacés de 3 à 4 jours, soit 2 retournements par semaine.

Avant le compostage, des échantillons de matériaux ont été prélevés pour les analyses au Laboratoire. Les fientes et déjections ont été prélevées de façon aléatoire, dans différents sacs, de sorte à obtenir 1 kg de chaque type de fumier. 500 g de matières végétales fraîches et fibres de coco prélevées, et emballées dans du papier aluminium pour être acheminés au laboratoire. Une quantité de 500 g de la cendre collectée dans les ménages a été prélevée et emballée pour des analyses au Laboratoire.

### Détermination de la température et de l'humidité relative

Les températures internes des tas de composts ont été relevées le même jour, au moyen d'un thermomètre à mercure de précision BioTemp, gradué de -10 à +250 °C. Pour la prise de la température interne des tas, le thermomètre est enfoncé à une profondeur d'environ 35 cm dans le tas. La 1<sup>ère</sup> prise des températures a été effectuée juste après le montage du tas et s'est poursuivie tous les jours jusqu'au 10<sup>ème</sup> jour. A partir de cette date, les températures ont été relevées, en moyenne, deux fois par semaine jusqu'au 74<sup>ème</sup> jour.

L'humidité relative et la température ambiante sous abri ont été relevées, durant la période de compostage à 16 h, au moyen d'un thermohygromètre de marque HANNA HI 9565.

### Paramètres physico-chimiques et dosage des minéraux

La détermination des paramètres physico-chimiques et le dosage des minéraux se sont effectués au Laboratoire d'Analyses

des Végétaux et Sols (LAVESO) de l'Ecole Supérieure d'Agronomie (ESA) de l'Institut National Polytechnique Houphouët-Boigny (INP-HB) de Yamoussoukro en Côte d'Ivoire. A la fin du compostage, un tas unique et composé des trois répétitions pour chaque type de compost est obtenu. Un échantillon d'un (1) kg de chaque type de compost est alors obtenu en effectuant des prélèvements à différents endroits du tas. Au total, neuf (9) échantillons ont été obtenus.

Tous les échantillons ont été séchés dans une chambre froide, sous air conditionné à 16 °C, pendant 7 jours, à l'exception des végétaux frais qui ont été séchés au four à 60 °C, durant 4 jours. Le pH a été déterminé sur les composts finaux. Pour ce faire, à 5 g d'échantillon de chaque type de compost séché, tamisé et placé dans un bécher l'on a ajouté 50 ml d'eau distillée. Après homogénéisation, la solution est laissée au repos pendant 30 mn ; puis le pH est déterminé en plongeant la sonde du pH-mètre

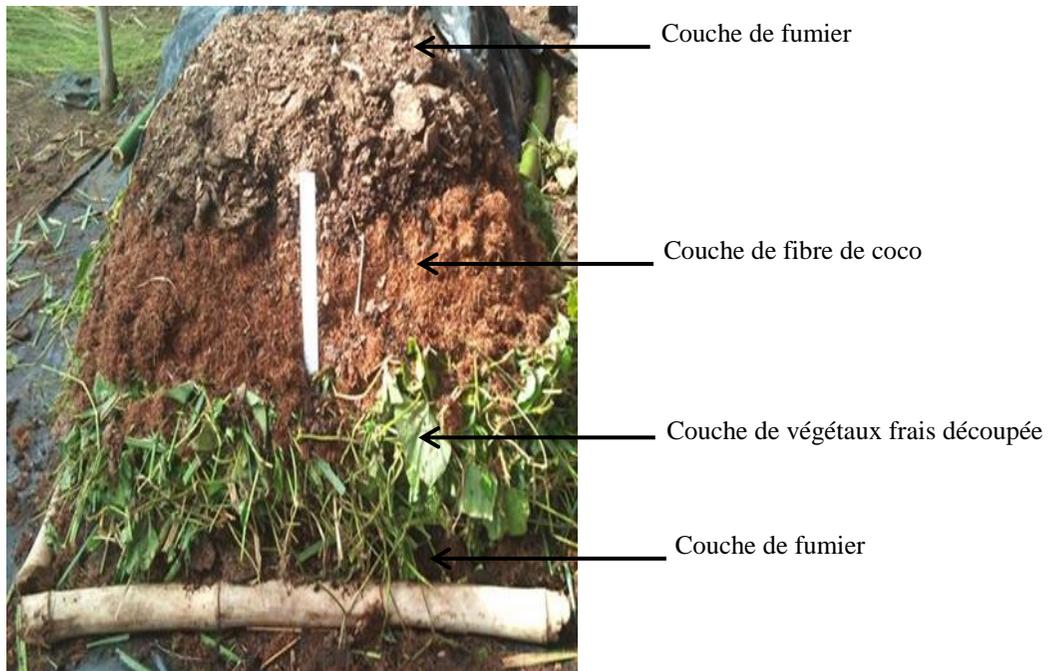
électronique BUTECH ION 2700 dans le surnageant.

La détermination des éléments chimiques a été faite par la méthode de calcination ou par voie sèche et par distillation selon la méthode de KJELDAHL pour l'azote (N). La lecture des quantités de minéraux s'est faite par spectrophotométrie d'absorption atomique pour les éléments P, K, Ca, Mg et les oligo-éléments,

La teneur en minéraux est exprimée par rapport à la quantité de matière sèche de l'échantillon en g/kg pour les éléments majeurs et en mg/kg pour les oligo-éléments.

#### Analyse statistique

L'analyse statistique a été effectuée à l'aide du logiciel Statistica 7.1. Le test ANOVA a permis d'établir les différences entre les moyennes des variables et de montrer la significativité des variables au seuil  $p < 0,05$ . Le test de séparation des moyennes a été effectué par le test de Duncan.



**Figure 1 :** Composition de base de l'unité de compostage.

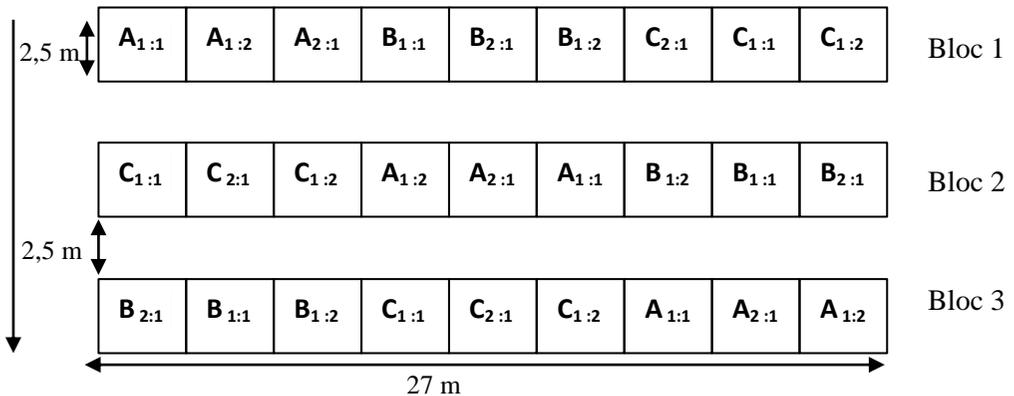


Figure 2 : Schéma du dispositif expérimental de compostage en *split plot*.

## RESULTATS

### Evolution de la température

L'analyse de variance (ANOVA 1) a présenté des différences significatives (Tableau 1) entre les types de compost au niveau des moyennes des températures et la durée de compostage. Durant la période de l'essai, les températures ambiantes moyennes sous les abris ont varié de 26,4 °C à 32,3 °C et l'humidité relative, de 14,7% à 70,8% (Tableau 2).

Au niveau de tous les composts, les températures ont augmenté progressivement durant les trois premiers jours après la mise en tas (Figures 3,4 et 5). Au J0, la température était comprise entre de 33,9 °C et 35,6 °C dans les composts de type A (compost à base de fiente de poulet de chair) et entre 35,1 °C et 35,5 °C pour les composts de type B (compost à base de fiente de poule pondeuse). Dans les composts à base de déjection de bœuf (type C), la température a varié de 30,6 à 31,5 °C au J0. Dès le 3<sup>ème</sup> jour du compostage, la température augmente rapidement au sein des tas de compost à base de fumiers de volaille (types A et B). Cette augmentation de température a été plus forte dans les composts de types A2 :1 et B2 :1 soit  $73,5 \pm 0,3$  °C et  $71,9 \pm 0,39$  °C respectivement (Figures 3 et 4). Dans les composts de type C, l'augmentation de la température a été plus faible à J3 avec des valeurs comprises entre 41,2 °C et 48,9 °C.

La température reste élevée durant la première semaine de compostage dans les composts de type A et B avec des valeurs comprises entre 60 et 69,8 °C à J7, respectivement pour les types B1 :2 et A2 :1. Cependant dans les composts de type C, les valeurs maximales ont été atteintes à J7 avec des valeurs comprises entre 53,5 et 57,1 °C respectivement, pour les composts C2 :1 et C1 :2 (Figure 5). A partir de J14, la température baisse progressivement dans tous les tas de composts, jusqu'à J74 avec des valeurs oscillant entre 28,6 et 29,7 °C pour les composts de type A, entre 28,9 et 29,1 °C pour le type B et entre 30,6 et 42,6 °C pour le type C.

De manière générale, sur la base de l'analyse statistique, les courbes d'évolution des températures relevées au centre des tas de composts peuvent être réparties en deux phases : la zone d'échauffement allant du 1<sup>er</sup> au 23<sup>ème</sup> jour où les températures sont supérieures à 40 °C et la zone de refroidissement, qui part du 23 ou 33<sup>ème</sup> jour au 74<sup>ème</sup> jour où les températures se stabilisent autour de 30 °C.

### Composition chimique des matières premières

L'analyse du Tableau 3 montre que les teneurs en éléments minéraux des matières premières des composts présentent une différence. Les teneurs en azote (N), phosphore (P) et potassium (K) sont élevées

pour les fumiers de volailles. Le fumier de bovin a présenté de faibles valeurs en macro et oligoéléments à l'exception du fer (Fe) qui a la plus grande valeur (2 mg/kg). La légumineuse *Pueraria sp* et les cendres de bois ont eu respectivement la plus forte teneur en azote (46,5 g/kg) et en calcium (98,0 g/kg).

#### Paramètres chimiques des composts

Au niveau du pH, tous les types de compost ont présenté des valeurs supérieures à 7 (Tableau 4). De façon globale, l'analyse de variance n'a pas montré de différence significative entre les valeurs de pH. Les composts A1 :1 et A2 :1 ont présenté respectivement les pH les plus basiques (pH=8,05 et pH=8,13) et le compost B 1 :2, le moins basique (pH=7,45). Les plus fortes valeurs du rapport C/N ont été obtenues dans les composts de combinaison 1 :2, soit 11,76 pour le compost de type B, 12,56 pour le type C et 12,64 pour le type A. Les composts de la combinaison 2 :1 ont donné les plus faibles valeurs de rapports C/N avec 9,90 pour le type C, 9,93 pour le type B et 7,91 pour le type A (Tableau 4). Les composts de la combinaison 1 :1 ont présenté des valeurs comprises entre 10,55 et 10,94

#### Composition chimique des composts

L'analyse de variance a montré une différence significative entre les types de compost pour les paramètres suivants : moyennes des quantités des éléments minéraux majeurs N, P, K, secondaires Ca et Mg et oligo-éléments Fe, Mn et Zn (Tableau 5).

Les plus fortes valeurs pour les éléments majeurs N, P et K exprimées en g/kg de matière sèche (MS) ont été obtenues dans les composts à base de fumier de volaille par rapport aux composts à base de déjection de bœuf. Pour l'élément azote (N), les valeurs étaient comprises entre 29,7 et 34,7 g/kg dans les composts de fumier de volaille. Le compost de type B2 :1 a enregistré la plus

grande teneur (34,7 g/kg) suivie du type A2 :1 avec une teneur de 33 g/kg. Les composts à base de déjection de bœuf ont enregistré les plus faibles teneurs en azote (N) comprises entre 11,6 et 16,5 g/kg de MS respectivement pour les types C1 :1 et C1 :2.

Pour l'élément phosphore (P), la plus grande valeur a été obtenue dans le compost de type B2 :1 avec 24 g/kg suivie du type A2 :1 avec 20,8g/kg. Les plus faibles teneurs en phosphore ont été obtenues dans les composts de type C. Elles ont varié entre 3,2 et 4,2 g/kg respectivement pour le compost de type C2 :1 et C1 :1.

Les composts de types B2 :1 et A2 :1 ont également enregistré les plus grandes valeurs des teneurs en potassium (K) respectivement 29,8 et 28,6 g/kg de MS. Les plus petites valeurs ont été obtenues dans les composts de déjections de bœuf avec des valeurs comprises entre 11,4 et 14,7 g/kg respectivement pour les types C2 :1 et C1 :2.

Le compost de type B2 :1 a présenté les plus grandes valeurs des éléments minéraux majeurs N, P et K parmi tous les composts notamment 34,7 g/kg, 24 g/kg et 29,8 g/kg de MS respectivement (Figure 6).

En ce qui concerne les éléments secondaires, les composts à base de fumier de volaille ont présenté les plus grandes valeurs. Elles ont été comprises entre 32,5 et 46,1 g/kg de matière sèche pour l'élément calcium (Ca) respectivement dans les composts de type B1 :2 et A2 :1 puis, entre 9 et 11,4 g/kg pour le magnésium (Mg) respectivement dans les composts de type A1 :2 et B1 :2. Quant à l'oligo-élément Fe (fer), il a été retrouvé à des proportions plus ou moins élevées dans tous les types de composts. Le type A1:1 a enregistré la plus forte valeur (4 mg/kg) et le type B1:2, la plus faible valeur (0,15 mg/kg). Les proportions de manganèse (Mn) ont varié de 0 à 1,2 mg/kg dans les différents composts. Quant au zinc (Zn), les quantités sont comprises entre 0,01 et 0,04 mg/kg (Tableau 5).

**Tableau 1** : Evolution des températures internes des tas durant le processus de compostage.

Types de Compost	J0	J3	J7	J14	J23	J33	J74
<b>A2:1</b>	35,6±0,27a	73,5±0,3c	69,8±0,87d	61,3±1,6d	48,4±1,98d	38,4±0,63abc	28,7±0,25a
<b>A1:1</b>	34,9±0,43a	60,7±1,15a	61,0±1,80a	48,7±1,07ab	46,5±0,63d	37,9±0,90abc	28,6±0,25a
<b>A1:2</b>	33,9±0,49a	60,8±1,32a	60,3±0,96ab	50,9±0,39bc	42,0±0,31c	37,0±0,57a	29,7±0,49ab
<b>B2:1</b>	35,5±0,26a	71,9±0,39c	69,7±0,88d	60,9±1,61d	46,7±0,98d	38,5±0,70abc	29,1±0,28a
<b>B1:1</b>	35,3±0,29a	63,7±0,94e	61,3±1,65a	48,2±1,25ab	39,3±1,39abc	37,3±1,05ab	29,1±0,28a
<b>B1:2</b>	35,1±0,30a	59,1±1,29a	60,0±0,93ab	45,3±1,23a	40,3±0,52abc	37,9±0,61abc	28,9±0,31a
<b>C2:1</b>	31,5±0,78b	41,2±0,63d	53,5±0,74c	45,4±0,48a	37,9±0,49a	39,7±0,71bc	30,7±0,43b
<b>C1:1</b>	30,5±0,76b	47,3±1,27b	53,5±1,15c	47,6±0,51ab	38,7±0,80ab	39,9±0,77c	30,6±0,38b
<b>C1:2</b>	30,6±0,88b	48,9±1,22b	57,1±1,53b	52,8±1,02c	41,5±0,55bc	42,6±0,80d	42,6±0,80c
<b>F</b>	15,77	113,83	23,41	29,73	15,40	5,14	112,14
<b>p</b>	0,000000	0,0000	0,00	0,00	0,000000	0,000015	0,00
<b>R<sup>2</sup></b>	0,5004	0,8784	0,5978	0,6536	0,4943	0,2461	0,8768

Les moyennes suivies de la même lettre dans la même colonne ne sont pas statistiquement différents selon le test de Duncan au seuil de 5%.

**Tableau 2** : Température et humidité relative ambiante pendant le compostage.

	J0	J3	J7	J14	J23	J33	J74
T° Amb (°C)	29,2	30,3	32,3	32,2	26,4	28,2	28,9

T° Amb : température ambiante sous abri relevée à 16 h; HR : Humidité relative ambiante sous abri relevée à 16 h.

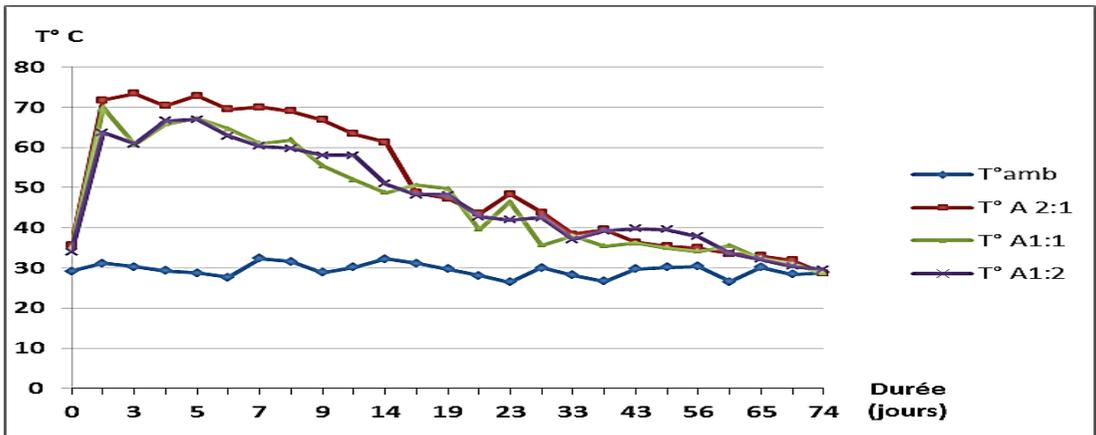


Figure 3: Evolution des températures au cours du compostage du fumier de poulet de « chair ».

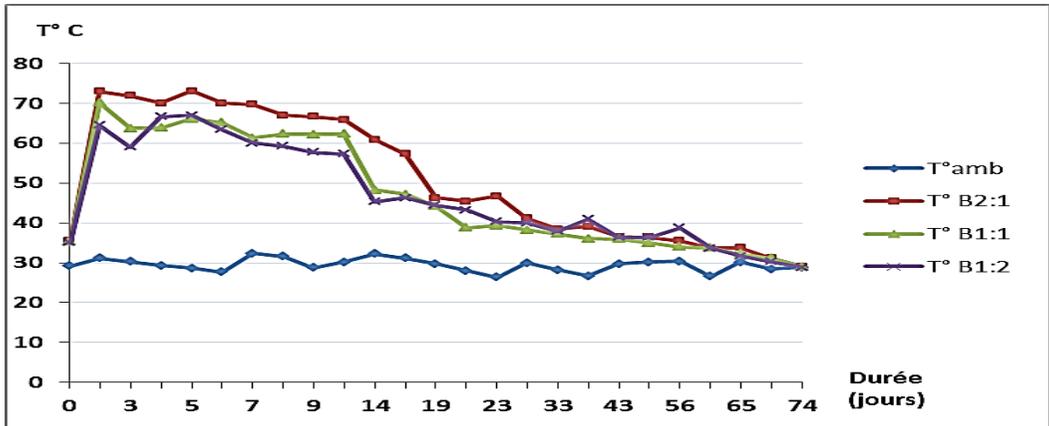


Figure 4 : Evolution des températures au cours du compostage du fumier de poule «pondeuse ».

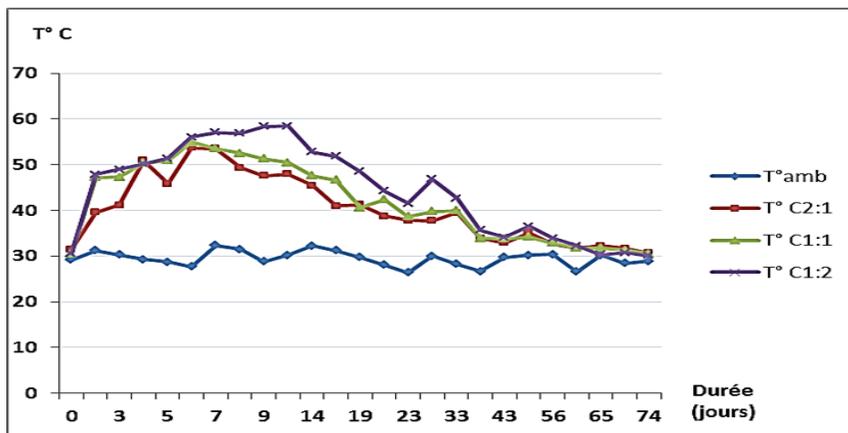


Figure 5 : Evolution des températures au cours du compostage du fumier de bœuf.

**Tableau 3 :** Teneur en minéraux des matières premières des composts.

Eléments chimiques	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn
Matières premières	g/Kg			mg/Kg				
Fiente de Pondeuse	34,7±0,29e	11,0±0,23d	18,6±0,17d	26,6±0,29b	4,4±0,17c	1,0±0,115b	1,0±0,17a	0,03±0,006c
Fiente de Chair	38,1±0,12f	15,8±0,17e	26,6±0,12a	26,5±0,23b	6,8±0,23e	0,008±0,002a	1,0±0,12a	0,015±0,003b
Déjection de Bœuf	21,3±0,12c	6,1±0,12c	11,7±0,23c	10,8±0,23a	5,4±0,23d	2,0±0,115c	1,0±0,23a	0,03±0,006c
Plante <i>Pueraria sp</i>	46,5±0,17g	2,4±0,12a	41,5±0,58e	10,1±0,17a	2,0±0,29a	0,002±0,001a	2,0±0,14b	0,01±0,003ab
Plante de <i>Panicum sp</i>	26,3±0,12d	2,8±0,06a	26,5±0,06a	4,4±0,12c	2,0±0,12a	0,001±0,001a	2,0±0,12b	0,01±0,002ab
Fibre de coco	12,0±0,40b	1,0±0,12b	7,6±0,12b	10,4±0,12a	0,7±0,12b	3,0±0,115d	2,0±0,12b	0,003±0,001a
Cendre de bois	3,9±0,17a	18,6±0,12f	51,4±0,23f	98,0±1,15d	22,2±0,46f	1,0±0,115b	0,0±0,00c	0,002±0,001a
F	4539,39	2439,97	3461,07	4707,34	826,22	174,51	29,79	10,91
p	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,0001
R <sup>2</sup>	0,9994	0,9990	0,9993	0,9995	0,9971	0,9868	0,9273	0,8237

Les moyennes suivies de la même lettre dans la même colonne ne sont pas statistiquement différents selon le test de Duncan au seuil de 5%.

**Tableau 4:** Paramètres chimiques des composts.

Type de compost	pH	C/N
A1:1	8,05±0,14ab	10,94±0,17d
A 1:2	7,77±0,27ab	12,64±0,20e
A 2:1	8,13±0,19b	7,91±0,05f
B 1:1	7,65±0,26ab	10,55±0,10bcd
B 1:2	7,45±0,20a	11,76±0,22g
B 2:1	7,97±0,07ab	9,93±0,11abc
C 1:1	7,97±0,27ab	10,58±0,07cd
C 1:2	7,53±0,08ab	12,56±0,26e
C 2:1	7,94±0,17ab	9,90±0,47ab
F	1,47	43,26
P	0,234	0,000000
R <sup>2</sup>	0,396	0,951

Les moyennes suivies de la même lettre dans la même colonne ne sont pas statistiquement différents selon le test de Duncan au seuil de 5%. **A** : Compost à base de fiente de poulet de chair ; **B** : Compost à base de fiente de poule pondeuse ; **C** : Compost à base de déjection de bœuf.

Tableau 5: Composition chimique des composts.

Type de compost	C	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn
	Pourcentage en matière sèche (g/kg)					Pourcentage en matière sèche (mg/kg)			
<b>A1:1</b>	342,8±0,75 <b>b</b>	31,4 ± 0,55 <b>cd</b>	21,0 ± 0,17 <b>b</b>	25,6 ± 0,05 <b>ab</b>	45,1 ± 0,31 <b>bd</b>	11,1 ± 0,25 <b>ab</b>	4,00±0,24 <b>c</b>	1,01±0,11 <b>a</b>	0,014±0,01 <b>b</b>
<b>A 1:2</b>	375,0±11,5 <b>c</b>	29,7±0,43 <b>b</b>	16,0 ± 0,11 <b>c</b>	22,4 ± 0,14 <b>g</b>	36,8 ± 0,23 <b>g</b>	9,0 ± 0,17 <b>c</b>	2,10±0,59 <b>ab</b>	1,22±0,00 <b>a</b>	0,040±0,00 <b>a</b>
<b>A 2:1</b>	261,2±0,43 <b>g</b>	33,0±0,17 <b>e</b>	20,8 ± 0,14 <b>b</b>	28,6 ± 0,46 <b>c</b>	46,1 ± 0,54 <b>d</b>	11,2 ± 0,72 <b>ab</b>	1,11±0,11 <b>bd</b>	1,22±0,00 <b>a</b>	0,040±0,00 <b>a</b>
<b>B 1:1</b>	318,6±1,4 <b>a</b>	30,2±0,40 <b>bc</b>	20,6 ± 0,08 <b>b</b>	20,3 ± 0,77 <b>g</b>	43,1 ± 1,64 <b>ab</b>	9,4 ± 0,72 <b>c</b>	2,03±0,58 <b>ab</b>	1,22±0,00 <b>a</b>	0,040±0,00 <b>a</b>
<b>B 1:2</b>	382,0±2,31 <b>c</b>	32,5±0,40 <b>de</b>	15,7 ± 0,37 <b>c</b>	25,5 ± 0,43 <b>a</b>	32,5 ± 0,55 <b>f</b>	10,0 ± 0,28 <b>ac</b>	0,15±0,15 <b>d</b>	1,22±0,00 <b>a</b>	0,040±0,00 <b>a</b>
<b>B 2:1</b>	344,6±1,18 <b>b</b>	34,7±0,51 <b>f</b>	24,0 ± 0,43 <b>d</b>	29,8 ± 0,54 <b>c</b>	43,6 ± 1,01 <b>ab</b>	11,4 ± 0,31 <b>b</b>	2,97±0,03 <b>ac</b>	0,22±0,00 <b>b</b>	0,040±0,00 <b>a</b>
<b>C 1:1</b>	171,9±1,67 <b>e</b>	11, 6±0,25 <b>a</b>	4,2 ± 0,20 <b>a</b>	13,4 ± 0,32 <b>e</b>	11,1 ± 0,7 <b>c</b>	4,5 ± 0,08 <b>e</b>	3,85±0,60 <b>c</b>	1,09±0,09 <b>a</b>	0,040±0,00 <b>a</b>
<b>C 1:2</b>	207,5±0,37 <b>f</b>	16,5±0,37 <b>a</b>	3,9 ± 0,20 <b>a</b>	14,7 ± 0,37 <b>f</b>	11,6 ± 0,29 <b>c</b>	4,2 ± 0,2 <b>de</b>	2,04±0,58 <b>ab</b>	0,00±0,00 <b>b</b>	0,040±0,00 <b>a</b>
<b>C 2:1</b>	154,2±0,62 <b>d</b>	15,7±0,69 <b>a</b>	3,2 ± 0,23 <b>a</b>	11,4 ± 0,32 <b>d</b>	8,2 ± 0,37 <b>e</b>	3,3 ± 0,14 <b>d</b>	2,91±0,58 <b>ac</b>	0,89±0,11 <b>a</b>	0,013±0,01 <b>b</b>
<b>F</b>	475,34	288,03	716,90	255,55	432,55	72,15	7,64	7,92	3,55
<b>P</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00000	0,000083	0,000064	0,008701
<b>R<sup>2</sup></b>	0,995	0,992	0,996	0,991	0,994	0,970	0,774	0,780	0,615

Les moyennes suivies de la même lettre dans la même colonne ne sont pas statistiquement différents selon le test de Duncan au seuil de 5%.

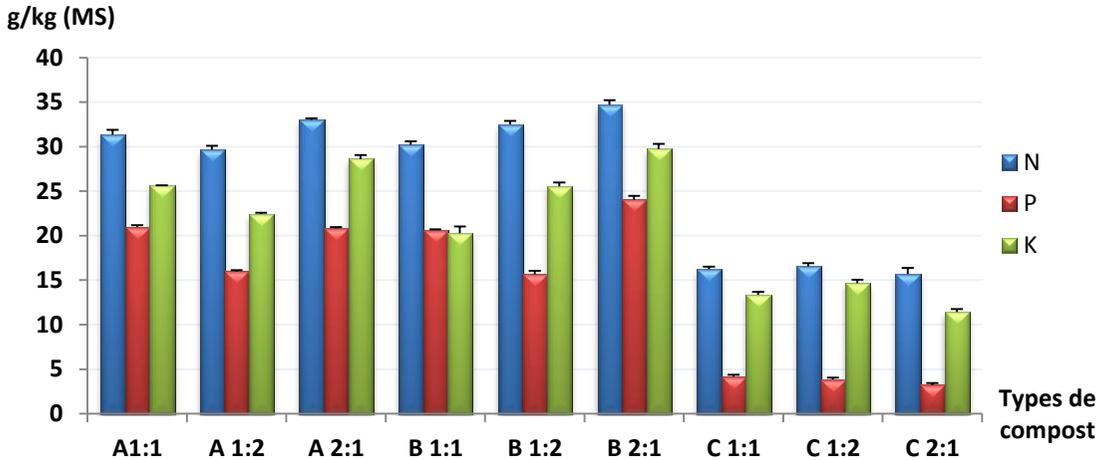


Figure 6: Composition en minéraux majeurs N, Pet K des composts.

## DISCUSSION

### Paramètres caractéristiques du compostage

#### Température

L'augmentation de la température dès le second jour du compostage résulte de la production de chaleur. En effet, au cours du compostage, les composés organiques sont dégradés par les microorganismes suivant le phénomène de fermentation. Ce mécanisme biochimique est accompagné d'une forte production de chaleur et de gaz carbonique. Les travaux conduits par Inckel et al. (2005) ont indiqué cette production de chaleur due à l'action de certains micro-organismes dans le processus de compostage. L'augmentation précoce de la température de 34 °C à 69 °C dès le 2<sup>ème</sup> jour de compostage dans les tas à base de fumiers de volaille pourrait s'expliquer par une présence massive des décomposeurs thermophiles. Ceci a été rapporté par les travaux de Haruta et al. (2005) qui ont fait une classification des agents décomposeurs intervenant dans le processus de compostage. Par ailleurs, dans les fermes avicoles, les animaux sont élevés sur un sol recouvert de copeaux de bois mélangés de fiente. Le liquide présent dans la fiente a certainement favorisé, voire amplifiée l'activité de ces microorganismes, dès la mise en tas de la matière organique. La précocité de l'augmentation de la température pourrait

aussi s'expliquer par celle de l'activité microbologique due à la méthode de conditionnement de la fiente avant le transport, notamment en cas d'entassement dans des sacs. En effet, Leclerc (2000) avait rapporté que les fumiers de volailles mis simplement en tas dégagent de la chaleur. Dans les tas constitués de déjections de bovin, la température est montée d'abord faiblement de 30 à 50 °C avant d'atteindre la température maximale enregistrée (58 °C). Cette faible montée de la température s'expliquerait par la faible fermentation au sein du tas. Par ailleurs, les produits des déjections de bœuf ont subi une première dégradation dans le tube digestif de ces animaux.

Le processus de compostage s'est déroulé en 4 grandes phases dans tous les tas: la phase de montée de la température (mésophile), la phase d'échauffement (thermophile), la phase de refroidissement (phase mésophile) et la phase de stabilisation de la température (maturation). Ces phases ont présenté des différences entre les composts. Les composts à base de fumier de volailles (composts de type A et B) ont eu une phase mésophile très réduite et une phase thermophile précoce (2 jours après montage du tas) avec des températures moyennes qui ont varié de 66 à 73 °C. Cette augmentation de la température serait favorisée par la

dégradation, par les micro-organismes, des structures ligno-cellulosiques et grossières qui composent les fumiers de volailles (Weill et Duval, 2009). Ces résultats vont dans le même sens que ceux des travaux de Misra et al. (2005). Ces auteurs ont fait remarquer que les températures au cours du compostage peuvent atteindre 70 à 80 °C au bout des deux premiers jours. Pour les composts à base de fumier de bovin, la phase mésophile a été d'environ 4 jours. Les températures ont été inférieures à 59 °C durant la phase thermophile.

Le maintien de la phase thermophile pendant environ deux semaines dans les tas de composts de volailles atteste du bon déroulement du compostage (Inckel et al., 2005). Cette phase d'échauffement a été favorisée par le recouvrement des tas au moyen d'une bâche perforée par endroit et le retournement régulier des tas. Au cours de cette période, l'activité des microorganismes a conduit à l'humification de la matière organique et la chaleur générée aurait eu pour effet d'assainir les tas de composts en détruisant les micro-organismes pathogènes (Hassen et al., 2001 ; Tahraoui, 2013). La phase de maturation consécutive au refroidissement des tas a été caractérisée par des températures internes faibles et stables (30 – 28 °C), quelle que soit la fréquence des retournements des tas. Cette phase est caractérisée par l'activité des décomposeurs mésophiles. Elle précède la maturation et a débuté à partir du 36<sup>ème</sup> jour pour les composts à base de déjections de bovin et du 63<sup>ème</sup> jour pour les composts à base de fiente de volaille. Pendant cette phase, les gros débris seraient dégradés et, le tas enrichi en humus et en minéraux. Selon Inckel et al. (2005), la durée de refroidissement qui précède la maturation du compost est caractérisée par une baisse des températures qui passent de 50 à 30 °C. La durée de cette période dépendrait de la structuration et des composants des tas. La présence de gros débris à dégrader par les microorganismes allongerait la durée de refroidissement du tas en compostage (Inckel et al., 2005). Cette différence observée dans la durée de refroidissement des tas pourrait se justifier par le fait que les fientes de volaille présentent une structure plus grossière que les

déjections de bœuf. La durée de 74 jours a été déterminée comme le délai de maturité des différents composts. A partir du 49<sup>ème</sup> jour de compostage, la variation de la température a été faible, surtout dans les composts à base de déjections de bovin (entre 32 et 31 °C). Cette précocité de la maturation de ces types de composts pourrait s'expliquer par le fait que les déjections de bovin ont été en partie minéralisées dans le tube digestif de l'animal lors du processus de digestion, alors que les fientes de volailles contiennent les copeaux de bois dont la décomposition exige la présence de plusieurs espèces de microorganismes spécialisés dans la dégradation des constituants du bois, telles la cellulose et la lignine.

#### **pH et rapport C/N**

L'obtention d'un pH basique en fin de compostage serait un indicateur de bon déroulement du processus de compostage. Alors que le pH acide proviendrait de la présence des acides acétique et lactique dans le tas en cours de compostage (Beck-Friis et al., 2001). L'augmentation du pH de 8 à 9, serait dû aux ions NH<sub>4</sub><sup>+</sup> libérés dans les composts matures (Tang et al., 2004 ; Sundberg et al., 2004). L'importance du pH comme indicateur de la maturité du compost avait été signalée par Albrecht (2007). Pour cet auteur le pH des composts mûrs varie entre 7 et 9 alors que celui des composts immatures serait acide. Sur la base de ces résultats, les composts étudiés seraient considérés matures.

Lors du montage des tas, la combinaison équivalente de matière brune (source de carbone) et de matière verte (source d'azote) effectué aurait permis d'atteindre un rapport C/N favorable (C/N = 30) au processus de compostage (Raabe, 2001).

Le rapport C/N d'une matière renseigne sur sa vitesse de minéralisation. Dans les composts réalisés, le rapport C/N varie de 7,91 à 12,64. Cette faible valeur de C/N pourrait traduire la relative rapide minéralisation de l'azote et par conséquent sa disponibilité dans les composts. Pour certains auteurs, la diminution du rapport C/N traduit le degré de maturation des composts (Huang et al., 2006). La différence observée entre les

rapports C/N supérieurs à 10 (composts B1 :2, C1 :2 et A1 :2) et, les composts de combinaison 2 :1 à rapport C/N inférieur à 10, serait due à la proportion élevée de fibre de coco (riche en carbone) dans les types de compost à rapport 1 :2. Dans les types 1 :2, la faible dégradation de cette matière provoquerait l'immobilisation de l'azote par les microorganismes ; ce qui augmenterait le rapport C/N, dont la valeur demeure inférieur à 15. Toutefois, les valeurs de rapport C/N présenté par les types de compost de rapport 1 :2 indiquerait leur maturité. A cet effet, Charnay (2005) rapporte dans ses travaux qu'un compost mûr serait caractérisé par un rapport C/N compris entre 10 et 15. Les composts à rapport C/N inférieur à 10 ont été caractérisés d'instables et à faible dose de composés humifères par Tahraoui (2013). Pour cet auteur, la minéralisation de la matière organique des composts à rapport C/N inférieur à 10 se fera rapidement. Ces composts auront donc tendance à libérer plus rapidement les éléments minéraux comme des engrais de synthèse.

### **Composition chimique des composts et de leurs matières premières**

La différence de teneur des éléments minéraux dans les types de composts pourraient s'expliquer par les éléments minéraux apportés par les aliments de la volaille qui ont enrichi le compost. Par contre, les bovins de la zone se nourrissent de feuilles fraîches de plantes des jachères. De plus, les plantes vertes associées aux fumiers dans le compostage et, particulièrement *Pueraria sp.*, sont très riches en ces macro-éléments chimiques. Les travaux effectués sur les composts à base de fumier de volaille rapporté par Weill et Duval (2009) ont montré que ceux-ci sont nettement plus riches en éléments minéraux que les composts issus des fumiers de bovins. De manière générale, les composts de fumiers de volaille ont eu des teneurs moyennes en éléments minéraux N, P et K, respectivement de 32,00, 19,60 et 20,40 g/kg. Ces valeurs sont plus ou moins élevées par rapport aux valeurs des minéraux N, P et K obtenues par Houot et al. (2003) dans les composts de déchets verts et de déchets de boues qui ont été respectivement de 28,3 ;

18,9 et 21,1 g/kg de poids sec. Dans l'ensemble, les composts mis au point ont présenté des valeurs de minéraux N, P et K largement supérieures aux valeurs rapportées par Guene (2002) pour juger de la bonne qualité du compost produit.

### **Conclusion**

Cette étude a montré que la méthode de compostage rapide utilisée permet d'obtenir des composts présentant d'intéressantes qualités, c'est-à-dire riches en éléments fertilisants dont les teneurs sont fonction des matières premières. Les composts à base de fumier de poulet de chair et poule pondeuse ont été plus riches en éléments N, P et K par rapport à ceux issus de déjection de bovin. Toutefois, des tests sur la production des plantes cultivées sur ces composts et leur durabilité c'est-à-dire le temps de biodisponibilité des fertilisants, permettront d'apprécier leur efficacité.

### **CONFLIT D'INTERETS**

Aucun conflit d'intérêts n'est à signaler.

### **CONTRIBUTIONS DES AUTEURS**

AHTB a conduit l'expérimentation et rédigé l'article. BTT a recueilli les résultats au Laboratoire des Végétaux et Sols (LAVESO) de l'Ecole Supérieure d'Agronomie (ESA) de L'Institut National Polytechnique Houphouët Boigny (INP-HB) de Yamoussoukro. DOD et BTT ont guidé et participé à la rédaction de cet article.

### **REFERENCES**

- Albrecht R. 2007. Co-compostage de boues de station d'épuration et de déchets verts: Nouvelle méthodologie du suivi des transformations de la matière organique. Thèse de doctorat, Université Paul Cezanne Aix-Marseille III, 189p.
- Beck-Friis B, Smars S, Jonsson H, Kirchmann H, 2001. SE-Structures and Environment: gaseous emissions of carbon dioxide, ammonia and nitrous oxide from organic household waste in a compost reactor under different temperature regimes. *Journal of Agricultural Engineering Research*, **78**: 423-430. DOI: <https://doi.org/10.1006/jaer.2000.0662>

- Charnay F. 2005. Compostage des déchets urbains dans les Pays en Développement. Elaboration d'une démarche méthodologique pour une production pérenne de compost. Thèse de Doctorat, Université de Limoges, 277p.
- Guene O. 2002. Compostage artisanal intégré à la gestion des ordures ménagères - Données de terrain et outils de diffusion. Proceedings of International Symposium on Environmental Pollution Control and Waste Management, 349-356.
- Haruta S, Nakayama T, Nakamura K, Hemmi H, Ishii M, Igarashi Y, Nishino T. 2005. Microbial diversity in biodegradation and reutilization processes of garbage. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, **99**: 1-11. DOI: 10.1263/jbb.99.001
- Hassen A, Belguith K, Jedidi N, Cherif A, Cerif M, Boudabous A. 2001. Microbial characterization during composting of municipal solid waste. *Bioresource Technology*, **80**: 217-225. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(01\)00065-7](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(01)00065-7)
- Houtot S, Francou C, Vergé-Leviela C, Michelina J, Bourgeois S, Linères MM, Parnaudeau V, Bissonnais Y, Dignac M, Dumat C, Cheiab A, Poitrenaud M. 2003. Valeur agronomique et impacts environnementaux de composts d'origine urbaine : variation avec la nature du compost. Dossier de l'environnement de l'INRA n°25, AGREDE ; 107-124.
- Huang GF, Wu QT, Wong JWC, Nagar BB. 2006. Transformation of organic matter during co-composting of pig manure with sawdust. *Bioresource Technology*, **97**: 1834-1842. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2005.08.024>
- Inckel M, Peter DS, Tersmette T, Veldkamp T. 2005. La fabrication et l'utilisation du compost. *Agrodok*, **8**: 73p.
- Leclerc B. 2000. Le compostage en agriculture biologique, *Echo Mo*, 22: 3p.
- Leclerc B. 2012 : Compostage : Les Principes, les sols vivants Bio, 4p.
- Misra RV, Roy NR, Hiraoka H. 2005. Méthodes de compostage au niveau de l'exploitation agricole. Document de travail sur les terres et les eaux, FAO, 48p.
- M'Sadak Y, Jelali R, Aicha A. 2013. Valorization aboveground of the extract of compost ovine for fertigation of the vegetables plants in Tunisia. *Journal of Fundamental and Applied Sciences*, **5**(2): 167-176. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/jfas.v5i2.3>
- Mulaji KC. 2011. Utilisation des composts de bio-déchets ménagers pour l'amélioration de la fertilité des sols acides de la province de Kinshasa (République Démocratique du Congo). Thèse de Doctorat, Université de Liège - Gembloux Agro-Bio Tech, 220p.
- Raabe RD. 2001. The Rapid Composting Method. University of California, US, Cooperative Extension, Division of Agriculture and Natural Resources, Vegetable Research and Information Center: California; 3p.
- Sundberg C, Smars S, Jonsson H. 2004. Low pH as an inhibiting factor in the transition from mesophilic to thermophilic phase in composting. *Bioresource Technology*, **95**: 145-150. DOI:10.1016/j.biortech.2004.01.016
- Tang JC, Kanamori T, Inoue Y, Yasuta T, Yoshida S, Katayama A. 2004. Changes in the microbial community structure during thermophilic composting of manure as detected by the quinone profile method. *Process Biochemistry*, **39**: 1999-2006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2003.09.029>
- Tahraoui ND. 2013. Valorisation par compostage des résidus solides urbains de la commune de Chlef, Algérie. Thèse de Doctorat, Université de Limoges, 244p.
- Weill A, Duval J. 2009. Les amendements organiques, fumiers et composts. Dans *Guide de gestion globale de la ferme maraîchère biologique et diversifiée ; Module 7 : Amendement et fertilisation*. Équiterre ; 1-19.